

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

CENTRO TECNOLÓGICO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

FABRÍCIA DELFINO REMBISKI

**Análise multimétodo de percepções de agentes
intervenientes na pesquisa e no gerenciamento de
agregados reciclados de resíduos da construção civil**

Vitória
2012

FABRÍCIA DELFINO REMBISKI

**Análise multimétodo de percepções de agentes
intervenientes na pesquisa e no gerenciamento de
agregados reciclados de resíduos da construção civil**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Ing. João Luiz Calmon
Nogueira da Gama

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Míriam de Magdala Pinto

Vitória
2012

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Central da Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

R385a Rembiski, Fabrícia Delfino, 1980-
Análise multimétodo de percepções de agentes intervenientes na
pesquisa e no gerenciamento de agregados reciclados de resíduos da
construção civil / Fabrícia Delfino Rembiski. – 2011.
246 p. : il.

Orientador: João Luiz Calmon Nogueira da Gama.
Coorientadora: Míriam de Magdala Pinto.
Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade
Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico.

1. Resíduos como material de construção. 2. Agregados (Materiais
de construção). 3. Indústria de reciclagem. 4. Análise crítica do
discurso. I. Gama, João Luiz Calmon Nogueira da. II. Pinto, Míriam de
Magdala. III. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro
Tecnológico. IV. Título.

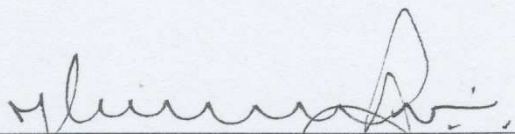
CDU: 624

Fabrcia Delfino Rembiski

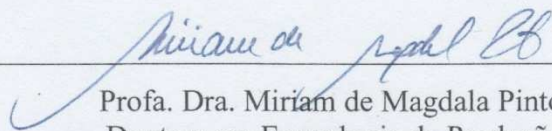
ANÁLISE MULTIMÉTODO DE PERCEÇÕES DE AGENTES INTERVENIENTES NA PESQUISA E NO GERENCIAMENTO DE AGREGADOS RECICLADOS DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Engenharia Civil do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Espírito, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

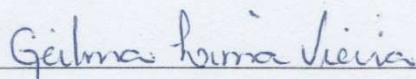
Aprovada em 29 / 06 / 2011 por:



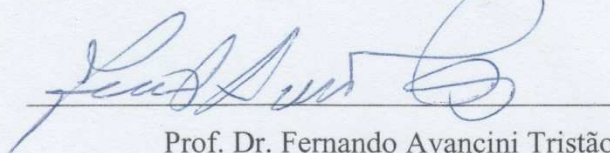
Prof. Dr. João Luiz Calmon Nogueira da Gama
Doutor em Engenharia de Civil
Orientador - UFES



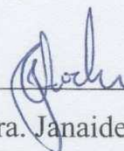
Profa. Dra. Miriam de Magdala Pinto
Doutora em Engenharia de Produção
Co-Orientadora - UFES



Profa. Dra. Geilma Lima Vieira
Doutora em Engenharia Civil
Examinadora Interna - UFES



Prof. Dr. Fernando Avancini Tristão
Doutor em Engenharia Civil
Examinador Interno - UFES



Profa. Dra. Janaide Cavalcante Rocha
Doutora em Engenharia Civil
Examinadora Externa - UFSC

AGRADECIMENTOS

A Deus Pai, criador de todo o universo; a seu Filho Jesus Cristo, redentor de todos os homens; ao Espírito Santo, santificador de todos os corações e a Nossa Senhora, minha mãe-rainha, pelos dons recebidos e pela dádiva da vida.

Ao meu orientador Prof. Calmon, que me incentivou desde o início de minha jornada acadêmica, principalmente, nos momentos difíceis. Ao mestre de espírito grandioso e paterno, que me mostrou as limitações e a arte de fazer pesquisa no Brasil. Ao amigo que soube conter meu espírito explorador, quando ampliava minhas atividades acadêmicas. Obrigada pela reflexão sobre o sentido do tempo, em minha vida, durante nossas conversas e cafés.

A minha co-orientadora Prof^a. Míriam, que aceitou o desafio de co-orientar uma jovem arquiteta, contribuindo para o desenvolvimento de minha percepção sobre economia e novos mercados. Ao carinho, a atenção e ao incentivo para prosseguimento na carreira acadêmica.

Aos professores que contribuíram na análise de minha investigação, participando da banca de defesa da dissertação: Prof. Dr. Fernando Avancini Tristão, Prof^a. Dr^a. Geilma Lima Vieira e Prof. Dr^a. Janaíde Cavalcante Rocha.

Ao Prof. Dr. Florindo Braga, Prof. Dr. Fernando Avancini, Prof^a. Dr^a. Maristela Gomes pelas recomendações, quanto ao desenvolvimento da pesquisa e pela oportunidade de aprofundar meus conhecimentos em suas disciplinas.

Aos médicos que me acompanharam no período pré e pós-operatório, durante o mestrado, auxiliando-me na recuperação da saúde: Dr. Zacarias; Dra. Angélica e Dr. Camilo.

Aos colegas do mestrado Daniel, Renato, Saulo, Manuela, Anderson, Anne e Mardel, que colaboraram para o êxito em nossas pesquisas. A Bianca pelo companheirismo, durante o período em que vivemos nos laboratórios do CT e entre artigos. A Márcia Bissoli Dalvi, por me incentivar na carreira acadêmica e pelas diversas publicações conjuntas.

Aos meus clientes e colegas do Banco do Brasil da agência Shopping Vitória Douglas, Ivani, César, Cristian, Léia e Marisa, que me apoiaram para ingresso no mestrado. Àqueles que deixaram saudades pelas confraternizações, convivência diária e diferenças do caixa, sempre no final do dia. A GEPES Vitória pela concessão e prorrogação da licença-interesse para conclusão do mestrado.

A disponibilidade dos funcionários e estagiários da Secretaria do PPGE, que sempre me auxiliaram nos processos intrínsecos da vida acadêmica e na pesquisa de campo.

A diretoria de Meio Ambiente do SINDUSCON-ES, ao Sr. Nemézio Vieira e MSc. Liliam Araújo e demais funcionários, que viabilizaram a aplicação do questionário piloto da pesquisa, durante o seminário ECO Sinduscon.

Aos profissionais da construção civil e as construtoras do município de Vitória, que compartilharam a realidade sobre o gerenciamento de resíduos nos canteiros de obras.

Ao esforço e competência da Engenheira Mariana Daré, por desenvolver seu trabalho de graduação, integrado a este, contemplando a pesquisa de campo nas referidas construtoras.

Aos organizadores dos eventos científicos, que colaboraram para o levantamento junto aos pesquisadores: Prof. Dr. Salomon M. Levy; Prof. Dr. Márcio J.E. de Oliveira; Prof. Dra. Mônica B. Leite; Prof. Dra. Cintia M.A. Fontes e Prof. Dr. Washington A. Moura.

Aos pesquisadores nacionais e internacionais, que compartilharam seu conhecimento, de forma generosa, sobre a gestão de resíduos por meio de questionários e entrevistas.

A solicitude e a proatividade de todos os gestores das usinas de reciclagem, que permitiram a visitas técnicas e colaboraram com o fornecimento de valiosas informações para a pesquisa. Em especial a Renato Nascimento (PROGUARU, POLI-USP), pelo apoio durante a pesquisa de campo, na viabilização da visita à ATT Multilix e a empresa NORTEC.

Aos meus pais Maria Teresa e Ervídio e ao meu irmão Fábio, que muitas vezes não compreendiam a demanda de tempo e dedicação da pesquisa, mas que confiavam no êxito dos meus trabalhos e artigos, compartilhando comigo a alegria da vida em nossa casa.

A paciência, dedicação e amor do meu noivo Carlos Magno (CM), que sempre me incentivou durante o mestrado e entendeu a necessidade de viagens, congressos, reuniões, enfim, tudo que abrangeu grande parte do meu tempo durante o mestrado.

A todos àqueles, próximos ou distantes, que colaboraram de alguma forma para realização desta pesquisa. Muito obrigada por tudo que vivemos juntos!!!

*“Ando devagar porque já tive pressa
e levo esse sorriso, porque já chorei demais
Hoje me sinto mais forte, mais feliz quem sabe
eu só levo a certeza de que muito pouco eu sei, eu nada sei [...]
Cada um de nós compõe a sua história,
e cada ser em si carrega o dom de ser capaz e ser feliz”*

Tocando em frente (Almir Sater & Renato Teixeira)

RESUMO

O gerenciamento dos resíduos de construção civil apresenta limitações tanto na iniciativa privada quanto no setor público. Isso ocorre nos canteiros de obras, nas usinas de reciclagem e na reutilização desses resíduos, em substituição aos agregados naturais para fabricação de materiais de construção. Este trabalho objetiva identificar e analisar os elementos que dificultam o desenvolvimento do setor da reciclagem de resíduos da construção civil, bem como utilizar os resultados alcançados para elaborar recomendações que subsidiem o uso de agregados reciclados pela Indústria da Construção Civil. A fim de identificar esses elementos, foram levantadas as percepções de agentes intervenientes nos processos de gerenciamento e pesquisa: (a) profissionais de nove canteiros de obra do município de Vitória (Espírito Santo); (b) pesquisadores, em nível estadual, nacional e internacional e (c) nove gestores de usinas de reciclagem, situadas nos Estados de Minas Gerais e São Paulo. Para tanto, empregou-se o estudo multimétodo, que possibilita a combinação da abordagem qualitativa e quantitativa, contemplando a pesquisa bibliográfica, pesquisa de levantamento e estudos de caso. Foram utilizados como instrumentos para coleta de dados: questionário, entrevista semiestruturada, observação direta e registros audiovisuais. A análise das percepções dos agentes intervenientes indicou que elementos mercadológicos, tecnológicos, organizacionais, culturais e ambientais, influenciam no setor da reciclagem de resíduos da construção civil.

Palavras-chave: resíduos de construção civil; usinas de reciclagem; agregados reciclados; análise da percepção; recomendações.

ABSTRACT

Waste management in civil construction has limitations both in the private initiative as in the public sector. This happens in construction sites and recycling plants, and when reusing these residues to replace natural aggregates to produce construction materials. This study aims at identifying the elements preventing the waste recycling sector in civil construction from developing, as well as using the obtained results to offer recommendations to support the use of recycled aggregates in the Civil Construction Industry. In order to identify these elements, the perception of the intervening agents in management and research processes was surveyed: (a) professionals of nine construction sites in the municipality of Vitoria (Espírito Santo, Brazil); (b) researchers at state, national and international level; and (c) nine managers of recycling plants located in the States of Minas Gerais and São Paulo, Brazil. For this purpose, multi-method study was employed, which enables combining qualitative and quantitative approaches, comprising bibliographical research, data collection research, and case studies. The following instruments were analyzed for data collection: questionnaire, semi-structured interview, direct observation, and audiovisual records. Analysis of intervening agents' perception showed that merchandizing, technological, organizational, cultural and environmental elements influence the waste recycling sector in civil construction. Based on this, a set of recommendations regarding these elements were prepared in order to be used by the intervening agents.

Keywords: civil construction waste; recycling plants; recycled aggregates; perception analysis; recommendations.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Classificação da origem dos RCC, conforme o tipo de administração da obra	31
Figura 2 - Articulação entre as redes receptoras de resíduos, conforme o tipo de gerador.....	40
Figura 3 - Caçambas coletoras situadas em vagas de estacionamento, em Vitória (ES).....	45
Figura 4 - Mistura de diferentes resíduos na caçamba coletora, em Belo Horizonte (MG).....	45
Figura 5 - Central de reciclagem móvel utilizada para reciclagem em canteiro de obra.....	47
Figura 6 - Usina privada URBEM, instalada em 2005, em São Bernardo do Campo (SP).....	62
Figura 7 - Usina pública BR 040, instalada em 2006, em Belo Horizonte (MG).....	62
Figura 8 - Localização de usinas de beneficiamento de AN e AR em Turin.....	67
Figura 9 - Deposição de RCC no pátio de triagem da usina Proguaru, em Guarulhos.....	68
Figura 10 - Triagem de contaminantes no pátio da usina Estoril, em Belo Horizonte.....	68
Figura 11 - Transporte de RCC, após a triagem, para o britador na usina Proguaru.....	69
Figura 13 - Fluxograma da produção de AR.....	69
Figura 12 - Conjunto de peneiras vibratórias AR, em São José do Rio Preto.....	69
Figura 14 - Pilha de ARM produzida na usina Irmãos Preto, em Socorro (SP).....	73
Figura 15 - Pilha de ARC produzido na usina de São José do Rio Preto (SP).....	73
Figura 16 - Forças atuantes no mercado.....	86
Figura 17 - Desenvolvimento de experimentos com AR, por pesquisadores.....	99
Figura 18 - Relação entre as características dos projetos e geração de RCC, segundo pesquisadores.....	101
Figura 19 - Tendência de aumento da demanda por AR no Brasil, segundo pesquisadores.....	106
Figura 20 - Pilha de resíduos de responsabilidade dos empreiteiros da construtora B.....	121
Figura 21 - Funcionário responsável pela limpeza da obra na Construtora H.....	121
Figura 22 - Separação de resíduos por tipo e em baias metálicas na Construtora B.....	122
Figura 23 - Pilha de resíduos de madeira e embalagens de cimento na Construtora G.....	122
Figura 24 - Caçambas coletoras de resíduos classes A e B situadas na calçada (Construtora F).....	122
Figura 25 - Caçamba coletora de resíduo classe A situada na rua (Construtora B).....	122
Figura 26 - Tempo de mercado dos profissionais participantes da pesquisa.....	124
Figura 27 - Percentual de empresas construtoras que realizam coleta seletiva de RCC.....	124
Figura 28 - Deposição de resíduos orgânicos e RCC no canteiro da construtora G.....	125
Figura 29 - Pilha de resíduos classe B depositados junto ao estoque de materiais da Construtora D.....	125
Figura 30 - Mistura de resíduos destinados a doação e aterramento na construtora D.....	125
Figura 31 - Baia de madeira para armazenamento embalagens de cimento na Construtora F.....	125
Figura 32 - Mistura de resíduos classes B e D destinados à doação na Construtora A.....	126
Figura 33 - Baias e caçambas de resíduos destinados à doação na construtora C.....	126
Figura 34 - Resíduos metálicos e materiais armazenados no mesmo local na construtora D.....	127
Figura 35 - Armazenamento de resíduos de madeira e materiais na Construtora F.....	127
Figura 36 - Resíduos metálicos e materiais armazenados no mesmo local na construtora D.....	128
Figura 37 - Armazenamento de resíduos de madeira e materiais na Construtora F.....	128
Figura 38 - Armazenamento temporário de.....	128
Figura 39 - Aterro do pavimento garagem com resíduos da própria obra na Construtora B.....	128
Figura 40 - Necessidade de mudança no gerenciamento de RCC, segundo profissionais.....	129
Figura 41 - Parte dos resíduos de gesso acartonado de um apartamento na Construtora C.....	130
Figura 42 - Resíduos de demolição de pavimentação misturados na Construtora I.....	130
Figura 43 - Sistema para transporte de placas de gesso na Construtora B realizado por empreiteiros.....	132
Figura 44 - Paredes com de projeto de alvenaria racionalizado pela construtora C.....	132
Figura 45 - Vista da disposição das áreas do canteiro de obras da Construtora G.....	133
Figura 46 - Veículo da construtora G para transporte de resíduos para áreas inadequadas.....	133
Figura 47 - Localização das usinas de reciclagem visitadas no Estado de São Paulo.....	141
Figura 48 - Processo produtivo de agregados reciclados via seca da usina SP 6.....	142
Figura 49 - Vista geral da área de produção e armazenamento de AR da usina SP 6.....	142
Figura 50 - Vista geral da área de produção da usina SP 3.....	142
Figura 51 - Vista geral da área de produção da usina SP 1, em SJRP.....	143
Figura 52 - Fábrica de artefatos de concreto da usina SP 1, em SJRP.....	143
Figura 53 - Vista geral da área de reciclagem da usina SP 4, em Guarulhos.....	143
Figura 54 - Vista geral da área de reciclagem da usina SP 2, em Piracicaba.....	143
Figura 55 - Localização das usinas em relação às Regionais de Belo Horizonte.....	144
Figura 56 - Vista geral da área de reciclagem da usina MG 3, em Belo Horizonte.....	144
Figura 57 - Vista parcial da área de reciclagem da usina MG 1, em Belo Horizonte.....	144
Figura 59 - Pilha de RCC, aguardando triagem no pátio na usina MG 1.....	146

Figura 60 - Pilha de AR molhado no pátio de armazenamento da usina MG 1.....	146
Figura 58 – variação da rotina operacional das usinas conforme a intensidade da chuva	146
Figura 61 - Pilhas de RCC, aguardando reciclagem, na usina SP 2	147
Figura 62 - Crescimento de vegetação sobre pilha de RCC na usina SP 1	147
Figura 63 - Equipamentos de reciclagem inoperantes na usina MG 2.....	147
Figura 64 - Realização de manutenção nos equipamentos da usina MG 2.....	147
Figura 65 - Peneira vibratória e correias transportadoras para produção de ARC na SP 3	149
Figura 66 - Produção de bica corrida na usina SP 4, em Guarulhos.....	149
Figura 67 - Fabricação de artefatos em concreto na usina SP 1	149
Figura 68 - Exemplos de alguns produtos da fábrica de artefatos em concreto em São José do Rio Preto	149
Figura 69 - Cooperativa de artefato em concreto Ecobloco, situada na usina MG 3.....	150
Figura 70 – Blocos de vedação com AR fabricados na usina MG 1 para obras públicas.....	150
Figura 71 - Projeto piloto para construção de edificações de interesse social	154
Figura 72 - Agentes contaminantes e RCC recebidos na usina SP 2.....	160
Figura 73 - Agentes contaminantes recebidos junto aos RCC na usina MG 2	160
Figura 74 - Baias para armazenamento de contaminantes na usina SP 4	161
Figura 75 - Área para armazenamento de resíduos recicláveis em SP 1	161
Figura 76 - Realização de triagem primária dos RCC, por funcionários na usina SP 3	161
Figura 77 - Realização de triagem secundária na correia transportadora na usina SP 3.....	161
Figura 78 - Sistema de umectação das pilhas de RCC na usina SP 1	163
Figura 79 - Umectação de RCC para caçambas na usina SP 1	163
Figura 80 - Cinturão verde, ao fundo, da usina SP 1	163
Figura 81 - Cinturão verde escasso na usina MG 3	163
Figura 82 - Vista parcial das edificações situadas no entorno da usina MG 3.....	164
Figura 83 - Edificações situadas junto à entrada da usina SP 2.....	164
Figura 84 - Variação do número de funcionários nas usinas analisadas.....	165
Figura 85 - Distância média entre o local de geração e reciclagem dos resíduos	172
Figura 86 - Raio de abrangência dos produtos fabricados pela usina, segundo gestores.....	172
Figura 87 - Piloto do primeiro sistema de lavagem de areia reciclada no Brasil.....	173
Figura 88 - Resíduo cerâmico originado na lavagem de areia reciclada	173
Figura 89 - Pilha de areia reciclada lavada para comercialização	173
Figura 90 - Vista da usina de reciclagem móvel SP 5 preparada para operação	173
Figura 91 - Reciclagem de concreto pela usina SP 5 em Jundiá, São Paulo	173
Figura 92 - Redução do custo de produção frente à adoção de inovações, segundo gestores	174
Figura 93 - Vista geral da ATT com pilha da resíduos de madeira à esquerda	193
Figura 94 - Deposição de RCC e triagem dos resíduos classe B no mesmo local.....	193
Figura 95 - Coletores de resíduos classe B junto a caçamba de resíduos de plásticos.....	194
Figura 96 - Transporte de resíduos triados para aterros de RCC situados em Guarulhos.....	194

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Definição de classes e destinação final de RCC, segundo a Resolução CONAMA n.307 e 431.....	32
Quadro 2 - Normas técnicas vigentes no Brasil relativas ao gerenciamento de RCC e a aplicação de AR.....	41
Quadro 3 - Situação usual do fluxo interno de resíduos em um canteiro de obras com gerenciamento.....	44
Quadro 4 - Metodologia para de resíduos baseada no princípio PDCA	49
Quadro 5 - Construtoras assistidas por empresas de consultoria ou outras instituições na gestão de RCC.....	50
Quadro 6 - Publicações sobre gerenciamento de RCC, organizadas pelo SINDUSCON em diversos Estados	51
Quadro 7 - Fatores relativos às atitudes e o comportamento dos empreiteiros.....	53
Quadro 8 - Atribuições dos agentes intervenientes para proteção ambiental	54
Quadro 9 - Breve histórico sobre o gerenciamento e reciclagem de RCC no Brasil	56
Quadro 10 - Relação de benefícios, dificuldades e recomendações para reciclagem de resíduos de concreto.....	59
Quadro 11 - Levantamento parcial das usinas de reciclagem dos RCC no Brasil.....	63
Quadro 12 - Caracterização de algumas usinas de reciclagem situadas no Estado de São Paulo.....	66
Quadro 13 - Categorias de materiais passíveis de inserção no mercado	71
Quadro 14 - Ações específicas dos agentes intervenientes na reciclagem de RCC.....	72
Quadro 15 - Propriedades e aplicações de resíduos de alvenaria e concreto	73
Quadro 16 - Relação de entidades e instituições envolvidas no projeto do Diretório de Estradas Francês.....	75
Quadro 17 - Obstáculos ao uso de materiais reciclados em edificações, levantados por arquitetos e projetistas..	76
Quadro 18 - Síntese das características da pesquisa descritiva.....	77
Quadro 19 - Resumo comparativo entre as condicionantes para seleção de métodos de pesquisa.....	78
Quadro 20 - Tipos de observações realizadas durante a pesquisa de campo	88
Quadro 21 - Eventos científicos selecionados para levantamento junto aos pesquisadores	89
Quadro 22 - Características de estudos sobre usinas de reciclagem no Brasil (continua)	90
Quadro 23 - Distribuição dos participantes da pesquisa por estrato, instrumento utilizado e local.....	93
Quadro 24 - Breve caracterização das empresas construtoras e dos empreendimentos analisados na pesquisa..	119
Quadro 25 - Análise comparativa entre os canteiros de obra	122
Quadro 26 - Breve caracterização dos profissionais participantes da pesquisa	123
Quadro 27 - Tempo de realização da coleta seletiva pelas construtoras, segundo profissionais	126
Quadro 28 - Breve caracterização dos gestores das usinas participantes da pesquisa	139
Quadro 29 - Análise comparativa entre as usinas visitadas na pesquisa de campo	140
Quadro 30 - Síntese das dificuldades durante a implantação e operação inicial das usinas analisadas	145
Quadro 31 - Planejamento para aquisição de equipamentos pelas usinas, segundo gestores	158
Quadro 32 - Área de abrangência referente à recepção de RCC pela usina, segundo gestores	159
Quadro 33 - Distribuição dos funcionários das usinas por setor ou cargo, segundo gestores	166
Quadro 34 - Relação entre os tipos de visitantes e seus objetivos durante a visita as usinas	176
Quadro 35 - Turnos operacionais das usinas de reciclagem analisadas.....	179
Quadro 36 - Nível de controle observado de alguns procedimentos operacionais das usinas analisadas.....	180
Quadro 37 - Desafios e recomendações para o desenvolvimento do mercado de AR no Brasil, segundo EMP 1	192
Quadro 38 - Procedimentos e destinos de alguns materiais triados pela ATT	193
Quadro 39 - Matriz de recomendações para desenvolvimento do setor de reciclagem de RCC.....	196

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Estimativas de geração, reutilização e destinação final de RCC em países europeus e asiáticos	34
Tabela 2: Quantidade de RCC coletados pelos municípios investigados, distribuídos por Região, em 2010	36
Tabela 3: Estimativas de geração de RCC, conforme a população e a área construída municipal	37
Tabela 4: Geração estimada de RCC no Brasil, em função da projeção da população entre 2011-2030	37
Tabela 5: Municípios, total e com serviço de manejo de RCC, por forma de disposição no solo, segundo as Grandes Regiões e as Unidades da Federação em 2008	42
Tabela 6: Avaliação da eficiência do modelo de gerenciamento de resíduos em canteiros.....	52
Tabela 7: Estimativa da produção de agregados naturais e reciclados na Europa, em 2008	60
Tabela 8: Municípios, total e com serviço de manejo de RCC por existência e tipo de processamento dos resíduos, segundo as Grandes Regiões e as Unidades da Federação em 2008	61
Tabela 9: Percentuais de refugos coletados em usinas de reciclagem brasileiras	68
Tabela 10: Análise da percepção ambiental dos funcionários quanto ao local de trabalho em usinas paulistas ...	70
Tabela 11: Taxa de devolução dos questionários aplicados nos eventos científicos e por correio eletrônico	83
Tabela 12: Usinas selecionadas para pesquisa, em relação às usinas em operação no Brasil em 2008.....	91
Tabela 13: Curso de nível mais elevado apresentado pelos pesquisadores	96
Tabela 14: Distribuição dos pesquisadores, conforme a instituição de ensino de conclusão do curso de nível mais elevado, por região ou país.....	97
Tabela 15: Distribuição dos pesquisadores conforme vínculo à instituição de ensino e pesquisa por região	98
Tabela 16: Local de trabalho dos pesquisadores	98
Tabela 17: Resíduos utilizados para desenvolvimento de novos materiais pelos pesquisadores.....	99
Tabela 18: Outros resíduos utilizados pelos pesquisadores	99
Tabela 19: Materiais de construção com AR desenvolvidos pelos pesquisadores	100
Tabela 20: Tempo dedicado pelos pesquisadores ao desenvolvimento de pesquisas com AR.....	100
Tabela 21: Medidas necessárias para evitar a geração de RCC no canteiro de obras, segundo pesquisadores ...	101
Tabela 22: Propriedades de AR produzidos no Brasil, segundo pesquisadores	102
Tabela 23: Outras percepções dos pesquisadores sobre propriedades dos AR, produzidos no Brasil.....	102
Tabela 24: Fatores que podem influenciar a qualidade e a variabilidade de AR, segundo pesquisadores	103
Tabela 25: Justificativas para avaliação periódica das propriedades de AR, segundo pesquisadores	104
Tabela 26: Entidades responsáveis pelo avanço de leis e normas para uso de AR, segundo pesquisadores	105
Tabela 27: Condicionantes necessários para aumento da demanda por AR, segundo pesquisadores	106
Tabela 28: Condicionantes necessários para manutenção da demanda atual por AR, segundo pesquisadores ...	108
Tabela 29: Condicionantes para operação em paralelo dos mercados de AN e AR, segundo os pesquisadores .	108
Tabela 30: Estimativa de tempo para operação dos mercados de AN e AR, segundo pesquisadores	109
Tabela 31: Medidas necessárias para inserir produtos com AR no mercado, segundo pesquisadores	110
Tabela 32: Setores para utilização em larga escala de produtos com AR, segundo pesquisadores	112
Tabela 33: Relação de elementos tecnológicos influentes na inserção de AR no mercado, segundo pesquisadores	113
Tabela 34: Relação de elementos mercadológicos influentes na inserção de AR, segundo pesquisadores	114
Tabela 35: Relação de elementos culturais influentes na inserção de AR no mercado, segundo pesquisadores.	115
Tabela 36: Profissionais encarregados pelo treinamento sobre gerenciamento de resíduos nas construtoras	127
Tabela 37: Benefícios advindos do gerenciamento de RCC em canteiros de obras, segundo profissionais.....	127
Tabela 38: Fases responsáveis pela geração de resíduos em canteiros de obra, segundo profissionais.....	130
Tabela 39: Medidas necessárias para reduzir a geração de RCC no canteiro, segundo profissionais	131
Tabela 40: Estimativa do número de caçambas geradas durante a construção de uma edificação vertical	133
Tabela 41: Veículos de comunicação usados para conhecimento da Resolução, segundo profissionais	134
Tabela 42: Entidades e instituições responsáveis pela reciclagem de RCC, segundo profissionais	134
Tabela 43: Veículos de comunicação utilizados para conhecimento de AR, segundo profissionais	135
Tabela 44: Possíveis aplicações para os AR na construção de edificações, segundo profissionais.....	136
Tabela 45: Condicionantes necessários para aumento da demanda por AR, segundo profissionais	137
Tabela 46: Medidas necessárias para inserir produtos com AR no mercado, segundo profissionais	137
Tabela 47: Motivos para troca de equipamentos de reciclagem nas usinas, segundo gestores.....	148
Tabela 48: Aplicações dos AR produzidos nas usinas, segundo gestores	150
Tabela 49: Relação de meses com maior índice de recepção de RCC e produtividade de AR, segundo gestores	151
Tabela 50: Ações sugeridas para melhoria da qualidade dos AR, segundo gestores.....	152
Tabela 51: Ações sugeridas para inserção dos AR no mercado, segundo gestores	152
Tabela 52: Setores da construção civil aptos ao uso, em larga escala, de produtos com AR, segundo gestores .	154
Tabela 53: Compradores e/ou usuários de AR, segundo os gestores.....	155

Tabela 54: Fatores influentes para a expansão das usinas de reciclagem, segundo gestores.....	157
Tabela 55: Fatores influentes na variação do custo de produção e preço de venda dos AR, segundo gestores...	160
Tabela 56: Relação entre os preços dos agregados naturais e reciclados nos municípios, segundo gestores	162
Tabela 57: Veículos de comunicação usados para divulgação dos produtos pela usina, segundo gestores.....	167
Tabela 58: Veículos de comunicação com maior retorno de clientes ou usuários, segundo gestores	168
Tabela 59: Condicionantes para operação dos mercados de agregados reciclados e naturais, segundo gestores	169
Tabela 60: Condicionantes necessários para aumento da demanda por AR, segundo gestores.....	170
Tabela 61: Fornecedores de matéria-prima para as usinas de reciclagem, segundo gestores	171
Tabela 62: Características de usinas bem sucedidas, segundo gestores	177
Tabela 63: Expectativa de aumento da demanda por AR no Brasil, segundo os participantes.....	181
Tabela 64: Condicionantes necessários para aumento da demanda por AR, segundo participantes	181
Tabela 65: Setores da construção civil aptos a utilização de produtos fabricados com AR, segundo participantes	182
Tabela 66: Medidas necessárias para inserir produtos com AR no mercado, segundo participantes	182
Tabela 67: Influência das características dos projetos e geração de RCC, segundo pesquisadores e profissionais	183
Tabela 68: Medidas necessárias para evitar a geração de RCC no canteiro, segundo pesquisadores e profissionais	183
Tabela 69: Entidades responsáveis pelo avanço das normas para utilização de AR, segundo pesquisadores e profissionais	184
Tabela 70: Tipos de resíduos utilizados, segundo pesquisadores e profissionais	184
Tabela 71: Produtos e aplicações com AR e RCC desenvolvidos, segundo pesquisadores e profissionais	185
Tabela 72: Condicionantes para operação dos mercados de AR e AN, segundo gestores e pesquisadores	185
Tabela 73: Estimativa de tempo para operação dos mercados de agregados reciclados e naturais, segundo pesquisadores e gestores	186
Tabela 74: Variação do preço, número de usinas e parcela de mercado dos AR, em países europeus.....	189

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABMTENC	Associação Brasileira em Materiais e Tecnologias Não Convencionais
ABRECON	Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição
ACV	Análise do Ciclo de Vida
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos
ANTAC	Associação Brasileira de Tecnologia do Ambiente Construído
AR	Agregados Reciclados
ARC	Agregado Reciclado de Concreto
ARM	Agregado Reciclado Misto
ATT	Área de Transbordo e Triagem
CCC	<i>Closed Cycle Construction</i>
CEF	Caixa Econômica Federal
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONST	Construtora
COPPE-UFRJ	Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia
CTR	Controle de Transporte de Resíduos
ENARC	Encontro Nacional sobre Aproveitamento de Resíduos na Construção
ENG	Engenheiro
EPRA	Plataforma Européia de Agregados Reciclados
FEB	Fundação Educacional de Barreto
GTZ	<i>Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit</i>
HIS	Habitação de interesse social
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBRACON	Instituto Brasileiro do Concreto
ICC	Indústria da Construção Civil
ICMS	Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação
IES	Instituição de Ensino Superior
IFES	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo
IFS	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe
IME	Instituto Militar de Engenharia
IMT	Instituto Mauá de Tecnologia
MBA	<i>Master of Business Administration</i>
MESO	Mestre de Obras
Mt	Milhões de toneladas
NBR	Norma Brasileira
NE	Nordeste
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
NQ	Número de questões
PBQP-H	Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat
PEV	Ponto de Entrega Voluntária
PIGRCC	Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil
PGRCC	Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil
PNSB	Pesquisa Nacional de Saneamento Básico
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PPP	Parceria Pública Privada

PUC	Pontifícia Universidade Católica
RCC	Resíduos de Construção Civil
RCD	Resíduos de Construção e Demolição
RILEM	<i>Réunion Internationale des Laboratoires et Experts des Matériaux, Systèmes de Construction et Ouvrages</i>
RMGV	Região Metropolitana da Grande Vitória
RMSP	Região Metropolitana de São Paulo
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SINDUSCON	Sindicato da Indústria da Construção Civil
SSM	<i>Sustainable Supply Mix</i>
TEDI	Técnico em Edificações
TIR	Taxa Interna de Retorno
TR	Tempo de Recuperação do Capital
UEFS	Universidade Estadual de Feira de Santana
UEPG	União Européia de Produtores de Agregados
UFAL	Universidade Federal de Alagoas
UFBA	Universidade Federal da Bahia
UFC	Universidade Federal do Ceará
UFES	Universidade Federal do Espírito Santo
UFG	Universidade Federal de Goiás
UFJF	Universidade Federal de Juiz de Fora
UFMS	Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFS	Universidade Federal de Sergipe
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UFU	Universidade Federal de Uberlândia
UNESP	Universidade Estadual Paulista
UNIANHANGUERA	Anhanguera Educacional Ltda
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
UNINOVE	Universidade Nove de Julho
UNISINOS	Universidade do Vale do Rio dos Sinos
UNIVASF	Universidade Federal do Vale do São Francisco
UPC	Universidade Politécnic da Catalunha
UPM	Universidade Politécnic de Madri
URPV	Unidade de Recebimento de Pequenos Volumes
USC	Universidade do Sagrado Coração
USP	Universidade de São Paulo
UVA	Universidade Veiga de Almeida
VPL	Valor Presente Líquido

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	22
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO E PROBLEMA DA PESQUISA	22
1.2	JUSTIFICATIVA	25
1.3	OBJETIVOS	28
1.3.1	Objetivo geral	28
1.3.1.1	Objetivos específicos	28
1.4	ESTRATÉGIA DA PESQUISA	28
1.5	LIMITAÇÕES DA PESQUISA	29
1.6	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	29
2	RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL	31
2.1	DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO.....	31
2.2	CONTEXTO INTERNACIONAL	33
2.3	CONTEXTO NACIONAL	36
2.3.1	Geração municipal e em canteiros de obras	36
2.3.2	Impactos ambientais	38
2.3.3	Referencial legal e normativo	39
2.3.4	Gerenciamento em nível municipal	41
2.3.5	Gerenciamento em canteiros de obra	43
2.3.5.1	Reciclagem e reaproveitamento.....	46
2.3.5.2	Modelos	47
2.3.5.3	Desenvolvimento pelas construtoras.....	49
2.3.5.4	Custos relativos à implantação.....	51
2.4	O PAPEL DOS AGENTES INTERVENIENTES NO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL	53
3	RECICLAGEM DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL	55
3.1	BREVE HISTÓRICO E DEFINIÇÃO	55
3.2	CONTEXTO INTERNACIONAL	57
3.2.1	Características do mercado europeu	59
3.3	CONTEXTO NACIONAL	60
3.3.1	Panorama das usinas de reciclagem	60

3.3.1.1	Análise de viabilidade econômica	64
3.3.1.2	Condicionantes projetuais para implantação	65
3.3.1.3	Procedimentos operacionais	67
3.4	O PAPEL DOS AGENTES INTERVENIENTES NA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	71
3.5	AGREGADOS RECICLADOS	72
3.5.1	Características e propriedades	72
3.5.2	Utilização para produção de componentes construtivos	74
3.6	O PAPEL DOS AGENTES INTERVENIENTES NO USO DE AGREGADOS RECICLADOS	75
4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	77
4.1	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	77
4.2	CLASSIFICAÇÃO DO MÉTODO DE PESQUISA	78
4.2.1	Pesquisa bibliográfica	78
4.2.2	Pesquisa de levantamento	78
4.2.3	Estudo de caso	79
4.3	CLASSIFICAÇÃO DO MÉTODO DA PESQUISA QUANTO A ABORDAGEM	80
4.4	INSTRUMENTOS PARA COLETA DE DADOS	81
4.4.1	Questionário	81
4.4.2	Pré-teste	84
4.4.3	Entrevista	84
4.4.3.1	Treinamento da entrevistadora	85
4.4.4	Metodologia para análise da indústria	86
4.4.5	Dados visuais	87
4.4.5.1	Observação na pesquisa de campo	87
4.5	SELEÇÃO DA AMOSTRA	88
4.5.1	Critérios para seleção da amostra e dos casos	89
4.5.1.1	Pesquisadores e eventos científicos	89
4.5.1.2	Canteiros de obras	90
4.5.1.3	Usinas de reciclagem	90
4.5.1.4	Empresários do setor de reciclagem	91

4.5.1.5	Identificação dos participantes da pesquisa	92
4.6	SISTEMATIZAÇÃO E APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	93
4.6.1	Tratamento dos dados para análise	94
4.6.2	Transcrição dos arquivos.....	94
4.6.3	Quantificação das respostas	95
5	ANÁLISE DOS RESULTADOS	96
5.1	ETAPA 1: CONHECENDO OS CAMINHOS DA PESQUISA E OS PESQUISADORES NO BRASIL	96
5.1.1	Caracterização da amostra dos pesquisadores	96
5.1.2	Resultados das questões específicas da categoria.....	99
5.1.2.1	Agrupamento 1 – Introdução ao tema	99
5.1.2.2	Agrupamento 2 – Resíduos de construção civil.....	100
5.1.2.3	Agrupamento 3 – Agregados reciclados.....	101
5.1.2.4	Agrupamento 4 – Mercado.....	106
5.2	ETAPA 2: INVESTIGANDO OS PROFISSIONAIS E OS CANTEIROS DE OBRA DE VITÓRIA (ESPÍRITO SANTO)	117
5.2.1	Caracterização das empresas construtoras	118
5.2.2	Caracterização dos canteiros de obra.....	121
5.2.3	Caracterização da amostra dos profissionais	123
5.2.4	Resultados das questões específicas da categoria.....	124
5.2.4.1	Agrupamento 1 – Gerenciamento do resíduo da construção civil.....	124
5.2.4.2	Agrupamento 2 – Resíduos de construção civil.....	130
5.2.4.3	Agrupamento 3 – Resolução Conama.....	134
5.2.4.4	Agrupamento 4 – Agregados Reciclados	134
5.2.4.5	Agrupamento 5 – Mercado.....	136
5.3	ETAPA 3: EXPLORANDO USINAS DE RECICLAGEM EM SÃO PAULO E MINAS GERAIS	138
5.3.1	Caracterização da amostra dos gestores	138
5.3.2	Caracterização da amostra das usinas	139
5.3.3	Resultados das questões específicas da categoria.....	145
5.3.3.1	Agrupamento 1 – Identificação da usina	145
5.3.3.2	Agrupamento 2 – Linhas de produtos.....	149
5.3.3.3	Agrupamento 3 – Compradores e seu comportamento	154

5.3.3.4	Agrupamento 4 – Produtos substitutos.....	156
5.3.3.5	Agrupamento 5 – Crescimento.....	157
5.3.3.6	Agrupamento 6 – Tecnologia de produção e distribuição	159
5.3.3.7	Agrupamento 7 – Marketing e vendas.....	167
5.3.3.8	Agrupamento 8 e 16 – O mercado e suas características	168
5.3.3.9	Agrupamento 9 – Fornecedores.....	170
5.3.3.10	Agrupamento 10 – Canais de distribuição	172
5.3.3.11	Agrupamento 11 – Inovação	173
5.3.3.12	Agrupamento 12 – Concorrentes	175
5.3.3.13	Agrupamento 13 – Meio Social, Político e Legal	175
5.3.3.14	Agrupamento 14 – Meio Macroeconômico	177
5.3.3.15	Agrupamento 17 – Características produtivas e operacionais	178
5.3.3.16	Percepções a partir do diário de visita.....	179
5.4	SÍNTESE DAS PERCEPÇÕES COMUNS AOS PARTICIPANTES .	180
5.4.1	Resultados das questões comuns às três categorias	180
5.4.2	Resultados das questões comuns aos pesquisadores e profissionais	183
5.4.3	Resultados das questões comuns aos gestores e pesquisadores	185
5.5	PERCEPÇÃO DOS PESQUISADORES INTERNACIONAIS	186
5.5.1	Agrupamento 1 – Histórico da reciclagem.....	187
5.5.2	Agrupamento 2 – Compradores e seu comportamento.....	187
5.5.3	Agrupamento 3 – Tecnologia de produção e distribuição	188
5.5.4	Agrupamento 4 – Mercado	188
5.5.5	Agrupamento 5 – Inovação	189
5.5.6	Agrupamento 6 – Meio Legal	190
5.6	PERCEPÇÃO DE OUTROS AGENTES INTERVENIENTES	190
5.6.1	Representante de equipamentos para mineração e reciclagem.....	190
5.6.2	Proprietário de área de transbordo e triagem	192
5.6.3	Recomendações para desenvolvimento do setor de reciclagem	195
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	200
6.1	REFERENTES AOS PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	200
6.2	REFERENTES AO AGRUPAMENTO DOS PESQUISADORES.....	201
6.3	REFERENTES AO AGRUPAMENTO DOS PROFISSIONAIS	203

6.4	REFERENTES AO AGRUPAMENTO DOS GESTORES	205
6.5	REFERENTES AOS DEMAIS AGRUPAMENTOS	209
6.5.1	Pesquisadores internacionais	209
6.5.2	Empresário do setor de reciclagem 1.....	209
6.5.3	Empresário do setor de reciclagem 2.....	210
6.6	PERSPECTIVAS PARA INVESTIGAÇÕES FUTURAS.....	211
	REFERÊNCIAS.....	213
	APÊNDICES	224

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E PROBLEMA DA PESQUISA

No decorrer da história, o ser humano vem explorando os recursos naturais sem considerar os possíveis impactos, advindos dessa atividade, sobre os mecanismos naturais de regulação de equilíbrio no planeta, que garantem a vida como se conhece. Entretanto, esse comportamento passou a ser questionado por diversos países, no fim do século passado, devido às crises econômicas ocasionadas pelos choques de preços do petróleo e ao reconhecimento crescente de mudanças climáticas globais.

A partir de meados de 1980 teve início um movimento de tomada de consciência dos efeitos indesejados de um modo de produção baseado no uso intensivo de recursos não renováveis, descarte inconsequente dos resíduos e inservíveis e primazia da economia sobre o meio ambiente, ambos fundamentados em uma visão de mundo mecanicista.

Nesse sentido, o movimento ambientalista busca reorientar a forma de produzir riquezas, em diversos segmentos econômicos, e teve início, de forma explícita, a partir da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio 92). Este novo paradigma de produção, com o passar do tempo se fortalece, e se baseia no uso de fontes renováveis de energia, reuso de materiais e reciclagem de resíduos. Faz-se necessária a continuidade desse movimento, beneficiando as gerações que ainda virão, ou seja, a produção sustentável.

Inserida nesse contexto, a Indústria da Construção Civil (ICC), importante segmento na dimensão econômica, social e ambiental do Brasil, é reconhecida pelo impacto causado ao meio ambiente devido ao elevado consumo de recursos naturais (JOHN, 2000) e a geração de grandes quantidades de resíduos (PINTO, 1999). De acordo com Begum *et al.* (2009), os impactos ambientais de uma indústria têm relação direta com a quantidade e a qualidade dos

resíduos gerados. No entanto, verifica-se que “No Brasil, não há dados que possibilitem uma avaliação adequada destes impactos” (NIANG; SOARES, 2004, p.2).

Os resíduos gerados pela ICC, denominados resíduos de construção civil (RCC), são formados por materiais minerais e orgânicos, como cerâmica, concreto, argamassa, plástico, papelão, madeira e outros. Grande parte dos resíduos de origem mineral é passível de reciclagem e reuso como insumo na fabricação de materiais de construção pela ICC. O aumento da geração de RCC pode ser influenciado por vários fatores, como desenvolvimento urbano e econômico, crescimento populacional, uso de tecnologias construtivas inadequadas e desperdício de materiais de construção, estimado em 150 kg/m² (PINTO, 1999).

O desenvolvimento urbano brasileiro, delineado em função dos projetos de investimentos, inevitavelmente, contribuirá para aumento da geração de RCC. Os projetos referem-se à construção de instalações para eventos esportivos de grande porte; continuidade das obras do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC); aumento da produção de energia e diversificação da matriz energética; ampliação da infraestrutura dos modais de transporte; construção de infraestrutura para exploração da camada pré-sal e outros.

A geração de resíduos de construção constitui um problema nas grandes cidades, conforme Begum *et al.* (2006). A massa de RCC produzida em cidades brasileiras de médio e grande porte varia entre 41 a 70% da massa total dos resíduos sólidos urbanos (PINTO, 1999). Esse índice é elevado e a falta de bases de dados para aferi-los pode ocultar seu valor real. No entanto, verifica-se que “A disposição de resíduos tem ganhado, recentemente, alta prioridade na agenda do setor público” (LAVEE; REGEV; ZEMEL, 2009, p.3599, tradução nossa).

No Brasil, cabe à administração pública o gerenciamento destes resíduos provenientes dos municípios (pequenos geradores) e às construtoras (grandes geradores), o gerenciamento dos próprios resíduos. Por um lado, algumas Prefeituras, de forma elementar, implantam redes de captação de RCC e programas de conscientização ambiental dos municípios. Por outro, grande parte das construtoras não apresenta sistemas adequados para gerenciamento, abrangendo a conscientização dos funcionários, segregação, acondicionamento e destinação final dos RCC.

Diante disso, para Tam (2008) e Begum *et al.* (2009) cabe ao governo desenvolver ações para incentivar as construtoras à redução, separação, reuso e reciclagem dos RCC. Isso deve ocorrer porque “Na indústria da construção, a gestão de resíduos não foi controlada com sucesso, portanto é necessário muito trabalho para atingir um padrão satisfatório” (TAM, 2008, p.1072, tradução nossa), a partir de ações entre os agentes envolvidos no setor.

A falta de gerenciamento contribui para que parte dos geradores deposite os RCC em áreas inadequadas, o que pode causar enchentes, engarrafamentos, poluição dos cursos d'água e outros problemas. De acordo com Sampaio; Kligerman; Ferreira Júnior (2009) e Pinto (1999), essa deposição em conjunto com a falta de saneamento básico, podem causar o surgimento de locais endêmicos suscetíveis ao desenvolvimento de epidemias de elevadas proporções. Soma-se a isso, a escassez de áreas para construção de novos aterros sanitários, próximos aos centros urbanos, em muitos municípios do Brasil (STERNIERI; PIMENTEL; LINTZ, 2008).

O conjunto de fatores supracitados produz impactos socioeconômicos e ambientais. Dentre estes impactos, destacam-se consumo de recursos renováveis e não renováveis; emissão de gases nocivos à saúde humana e ao meio ambiente, devido às distâncias entre o gerador e a destinação final, para transporte de RCC; elevação do custo final da edificação e outros. Esses impactos constituem um problema de saneamento básico em vários municípios brasileiros (SAMPAIO; KLIGERMAN; FERREIRA JÚNIOR, 2009).

No entanto, a percepção sobre o potencial degradante da paisagem urbana, devido ao gerenciamento inadequado de RCC, teve início apenas em meados de 1990 (CARNEIRO *et al.*, 2006), a partir da redução da qualidade de vida dos munícipes. Nesse sentido, para Tam; Tam (2006) ainda que exista mobilização social em várias cidades, a poluição e os impactos causados pelas atividades da ICC parecem ser de difícil controle.

De fato, existem pressões da sociedade e do poder público sobre a ICC, para que essa indústria modifique seus processos produtivos; racionalize o uso de materiais e de recursos naturais; reduza o desperdício e gerencie seus resíduos. De acordo com Sternieri; Pimentel; Lintz (2008), transformações de ordem ecológico-ambiental, sociocultural e econômica, podem colaborar para o desenvolvimento sustentável da ICC.

Diante desse contexto, as usinas de reciclagem seriam uma das alternativas para reduzir parte dos impactos causados pela elevada geração e disposição inadequada de RCC. Nessas usinas, os RCC passariam por processos de triagem, britagem e peneiramento, semelhante à produção de agregados naturais (AN), visando à produção de agregados reciclados (AR). Tais agregados poderiam ser utilizados, pelos setores público e privado, *in natura* ou incorporados em artefatos de concreto, para diminuir o consumo de AN e reduzir o custo das obras. Em vários municípios brasileiros, desde 1991 o setor de reciclagem de RCC tenta se consolidar, porém, devido a diversos motivos, isso não tem ocorrido.

Diante do exposto levante-se a seguinte questão: É possível conhecer e analisar os elementos que influenciam o surgimento e a consolidação do setor de agregados reciclados de resíduos de construção civil, embasado na análise das percepções dos agentes intervenientes nesse processo, de forma a recomendar ações para o desenvolvimento desse setor?

1.2 JUSTIFICATIVA

A construção civil é um setor econômico que, permanentemente, vive reorientações originadas por inovações em tecnologias construtivas, tipologias arquitetônicas e ocupação de áreas até então inadequadas, dentre outras. Todavia, esse setor estrutura-se entorno de um modo de produção linear, que consiste na extração de recursos naturais, tendo em vista sua transformação para geração de bens de uso.

Nesse contexto, segundo John (2000) os principais desafios da ICC no século XXI referem-se aos novos paradigmas de produção, enfrentados pelo setor, como: (a) novas soluções de engenharia; (b) redução de consumo dos materiais, impulsionada pela utilização de novas tecnologias que reduzam o desperdício; (c) não geração de resíduos; (d) reutilização e a reciclagem; (e) construção de edifícios com maior vida útil e outros.

Grande parte do processo de transformação da matéria-prima em bens de consumo gera perdas inevitáveis. Não obstante, o objetivo prioritário dos diversos segmentos da ICC, principalmente as construtoras, deve ser a não geração dos RCC durante suas atividades. No entanto, quando sua geração é inevitável, esses devem ser encaminhados para uma destinação final ambientalmente correta.

Além disso, no futuro a produção de AN, segundo Duran; Lenihan; O'Regan (2006), em áreas próximas a centros urbanos poderá ser inviabilizada, em função da elevação nos preços dos terrenos e da densidade populacional, em conjunto com o aumento da demanda por esses agregados, para desenvolvimento da ICC. Por isso, a administração pública e a iniciativa privada, devem desenvolver um planejamento estratégico para minimizar essa situação.

A referida situação agrava-se devido à redução da oferta de AN e o aumento da distância, entre as reservas desses agregados e os consumidores. Na prática, verifica-se a escassez e o aumento de preço dos agregados nos centros urbanos, pois nesses locais concentram-se a maioria dos canteiros de obra. Diante disso, no futuro os fatores econômicos favorecerão a instalação de usinas de reciclagem próximas às áreas urbanas (MARINKOVIĆ *et al.*, 2010).

Ainda que tais medidas sejam admissíveis, grande parte dos resíduos dos processos construtivos não é reaproveitada (SOUZA *et al.*, 2004), sendo destinada a aterros. Devido a isso, segundo Lavee; Regev; Zemel (2009), em breve, alguns países poderão ter dificuldades para implantação de aterros sanitários. Essa crise, nos centros urbanos, pode estar relacionada ao aumento da densidade populacional e da produção de resíduos sólidos urbanos. Nesse caso, os geradores precisariam adotar outras formas (reuso, reaproveitamento, reciclagem e incineração) para destinação final dos resíduos.

Considerando que “A construção, por natureza, não é uma atividade ambientalmente-amigável” (TAM; TAM, 2006, p.210, tradução nossa), progressivamente, seus padrões produtivos devem ser alinhados ao conceito de desenvolvimento sustentável. Devido às peculiaridades do modo de produção da ICC e o elevado consumo de recursos naturais, pressupõe-se que essa indústria tenha capacidade de reciclar e reutilizar seus resíduos.

De fato, a maioria dos resíduos produzidos nos canteiros de obra é passível de reciclagem e reaproveitamento (BEGUM *et al.* 2006; DURAN; LENIHAN; O’REGAN, 2006). Para Begum *et al.* (2006), esse nível de reaproveitamento pode chegar a 73%. Entretanto esses resíduos são destinados, geralmente, para aterros devido à ausência de alternativas para reciclagem ou reuso, além de mercados para comercialização de AR.

Nessa perspectiva, estabelecem-se mecanismos que, potencialmente, criam oferta e demanda por produtos substitutos dos AN – os AR. Em vários países, esses agregados são produzidos e comercializados por usinas de reciclagem, resultantes de esforços da iniciativa privada e do setor público. Os AR podem substituir os AN, de forma parcial ou total, na fabricação de materiais de construção, sendo aplicados em edificações e obras de infraestrutura.

Entretanto, no Brasil constata-se resistência ao uso de produtos reciclados por parte dos consumidores / usuários, ao mesmo tempo em que, há desconfiança pelos empresários, quanto ao desenvolvimento desse mercado. De acordo Chick; Micklethwaite (2004), essa situação pode mudar na medida em que a difusão do uso de materiais reciclados em edificações não dependa, somente, da especificação do projetista, mas de outros agentes intervenientes nesse processo, como fabricantes de materiais, fornecedores, universidades, pesquisadores e outros.

Enquanto isso, para Duran; Lenihan; O’Regan (2006), o desenvolvimento do setor de reciclagem de RCC associa-se ao investimento e elaboração de projetos públicos, projetos privados e projetos advindos da parceria entre esses setores. Na prática, a principal motivação

para ingresso dos empresários nesse negócio relaciona-se a redução do custo, seja na destinação final de RCC, seja na aquisição de materiais de construção com AR.

A par disso, o referencial legal e normativo publicado a partir de 2002, busca incentivar o gerenciamento e a reutilização de RCC como material de construção. A Resolução n.307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) estabelece diretrizes, critérios e define as responsabilidades dos agentes envolvidos no gerenciamento de RCC, disciplinando o exercício de suas ações (BRASIL, 2002). Na prática, essa Resolução estimula os geradores a terem como objetivo prioritário, a não geração de resíduos no canteiro de obras.

Por sua vez, o conjunto de normas aprovado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), em 2004, regulamenta a implantação e a construção de áreas destinadas à triagem e à reciclagem de RCC. Além disso, estabelece as características de AR, destinados à aplicação em concretos não estruturais e base e sub-base para pavimentação de vias.

Soma-se a isso, a lei nº12.305 (BRASIL, 2010) que estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), e dispõe sobre princípios, instrumentos, e diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluindo os RCC. A lei atribui responsabilidades aos geradores e ao poder público e os instrumentos econômicos, aplicáveis nesse processo, bem como reafirma os princípios da Resolução CONAMA n.307.

Em se tratando de um instrumento econômico, a Caixa Econômica Federal (CEF) disponibiliza, desde 2005, uma modalidade de financiamento para desenvolvimento de sistemas de gestão e manejo de RCC. Os requisitos para obtenção dessa linha de crédito estão disponíveis em um manual, fruto da parceria entre a CEF e os Ministérios das Cidades e do Meio Ambiente (PINTO; GONZÁLES, 2005 a,b).

Apesar das iniciativas dos setores público e privado, o setor de reciclagem de RCC, apenas, começa a se desenvolver no Brasil, o que permite estudar o processo de surgimento de um novo segmento econômico e industrial, voltado para o desenvolvimento sustentável da ICC. Os Estados de São Paulo e Minas Gerais são aqueles que, atualmente, lideram esse processo, detendo o maior número de usinas públicas e privadas, que servem de referência nesse estudo.

Durante a pesquisa, não foram encontrados no Brasil estudos similares ao apresentado, referentes à análise conjunta das percepções de agentes intervenientes nos processos de gerenciamento e pesquisa de AR. Desse modo, a investigação dos elementos que impactam positiva ou negativamente o setor da reciclagem de RCC pode fornecer subsídios para

proposição de políticas públicas, bem como indicar possíveis ações para os agentes intervenientes nesse processo, que favoreçam seu crescimento contínuo e duradouro.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é identificar e analisar os elementos mercadológicos, tecnológicos, organizacionais, culturais e ambientais, que impactam o desenvolvimento do setor de reciclagem de resíduos de construção civil, considerando a percepção dos agentes intervenientes nesse processo, a fim de contribuir para elaboração de recomendações, que possibilitem a inserção e o uso dos agregados reciclados, em larga escala, na Indústria da Construção Civil.

1.3.1.1 Objetivos específicos

Para tanto, torna-se necessária a realização dos seguintes objetivos específicos:

- realizar levantamento bibliográfico referente à temática em estudo.
- conhecer e analisar o gerenciamento de RCC em nove canteiros de obras, situados no município de Vitória (Espírito Santo).
- conhecer e analisar as características de nove usinas de reciclagem, situadas em Minas Gerais e São Paulo, embasada na metodologia de análise da indústria de Porter (1991).
- conhecer e analisar a percepção de profissionais da construção civil, gestores de usinas e pesquisadores, sobre os elementos que dificultam a consolidação do mercado de AR.

1.4 ESTRATÉGIA DA PESQUISA

Visando alcançar os objetivos, citados anteriormente, a presente pesquisa foi realizada em três etapas, ora denominadas de: (a) Conhecendo os caminhos da pesquisa e os pesquisadores de resíduos no Brasil; (b) Investigando os profissionais e os canteiros de obra de Vitória (Espírito Santo) e (c) Explorando usinas de reciclagem em São Paulo e Minas Gerais.

Para realização dessas etapas o delineamento adotado foi o mesmo, e compõem-se das seguintes etapas: (a) revisão de literatura; (b) elaboração de questionários e formulários para investigação; (c) realização da pesquisa de campo; (d) coleta de dados; (e) sistematização da informação obtida em campo; (f) análise dos resultados e (g) elaboração do quadro de recomendações. Tais etapas encontram-se descritas no Capítulo 4.

1.5 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

Ainda que a presente pesquisa possua uma extensa temática em análise, é importante ressaltar que os seguintes itens não foram contemplados neste estudo:

- realizar análise léxica e de conteúdo das entrevistas com auxílio de ferramentas computacionais;
- analisar as experiências de gerenciamento de RCC nos municípios das usinas, e
- conhecer e analisar a percepção de outros agentes relacionados ao tema, como secretários municipais, prefeitos e representantes de associações de transporte de RCC.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O capítulo 1, antecedente aos demais, contextualiza e apresenta ao leitor o problema da pesquisa e a justificativa para o estudo, bem como o conjunto dos objetivos geral e específicos, finalizando com as estratégias adotadas para execução e limitações da pesquisa.

O capítulo 2 apresenta a revisão bibliográfica sobre o gerenciamento de RCC em canteiros de obras, resumindo alguns aspectos do contexto internacional e ampliando a abordagem no contexto nacional, em consonância com o referencial teórico e normativo em vigor. Este capítulo destaca a importância dos agentes intervenientes no gerenciamento de RCC.

O capítulo 3, de forma similar ao capítulo 2, inicialmente relata o avanço das técnicas de gerenciamento e reciclagem em nível internacional. Em seguida, aborda o contexto nacional, no qual enfatiza processo e produto, respectivamente, o desenvolvimento de usinas de reciclagem e as características dos AR. Neste capítulo, destaca-se a importância dos agentes intervenientes no processo de reciclagem de RCC e uso de materiais com AR.

O capítulo 4 delinea os procedimentos metodológicos usados na pesquisa. Descreve as particularidades das técnicas, instrumentos, condicionantes para seleção das distintas amostras de indivíduos e tratamento de dados.

No capítulo 5 caracterizam-se as categorias dos pesquisadores, profissionais e gestores, incluindo os canteiros de obra e usinas de reciclagem. Na sequência, apresentam-se os resultados dessas etapas da pesquisa. Posteriormente, descreve-se a síntese das percepções comuns dos participantes e análise da percepção de outros agentes intervenientes. Finalizando este capítulo, apresenta-se o quadro de recomendações para desenvolvimento do setor de reciclagem, elaboradas a partir da análise das percepções dos agentes intervenientes.

No capítulo 6 apresentam-se as considerações e recomendações, relativas ao problema da pesquisa, obtidas a partir do referencial teórico e análise dos resultados. Por fim, descrevem-se as Referências, e na sequência, os materiais que compõem os Apêndices.

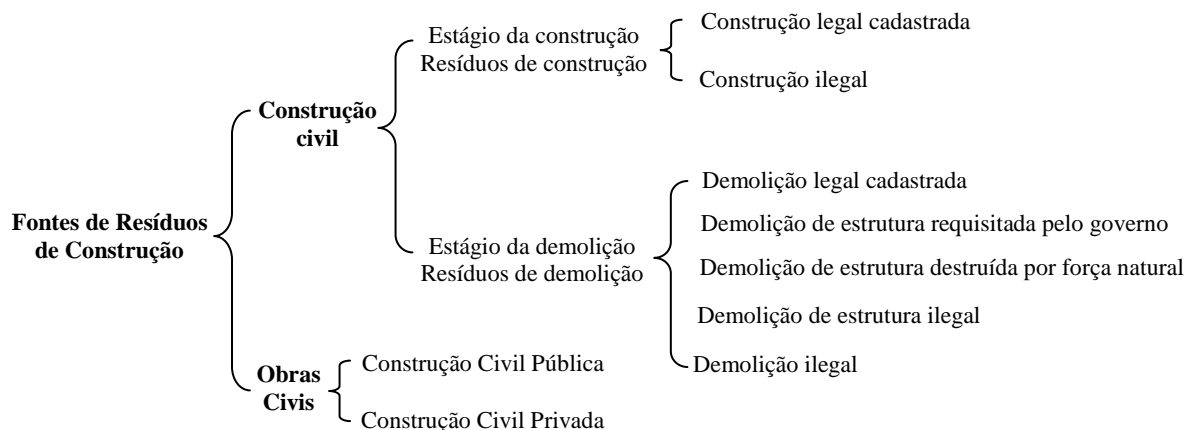
2 RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

Este capítulo abordará alguns aspectos referentes à classificação, geração e gerenciamento de RCC no contexto internacional, porém enfatizará a realidade brasileira a luz do referencial legal e normativo vigente. Na sequência, destacará a importância das ações de agentes intervenientes para desenvolvimento do gerenciamento e da reciclagem de RCC no país.

2.1 DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO

Os RCC são classificados segundo Brasil (2002, 2010a), quanto à origem, como àqueles provenientes da construção, reforma, reparo e demolição de obras de construção civil, incluindo os resultantes do processo movimentação de solo. Por sua vez, Hsiao *et al.* (2002) classificam esses resíduos quanto à origem (Figura 1), conforme a administração das obras (setor público ou iniciativa privada). Esses autores consideram nesse sistema de classificação, inclusive, os resíduos gerados em obras ilegais, perante o órgão de fiscalização local.

Figura 1 - Classificação da origem dos RCC, conforme o tipo de administração da obra



Fonte: Hsiao *et al.* (2002, p.41, tradução nossa)

As características da fonte geradora de RCC (tipologia da edificação, sistemas construtivos usados e outros) podem influenciar em sua composição. Por isso, tais resíduos podem ser formados por materiais cerâmicos (bloco, tijolo, telha e outros), materiais de matriz cimentícia (argamassa, concreto, artefatos de concreto e outros), solo, madeira, papel, vidro, plástico, metal e outros. Por isso, a Resolução CONAMA n. 307 (BRASIL, 2002, 2011) classifica os RCC em quatro classes (Quadro 1), segundo o tipo de destinação final de cada resíduo.

Quadro 1 - Definição de classes e destinação final de RCC, segundo a Resolução CONAMA n.307 e 431.

Definição das classes / Destinação final	A	Resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, provenientes de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de obras de infraestrutura; solos de terraplanagem; materiais cerâmicos, argamassa, concreto e artefatos de concreto. Caso não seja possível o uso imediato, os resíduos devem ser direcionados a aterros específicos, permitindo seu reaproveitamento futuro.
	B	Resíduos com potencial de reciclagem, como plásticos, papel, papelão, metal, vidro, madeira, gesso e outros. Deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário para viabilização do reaproveitamento.
	C	Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem / recuperação. Deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados, conforme com as normas técnicas vigentes.
	D	Resíduos perigosos oriundos do processo de construção, como tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados com esses materiais, oriundos de demolições, reformas e reparos. Deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados, conforme as normas técnicas vigentes.

Fonte: Adaptado de Brasil (2002, 2011)

Em contrapartida, os resíduos classe A da Resolução CONAMA n. 307 podem ser classificados, segundo a NBR 10.004 (ABNT, 2004), em não perigosos. Os resíduos não perigosos, por sua vez, são subdivididos em não inertes (classe II A) e inertes (classe II B). Nessa pesquisa, os resíduos considerados passíveis de reciclagem e produção de AR são aqueles classificados como inerte (ABNT, 2004, p.5), quando:

“[...] amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR10.007:2004, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme a ABNT NBR 10.006:2004, não tiverem nenhum dos seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor”.

Os agentes contaminantes presentes nos RCC podem ser definidos como os materiais de construção e outros componentes pertencentes às classes B, C e D; amianto e resíduos orgânicos, de acordo com a classificação da Resolução CONAMA n. 307 (BRASIL, 2002). Esses materiais, quando acondicionados ou reciclados junto aos resíduos classe A, podem reduzir ou até inviabilizar seu reaproveitamento e reuso em materiais de construção. Por isso, é importante a triagem dos RCC na fonte geradora.

O conhecimento do grau de contaminação e da composição de RCC propicia a elaboração de

estudos de viabilidade técnica (WIMALASENA *et al.*, 2010) e econômica, visto que indicam seu potencial para reaproveitamento e reciclagem (MERINO; GRACIA; AZEVEDO, 2010). No Brasil, grande parte dos RCC pertencem à classe A, mas possuem características diferentes, devido ao sistema construtivo e a qualificação da mão de obra.

Devido à variabilidade na composição de RCC (ANGULO, 2000), seus processos de reciclagem e disposição final podem contemplar: (a) comercialização com outros segmentos industriais; (b) destinação da fração mineral pré-segregada para usinas de reciclagem; (c) destinação da fração mineral para aterro de resíduos Classe A; (d) destinação de resíduos isentos de segregação para aterros de RSU e (e) deposição em áreas irregulares. O aterro de resíduos Classe A, no qual há a reservação de materiais segregados para futuro uso ou futura utilização da área, torna-se uma alternativa para municípios sem usinas de reciclagem.

2.2 CONTEXTO INTERNACIONAL

De acordo com Nunesmaia (2002), existem diferenças sociais e culturais que influenciam as práticas de gerenciamento de RSU, na Europa e no Brasil, mesmo que entre esses países existam instrumentos legais semelhantes sobre o tema. Nunesmaia (2002) relata que ações do movimento ambientalista e do partido verde na Europa, em meados de 1980, fortaleceram o debate sobre a relação entre resíduos, qualidade de vida e qualidade ambiental, favorecendo o desenvolvimento de políticas públicas referentes ao gerenciamento.

Entretanto, o aumento da produção de resíduos da União Europeia constitui uma barreira à política de gestão ambiental (STENIS, 2005). Por isso, faz-se necessário desacelerar a relação entre crescimento econômico e geração de resíduos, devido à construção, restauração e demolição de infraestruturas e edificações. Em vários países, os resíduos de construção e demolição representam grande parte dos resíduos sólidos urbanos (TAM, 2008) e causam impactos econômicos e ambientais, devido à geração e inadequada disposição, como em Taiwan (HSIAO *et al.*, 2002) e na Índia (PAPPU; SAXENA; ASOLEKAR, 2007).

Na Europa, o concreto e os produtos fabricados com esse material correspondem entre 35 a 40% da geração dos resíduos de construção (JAILLON; POON; CHIANG, 2009). O concreto constitui, também, grande parte dos resíduos de construção de edificações em Hong Kong (TAM, 2008) e na Malásia (BEGUM *et al.*, 2006), enquanto que na França os resíduos são provenientes da demolição de estruturas e edificações (ROUSSAT; DUJET; MÉHU, 2009).

Na literatura, não foi observado um consenso entre os pesquisadores, quanto ao método ou índice adequados para cálculo da geração de RCC. Segundo Yost; Halstead (1996), em muitos casos, a estimativa de geração de resíduos de construção baseia-se em níveis de produção *per capita* ou é proporcional ao volume gerado de resíduos urbanos. Por sua vez, Yahya; Boussabaine (2006) critica a comparação da geração de RCC entre países, porque cada país possui técnicas construtivas específicas, materiais e práticas no setor da construção.

No entanto, Jaillon; Poon; Chiang (2009) apresentam estimativas de geração, reutilização e destinação final de RCC, em alguns países da Europa e da Ásia (Tabela 1). Nessa tabela, verifica-se que Holanda (90%), Hong Kong (89%) e Bélgica (87%) detêm o maior índice de reaproveitamento de RCC, porém possuem uma geração anual entre 3 e 21,45 milhões de toneladas (Mt). Considerando-se, apenas o volume de resíduos reciclados ou reaproveitados, destacam-se Hong Kong (19,09 Mt), Reino Unido (13,5 Mt) e Alemanha (10,03 Mt).

Tabela 1: Estimativas de geração, reutilização e destinação final de RCC em países europeus e asiáticos

País	Geração RCC (10 ⁶ t)	Reutilizado/ Reciclado (%)	Reutilizado/ Reciclado (10 ⁶ t)	Incinerado/ Aterrado (%)
Alemanha	59	17	10,03	83
Reino Unido	30	45	13,50	55
França	24	15	3,60	85
Itália	20	9	1,80	91
Espanha	13	<5	<0,65	>95
Holanda	11	90	9,90	10
Bélgica	7	87	6,09	13
Áustria	5	41	2,05	59
Portugal	3	<5	<0,15	>95
Dinamarca	3	81	2,43	19
Grécia	2	<5	<0,10	>95
Suécia	2	21	0,42	79
Finlândia	1	45	0,45	55
Irlanda	1	<5	<0,05	>95
Luxemburgo	0	n.d.	n.d.	n.d.
Europa -15 (SYMONDS GROUP LIMITED, 1999)	180	28	50,40	72
Estados Unidos – 1996 (FRANKLIN ASSOCIATES, 1998)	136	30	40,80	70
Hong Kong -1999	13,55	79	10,70	21
Hong Kong - 2005	21,45	89	19,09	11
Singapura - 1999 (MEWR, 2006)	0,41	70	0,29	30
Singapura - 2005	0,49	94	0,46	6

Fonte: Adaptado de Jaillon; Poon; Chiang (2009, tradução nossa)

Ainda que as estimativas de geração sejam relevantes, em alguns países não existem bases de dados confiáveis e disponíveis sobre a geração de RCC (HSIAO *et al.*, 2002). Wimalasena *et al.* (2010) relatam a limitação de dados sobre resíduos de construção no Canadá. Na maioria dos casos, os dados referem-se aos resíduos de construção, em conjunto com os resíduos de demolição. Enquanto isso, segundo Begum *et al.* (2006) na Malásia as informações sobre o gerenciamento de RCC não são contabilizadas e disponibilizadas aos pesquisadores.

Nos países economicamente desenvolvidos, mesmo que a legislação ambiental e a participação popular sejam importantes instrumentos de reivindicação, “Grande parte dos resíduos de construção vai para os aterros sanitários” (TAM; TAM, 2006, p.212, tradução nossa). Isso ocorre no Canadá (WIMALASENA *et al.*, 2010), na Itália (BLENGINI; GARBARINO, 2010) e em Hong Kong (TAM, 2008), onde existe escassez de áreas para implantação e ampliação de aterros sanitários, próximos às fontes geradoras. De acordo com Petkovic *et al.* (2004), em grande parte dos países europeus a capacidade dos aterros sanitários está limitada e há escassez de recursos naturais.

Prova disso é que no decorrer dos próximos anos em Hong Kong, há previsão de esgotamento dos aterros sanitários (TAM, 2008; JAILLON; POON; CHIANG, 2009). Para mitigar tal situação, o governo local implantou em 2003, o método para planejamento do gerenciamento de resíduos na construção. As dificuldades de implantação foram investigadas por Tam (2008), a partir da análise das percepções de empreiteiros, consultores, funcionários públicos e profissionais da área ambiental. De acordo com Tam (2008), as maiores dificuldades relacionavam-se ao custo elevado do processo, ausência de incentivo financeiro do governo, redução da produtividade, limitações para reciclagem e nível de descrição dos procedimentos.

A Suécia enfrenta grandes dificuldades para gerenciamento de RCC no meio urbano (STENIS, 2005). Isso ocorre devido à elevada taxa para destinação final de RCC, que colabora para o surgimento de deposições ilegais. Em outros países, no entanto, ações institucionais e organizacionais promoveram aplicações dos RCC, como Taiwan (HSIAO *et al.*, 2002;), Inglaterra (CHICK; MICKLETHWAITE, 2004) e França (CHATEAU, 2007).

Por outro lado, nos países em desenvolvimento, segundo Asnani (1996 apud Joseph, 2006), vários fatores dificultam o gerenciamento dos resíduos, a saber: (a) pouca prioridade pelo assunto dos órgãos públicos; (b) técnicas/serviços ultrapassados e de baixa qualidade e (c) elevados custos operacionais. Esse conjunto de fatores colabora para um pequeno grau de reaproveitamento de materiais passíveis de reciclagem, dentre eles os RCC. Taiwan, também,

enfrenta dificuldades, devido à exploração ilegal de AN e a reduzida vida útil dos aterros sanitários, em função da geração de RCC e da densidade populacional (HSIAO *et al.*, 2002).

No contexto internacional, a Holanda é exemplo de país economicamente desenvolvido, que não consegue suprir a demanda interna de AN, devido à proximidade de esgotamento de suas reservas minerais. Entretanto, de acordo com Hendriks; Nijkerk; Van Koppen (2007) esta situação vem se alterando, a partir de vários fatores: políticas públicas, reciclagem de RCC, concessão de incentivos, para redução da geração de resíduos e uso de materiais reciclados.

Tendo em vista o aumento do nível de reaproveitamento e reciclagem, além da redução do volume de resíduos de construção aterrados, Kourmpanis *et al.* (2009) propõem a diversificação da destinação final. Nesse caso, o reuso dos resíduos deveria ocorrer na fonte e o restante do material deveria ser destinado para áreas de triagem, usinas móveis e fixas de reciclagem, e somente os resíduos sem potencial para reciclagem seriam enviados ao aterro.

2.3 CONTEXTO NACIONAL

2.3.1 Geração municipal e em canteiros de obras

Em relação à geração de RCC em nível municipal, a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), busca estimar a geração de RCC, através da correlação entre a população urbana e a quantidade de RSU coletada diariamente. De acordo com ABRELPE (2011), a investigação realizada em trezentos e cinquenta municípios brasileira, que juntos representavam 49,6% da população urbana brasileira (79.789.648 habitantes), revelou uma geração municipal de RCC variável, conforme a região (Tabela 2).

Tabela 2: Quantidade de RCC coletados pelos municípios investigados, distribuídos por Região, em 2010

Região	2009	População urbana (hab)	2010	
	RCC coletado (t/dia) / Geração (kg/hab/dia)		RCC coletado (t/dia)	Geração (kg/hab/dia)
Norte	3.405 / 0,297	11.663.184	3.514	0,301
Nordeste	15.663 / 0,412	38.816.895	17.995	0,464
Centro-Oeste	10.997 / 0,918	12.479.872	11.525	0,923
Sudeste	46.990 / 0,632	74.661.877	51.582	0,691
Sul	14.389 / 0,630	23.257.880	14.738	0,634
Brasil	91.444 / 0,576	160.879.708	99.354	0,618

Fonte: Adaptado de ABRELPE (2011) e Brasil (2010).

De fato, verificam-se limitações na metodologia para estimativa de geração em alguns municípios, o que dificulta sua replicabilidade nos Estados brasileiros e a comparação de indicadores. Por isso, não é adequada a adoção de um mesmo indicador de geração, para municípios com áreas ou populações similares. Um exemplo disso ocorre no município do Rio de Janeiro, no qual 60% de todos os resíduos gerados são provenientes da construção civil. Entretanto, esses dados não se encontram publicados pelos órgãos municipais (SAMPAIO; KLIGERMAN; FERREIRA JÚNIOR, 2009).

Dessa forma, para estimar a geração municipal de RCC é necessário adotar alguns índices disponíveis na literatura. Jadovski (2005) propõe a adoção de índices de geração conforme a intensidade, número de habitantes e área construída (Tabela 3). Enquanto isso, Pinto (1999) considera uma geração de resíduo de 150 kg/m² de área construída.

Tabela 3: Estimativas de geração de RCC, conforme a população e a área construída municipal

Item	Dado de entrada / Valor de referência	Equação de Cálculo
Arbitrado através do número de habitantes	Número de habitantes do município	Geração normal: 500 kg/hab.ano = 1,7 kg/hab.dia útil
		Geração baixa: 250 kg/hab.ano = 1,0 kg/hab.dia útil
Arbitrado através da área construída	Área construída por mês no município	Geração alta: 150 kg/m ² área construída
		Geração média: 100 kg/m ² área construída
		Geração baixa: 50 kg/m ² área construída

Fonte: Adaptado de Jadovski (2005)

Nesse sentido, a Tabela 4 apresenta a estimativa da geração de RCC no Brasil, a partir do crescimento populacional projetado entre 2011 e 2030 (BRASIL, 2004) e da mediana de geração de 0,5t/hab.ano (Pinto, 1999). No decorrer dos próximos anos, em função da elevada geração obtida, pressupõe-se que os RCC demandarão grandes áreas para implantação de aterros, e conseqüentemente, planejamento de ações eficazes pela administração pública.

Tabela 4: Geração estimada de RCC no Brasil, em função da projeção da população entre 2011-2030

Ano	População (hab)	Geração estimada (Mt)	Ano	População (hab)	Geração estimada (Mt)
2011	199.254.414	99.627	2021	221.098.714	110.549
2012	201.625.492	100.812	2022	223.089.661	111.544
2013	203.950.099	101.975	2023	225.050.475	112.525
2014	206.230.807	103.115	2024	226.979.194	113.489
2015	208.468.035	104.234	2025	228.873.717	114.436
2016	210.663.930	105.331	2026	230.731.063	115.365
2017	212.820.814	106.410	2027	232.547.226	116.273
2018	214.941.017	107.470	2028	234.321.464	117.160
2019	217.025.858	108.512	2029	236.052.867	118.026
2020	219.077.729	109.538	2030	237.737.676	118.868

Fonte: Adaptado de Brasil (2004)

Diversos estudos estimam a geração de resíduos em canteiros de obra. Essa geração pode ser influenciada, conforme Jaillon; Poon; Chiang (2009) pela técnica construtiva, disponibilidade de área para triagem e reciclagem no canteiro, nível de formação e de educação dos funcionários. Para esses pesquisadores, os funcionários com vínculo de trabalho temporário no canteiro (empregados), tendem a gerar grandes quantidades de resíduos. Por outro lado, Yahya; Boussabaine (2006) associam a geração de RCC à política de gerenciamento das construtoras, enquanto que Merino; Gracia; Azevedo (2010), à vida útil da edificação.

Katz; Baum (2011) constataram que o fluxo de resíduos nos canteiros variava de forma exponencial, sendo menor nas etapas iniciais e maior nas etapas finais da construção. Esses autores obtiveram a geração de RCC equivalente a $0,2 \text{ m}^3/\text{m}^2$. Por sua vez, Jaillon; Poon; Chiang (2009) comparam a geração média de resíduos entre as construções residenciais convencionais e pré-fabricadas, obtendo, respectivamente, $300 \text{ kg}/\text{m}^2$ e $140 \text{ kg}/\text{m}^2$.

Contrapondo-se aos índices relatados anteriormente, Mariano (2008) após a implantação e monitoramento do gerenciamento de resíduos no canteiro, obteve uma geração de resíduos equivalente a $34,2 \text{ kg}/\text{m}^2$. Esse resultado demonstra que os índices estimados por Pinto (1999) e Jadovski (2005) podem ser reduzidos, a partir de medidas para controle da geração na fonte.

O controle da geração de resíduos, segundo Gonzáles; Ramires (2005) contempla o gerenciamento adequado no canteiro; mudança da tecnologia construtiva, visando à redução de perdas durante a construção e reciclagem de resíduos. Além dessas, Sternieri; Pimentel; Lintz (2008) recomendam a organização do canteiro de obras e a localização estratégica do almoxarifado, em relação aos principais fluxos de materiais.

2.3.2 Impactos ambientais

A indústria da construção civil é considerada uma das mais poluidoras, e por isso, deve ser responsável pelos impactos ambientais, associados ao gerenciamento dos resíduos gerados, durante a construção da edificação. Dessa forma, é imprescindível a análise dos impactos ambientais associados ao gerenciamento de seus resíduos (YAHYA; BOUSSABAINÉ, 2006; MERINO; GRACIA; AZEVEDO, 2010).

Esses impactos são causados, segundo Sampaio; Kligerman; Ferreira Júnior (2009), devido à disposição desses resíduos, no entorno das construções. No decorrer do tempo, esses locais atraem a deposição de outros resíduos, como pneus, resíduos domiciliares, podas de árvores e outros. De acordo com Pinto (1999), esses fatores e a inexistência de programas municipais

para gerenciamento de resíduos colaboram para degradação da paisagem e da qualidade de vida, dificultam o tráfego e obstruem a rede de drenagem.

Nesse contexto, os períodos de grande precipitação pluvial colaboram para o agravamento da situação, já que o acúmulo de água pode provocar a proliferação de vetores, e consequentemente, surgimento de doenças, dentre as quais a dengue (PINTO, 1999; SAMPAIO; KLIGERMAN; FERREIRA JÚNIOR, 2009). No município do Rio de Janeiro, Sampaio; Kligerman; Ferreira Júnior (2009) constataram uma correlação significativa entre a área total licenciada para construção civil e o nível de incidência da dengue.

Diante da verificação dos vários problemas, de ordem econômica, ambiental e social, causados pelo gerenciamento inadequado de RCC, Kibert (2000) propõe a adoção de uma hierarquia para redução desses impactos (reduzir, reutilizar, reciclar, compostagem, incinera, aterrar), durante a construção ou demolição de edificações.

Isso é importante segundo Jaillon; Poon; Chiang (2009, p.309, tradução nossa) visto que: “A conservação dos recursos e a redução de resíduos são fatores cada vez mais importantes para construção sustentável”. Da mesma forma, para Niang; Soares (2004), a salvaguarda do ambiente natural e construído pode colaborar para valorização da imagem e torna-se um diferencial entre as construtoras, permitindo seu uso no *marketing* dos empreendimentos.

2.3.3 Referencial legal e normativo

O gerenciamento municipal de RCC no Brasil encontra-se em estágio embrionário, visto que são poucas as políticas públicas e investimentos para saneamento básico e desenvolvimento sustentável, quando comparadas ao volume de recursos investidos pelos países economicamente desenvolvidos. Contudo, nos últimos anos, ações institucionais do poder público visam alterar essa situação, por meio da elaboração do referencial legal e normativo.

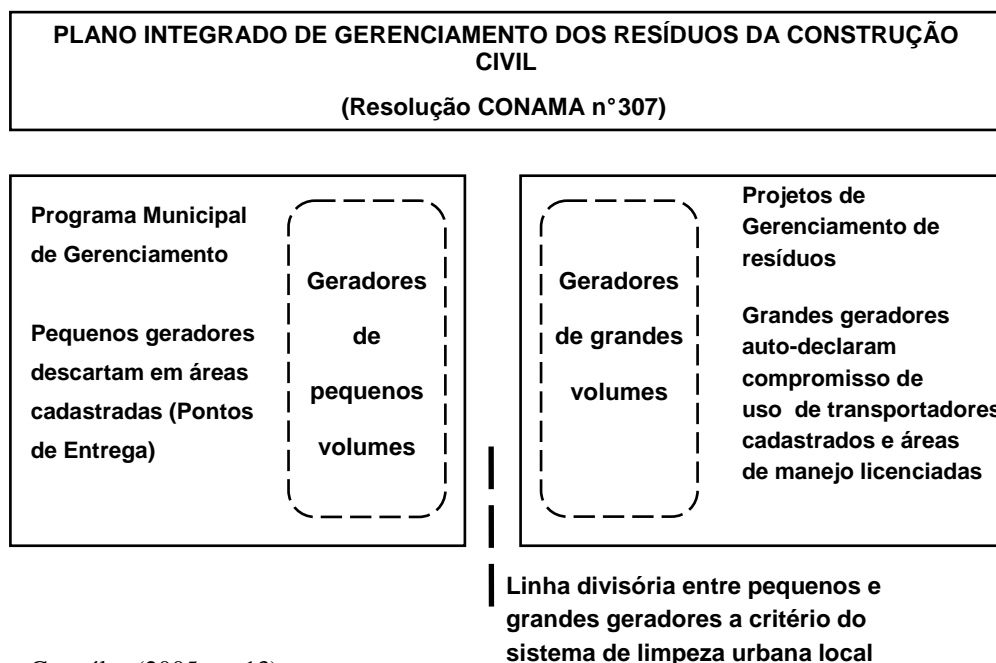
Em nível nacional, a constituição brasileira estabelece que a administração direta seja responsável pela gestão dos resíduos municipais. Estas ações “[...] compreendem a coleta, a limpeza pública bem como a destinação final desses resíduos, e exercem um forte impacto no orçamento das administrações municipais, podendo atingir 20% dos gastos da municipalidade” (IBGE, 2009, p.58). Além disso, o artigo 54 da lei n 9.605 (BRASIL, 1998), considera como crime ambiental os danos causados pelo despejo irregular de RCC a fauna, a flora e à saúde humana, estabelecendo uma série de penas e multas, conforme a situação.

Soma-se a isso, a Resolução CONAMA n.307 (BRASIL, 2002) que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para o gerenciamento de RCC, disciplinando as ações dos diversos agentes envolvidos nesse processo, em vigor desde 2 de janeiro de 2003.

Conforme essa Resolução, os agentes envolvidos dividem-se em três grupos: (a) geradores que são pessoas, físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, responsáveis por atividades ou empreendimentos que geram resíduos; (b) transportadores que são as pessoas, físicas ou jurídicas, encarregadas da coleta e do transporte dos resíduos, entre as fontes geradoras e (c) as áreas de destinação, que são aquelas destinadas ao seu beneficiamento ou à deposição final.

A Resolução CONAMA n.307 estabelece a prioridade da não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, reutilização, reciclagem e destinação final (BRASIL, 2002). Recomenda, inclusive, a elaboração do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PIGRCC), pelos municípios e Distrito Federal (Figura 2). Esse plano deve incorporar o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, destinado aos pequenos geradores e o Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC), responsabilidade dos grandes geradores.

Figura 2 - Articulação entre as redes receptoras de resíduos, conforme o tipo de gerador



Fonte: Pinto; Gonzáles (2005a, p.13)

Além da Resolução existe uma série de normas, em vigor no Brasil desde 2004, que busca viabilizar o desenvolvimento do setor de reciclagem de RCC, bem como aumentar a confiabilidade dos consumidores sobre os materiais produzidos com AR (Quadro 2).

Quadro 2 - Normas técnicas vigentes no Brasil relativas ao gerenciamento de RCC e a aplicação de AR

Normas técnicas	Objetivos
NBR 15.112	Definir condicionantes projetuais, técnicas e ambientais para as áreas de triagem e transbordo de RCC.
NBR 15.113	Definir as condicionantes projetuais, técnicas e ambientais para implantação dos aterros dos RCC.
NBR 15.114	Estabelecer diretrizes para a construção e a operação das áreas destinadas à reciclagem dos RCC.
NBR 15.115	Definir as características dos AR e os requisitos de desempenho para sua aplicação e controle na execução das camadas: reforço de subleito, sub-base, base e revestimento primário de estradas.
NBR 15.116	Definir as características dos AR e os requisitos de desempenho para sua aplicação e controle na execução de concreto sem função estrutural e demais artefatos de concreto.

Fonte: Adaptado de ABNT (2004 a, b, c, d, e)

A lei n.12305 (BRASIL, 2010) estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos, sancionada pelo Governo Federal, após vinte anos em tramitação no Congresso. Essa lei expõe os princípios, instrumentos econômicos e diretrizes, relativos à gestão integrada e gerenciamento de resíduos, atribuindo responsabilidades aos geradores e ao poder público. Em relação aos RCC, a lei reafirma as recomendações da Resolução CONAMA n.307.

2.3.4 Gerenciamento em nível municipal

A maioria dos municípios brasileiros não possui sistemas de gerenciamento de RCC (IBGE, 2010), segundo dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB). A PNSB 2008 avaliou em 5564 municípios brasileiros, os serviços de saneamento e condições ambientais, bem como sua influência na saúde e na qualidade de vida dos munícipes. A investigação sobre o gerenciamento de RCC abrangeu três etapas: coleta, processamento e disposição.

Dentre os municípios analisados, 4.031 possuíam serviço de manejo e 392 municípios contavam com o processamento, por meio de triagem simples ou em conjunto com a reciclagem (BRASIL, 2010). A Tabela 5 enfatiza os dados da Região Sudeste, obtidos nessa pesquisa, por se tratar da região de estudo, indicando diferenças quanto ao gerenciamento de RCC, referente à disponibilidade de serviços e instalações.

Diante disso, observa-se a ocorrência da gestão corretiva e da gestão diferenciada nessas regiões (PINTO, 1999). A gestão corretiva é mais comum (PINTO, 1999; SCHNEIDER, 2003a, b; ALMEIDA *et al.*, 2005), porque as Prefeituras buscam resolver a deposição irregular, por meio de ações paliativas. Isso também ocorre devido à falta de áreas receptoras e programas de reciclagem de resíduos. Sem alternativa, evidente, a população deposita os RCC em todo tipo de espaço.

Tabela 5: Municípios, total e com serviço de manejo de RCC, por forma de disposição no solo, segundo as Grandes Regiões e as Unidades da Federação em 2008

Grandes Regiões e Unidades da Federação	Municípios										
	Total	Com serviço de manejo dos resíduos de construção e demolição									
		Total	Forma de disposição no solo								Outra
			Em vazadouro, em conjunto com outros resíduos	Utilização sob Controle em aterro convencional, em conjunto com os demais resíduos	Sob controle, em pátio ou galpão de estocagem da prefeitura, específico para resíduos especiais	Transitória sob controle, em aterro da prefeitura específico para resíduos especiais	Transitória sob controle, em aterro de terceiros específico para resíduos especiais	Utilização definitiva e sob controle dos resíduos como material de aterro, pela prefeitura, após triagem e remoção dos resíduos classes B, C e D	Utilização definitiva e sob controle dos resíduos como material de aterro, por terceiros, após triagem e remoção dos resíduos classes B, C e D		
Brasil	5 564	4031	1330	442	176	267	181	503	292	1235	
Norte	449	293	148	27	5	13	11	16	12	71	
Nordeste	1 793	1454	744	92	21	46	56	143	114	391	
Sudeste	1 668	1272	207	202	105	126	65	220	97	391	
Minas Gerais	853	682	153	127	32	49	22	130	64	172	
Espírito Santo	78	60	6	8	1	-	5	19	7	22	
Rio de Janeiro	92	64	16	9	3	8	4	11	3	19	
São Paulo	645	466	32	58	69	69	34	60	23	178	
Sul	1 188	639	77	74	33	37	37	73	51	284	
Centro-Oeste	466	373	154	47	12	45	12	51	18	98	

Fonte: Adaptado de IBGE (2010)

Na maioria dos municípios brasileiros, limitações de ordem legal e técnica levam a disparidades financeiras, referentes aos custos da gestão de RCC. Conforme Pinto; Gonzáles (2005), os valores relativos ao aterramento e a gestão corretiva de RCC, são maiores do que àqueles atribuídos a sua reciclagem e uso de AR. Isso demonstra que o planejamento de redes integradas para recepção e reciclagem de RCC, bem como o uso de AR pela Prefeituras, reduziria os custos referentes à limpeza urbana e aquisição de materiais para obras públicas.

Por outro lado, poucos municípios, como Guarulhos e São José do Rio Preto, (São Paulo) e Belo Horizonte (Minas Gerais), realizam a gestão preventiva (NUNES; MAHLER; VALLE, 2005), caracterizada por ações de caráter preventivo e educativo junto aos geradores. Assim, Nunes; Mahler; Valle (2005) recomendam o desenvolvimento de estratégias para gestão de RCC em nível municipal e estudos de viabilidade, para subsidiar investimentos no setor.

Uma alternativa para gerenciamento de RCC seria o modelo proposto por Karpinski *et al.* (2008), que devido à interface amigável, poderia ser usado tanto pelos municípios, quanto por empresas da iniciativa privada. Esse modelo utiliza uma ferramenta computacional via página da *internet*. Dentre as informações fornecidas pelo programa, destacam-se classificação e tratamento para cada tipo de resíduo, síntese do PIGRCC municipal, indicação das áreas de deposição, cadastramento de geradores e transportadores de resíduo e outros.

2.3.5 Gerenciamento em canteiros de obra

O gerenciamento de RCC no canteiro de obras, após sua geração, compreende as etapas de segregação, acondicionamento e destinação final, buscando reduzir, reusar ou reciclar esses resíduos. Em relação à segregação, Almeida *et al.* (2005) e Stenis (2005) recomendam sua realização em cada frente de serviço, representado uma economia significativa no custo da destinação final. Isso é necessário, pois a falta de segregação dos resíduos classes A e B, durante seu acondicionamento, causa um aumento de 25% no volume total do material, e provoca aumento dos custos com locação e transporte de caçambas.

Quanto às formas de acondicionamento e transporte de resíduos, essas podem variar conforme o volume, o equipamento de transporte vertical (grua, duto vertical, prancha, elevador de carga e outros) e as práticas de gerenciamento em cada construtora. Contudo, parte das construtoras brasileiras adotam, usualmente, as práticas descritas por Almeida *et al.* (2005), para direcionar o fluxo de resíduos em seus canteiros (Quadro 3). Os recipientes metálicos,

comumente, utilizados para acondicionamento e transporte desses resíduos serão denominados, ora em diante, de caçambas coletoras.

Quadro 3 - Situação usual do fluxo interno de resíduos em um canteiro de obras com gerenciamento

Resíduo	Acondicionamento inicial	Transporte interno	Acondicionamento final
Classe A (alvenaria, concreto, cerâmica, argamassa)	Acondicionamento em pilha próximo ao local de transporte interno	Elevadores de carga ou condutores para resíduos	Caçambas estacionárias ou baias sinalizadas próximas ao local de coleta
Madeira	Bombonas plásticas (pequenos volumes) ou pilhas próximas ao local de transporte interno	Transporte horizontal manualmente e vertical com auxílio de elevador de carga. Sacos de rafia usados para auxiliar o transporte.	Baias sinalizadas próximas ao local de carregamento do caminhão
Serragem	Saco de rafia na frente de serviço e carpintaria		Saco de rafia na baia de madeira
Plástico	Bombonas plásticas a cada pavimento		<i>Big bags</i> (sic)
Papel e papelão	Bombonas plásticas (pequenos volumes) ou fardos próximos ao local de transporte interno		<i>Big bags</i> (sic) ou fardos protegidos da chuva
Metal	Bombonas plásticas		Baias próximas ao local de carregamento ou à serralheria
Gesso	Sacos de papelão (embalagem de gesso)		Caçambas estacionárias ou baias sinalizadas próximas ao local de coleta
Resíduos perigosos (Classe D)	Encaminhar para acondicionamento final	Transporte manual	Baias para resíduos perigosos
Resíduo orgânico	Lata de lixo com sacos plásticos	Manual	-

Fonte: Almeida *et al.* (2005, p.5)

Nos centros urbanos, a coleta e o transporte de RCC para destinação final podem ser realizados por empresas de transporte ou carroceiros. Em localidades afastadas dos centros urbanos, esse transporte é realizado por carroças, caminhonetes, caminhões e outros (VALENÇA; WANDERLEY; MELO, 2007). Porém, em muitos municípios não ocorre a fiscalização das atividades desses agentes, o que pode colaborar para deposição de resíduos em áreas inadequadas. Verificam-se na literatura, poucos estudos sobre a influência desses agentes transportadores na gestão municipal de RCC.

De acordo com Schneider (2003), o custo operacional de empresas cadastradas e licenciadas, para coleta e transporte de resíduos, pode conduzir novos empreendedores a optarem pela atividade clandestina. Soma-se a isso o fato dessa categoria ser “[...] altamente fragmentada e competitiva, com baixo nível tecnológico e de organização; baixas barreiras de entrada; ameaça constante pela entrada de novos concorrentes; margens de lucro muito pequenas [...]” (VALENÇA; WANDERLEY; MELO, 2007, p.6).

Na verdade, para esses autores outras dificuldades favorecem a clandestinidade do setor, como: (a) instabilidade do setor imobiliário; (b) concorrência entre empresas; (c) limitações operacionais nos centros urbanos; (d) baixa conscientização do contratante; (e) distância elevada entre a fonte geradora e a disposição final legalizada; (f) falta e/ou insuficiência de legislação e fiscalização municipal e (g) elevadas barreiras de saída.

Por outro lado, segundo Valença; Wanderley; Melo (2007) as empresas de transporte legalizadas buscam alternativas para continuarem no mercado, como: (a) diversificação dos serviços, por meio da demolição de edificações e coleta de outros resíduos; (b) formação de operações consorciadas para triagem e reciclagem de RCC; (c) realização de pesquisas de mercado e análise da concorrência e (d) redução dos custos operacionais.

Inserida nesse contexto, Araujo; Günther (2007, p.148) analisam a influência das caçambas coletoras de RCC, “[...] empregadas de forma mais intensa, em cidades brasileiras, a partir da década de 1990, acompanhando o crescimento urbano”, saúde pública e ambiental. Entre as situações diagnosticadas pelas autoras destacam-se: acondicionamento superior ao volume (Figura 3); mistura entre resíduos de classes diferentes (Figura 4); manipulação do conteúdo por pessoas e animais; estacionamento em pontos prejudiciais ao sistema viário e outros.

Figura 3 - Caçambas coletoras situadas em vagas de estacionamento, em Vitória (ES)



Figura 4 - Mistura de diferentes resíduos na caçamba coletora, em Belo Horizonte (MG)



Além das referidas empresas, os carroceiros, também, são responsáveis pelo transporte de RCC. Silva; Brito (2006) analisam sua inclusão social, em um programa que procura reduzir a disposição irregular de resíduos, em Belo Horizonte. Esse programa busca a conscientização ambiental e cadastramento do carroceiro; área para deposição dos resíduos; incentivo à formação de associações; promoção de palestras e acompanhamento da saúde do equino.

Independente do tipo de agente transportador, selecionado pelos geradores, a Resolução CONAMA n.307 (BRASIL, 2002) recomenda que os RCC sejam enviados para aterros

específicos para esse fim, onde ocorra sua destinação final de forma adequada. Segundo Wimalasena *et al.* (2010), esse tipo de aterro gera poucos impactos ambientais, devido ao pequeno nível de materiais biodegradáveis presentes nos RCC.

Diante desse quadro, as construtoras deveriam utilizar o gerenciamento de RCC como uma vantagem competitiva em relação aos seus concorrentes, visto que as boas práticas de gerenciamento indicam a responsabilidade socioambiental da empresa (MERINO; GRACIA; AZEVEDO, 2010). Para tanto, os processos de implantação e replicação são fundamentais para consolidação dos planos de gerenciamento, em obras da mesma construtora (ALMEIDA *et al.*, 2005; LORDSLEEM JÚNIOR *et al.*, 2006). Soma-se a isso, a participação da alta direção e de funcionários do canteiro (LÔRDELO; EVANGELISTA; FERRAZ, 2007), aliada a sensibilização, por meio de ferramentas que facilitem o treinamento.

2.3.5.1 Reciclagem e reaproveitamento

Na literatura, vários estudos investigam os benefícios e as dificuldades para desenvolvimento da reciclagem de RCC em canteiros de obras (BEGUM *et al.*, 2006; SILVA *et al.* 2006; TAM, 2008; EVANGELISTA; COSTA; ZANTA, 2010). Esses estudos enfatizam a necessidade de capacitação dos empreiteiros e construtores com vistas à minimização da geração de resíduos e redução de custos da edificação. Para Tam; Tam; Le (2010), os agentes recicladores deveriam ser incorporados como uma parte do projeto construtivo.

No canteiro de obras, a reciclagem e o reuso de resíduos classe A contribui para redução dos custos de transporte e destinação final, tornando-se uma prática sustentável, na medida em que reduz o lançamento de gases nocivos na atmosfera e o consumo de recursos naturais. Durante a construção de uma edificação comercial, em São José dos Campos, a utilização de um equipamento de reciclagem móvel, de acordo com Silva *et al.* (2006), diminuiu em 63,3%, o custo mensal da construtora referente à aquisição de areia, devido à utilização de AR produzido no canteiro, para a execução de contrapiso e argamassa para revestimento.

Entretanto, para viabilizar esse processo, Reggio; Ohashi (2008) recomendam a utilização de um equipamento de reciclagem móvel. Esse equipamento apresenta como características alta produtividade de AR (50 a 150 t/h), operação independente de infraestrutura prévia, mobilidade no canteiro, possibilitando a comercialização de AR e de resíduos metálicos (aço). Inserido nesse contexto, Evangelista; Costa; Zanta (2010) propõem um método para sistematização da reciclagem de resíduos classe A, com uma unidade de reciclagem móvel de

RCC (Figura 5), em três canteiros de obras de Salvador (Bahia). Esse método envolve o desenvolvimento de um fluxograma, procedimento operacional e monitoramento do processo.

Figura 5 - Central de reciclagem móvel utilizada para reciclagem em canteiro de obra



Fonte: Evangelista; Costa; Zanta (2010,p.30)

Todavia, Yahya; Boussabaine (2006) recomendam o levantamento do potencial, aplicabilidade e reciclabilidade dos RCC, antes de seu envio para o aterro sanitário ou incinerador. No entanto, no PGRCC poucas construtoras buscam agregar valor ao gerenciamento e reaproveitar, parte dos resíduos, no canteiro. Isso ocorre, por exemplo, em Belém (Pará), onde algumas construtoras apresentam diferenças, quanto ao tipo de destinação final, segundo Teles; Assunção; Jesus (2007). Diante disso, os autores sugerem parcerias entre Universidades, Prefeituras, construtoras e empresas que comercializam resíduos classe B, para incentivar o reaproveitamento e reciclagem dos resíduos.

2.3.5.2 Modelos

O gerenciamento de RCC em canteiros de obra está associado às questões de concepção do projeto, desperdício de materiais, falta de qualificação da mão de obra e outros. No entanto, para que o gerenciamento ocorra Marcondes; Cardoso (2005) e Tam; Tam, (2006) recomendam a elaboração de um plano ou modelo de gerenciamento de RCC, em função das tecnologias construtivas e da organização dos canteiros. Tam; Tam (2006) e Miranda; Angulo; Careli (2009) associam o êxito do plano de gerenciamento às ações integradoras, entre os agentes intervenientes nesse processo, desde o nível gerencial até o operacional.

De acordo com Araújo; Cardoso (2007), o gerenciamento deve contemplar diretrizes tecnológicas e gerenciais, a saber: (a) realizar a demolição seletiva; (b) planejar ligações provisórias; (c) prever construções modulares provisórias; (d) armazenar e proteger materiais de construção; (e) planejar fluxos; (f) estabelecer rotinas de manutenção; (g) consumir recursos de forma sustentável; (g) minimizar impactos dos resíduos perigosos e outros.

Nesse contexto, no que diz respeito à implantação de modelos de gerenciamento no canteiro, alguns fatores podem incentivar essa situação, como redução de despesas com transporte e destinação final, adequação aos instrumentos legais e normativos vigentes. No entanto, para Marcondes; Cardoso (2005, p.3) isto: “Aborda fatores como a disponibilidade de dados, a atribuição de responsabilidades aos diversos agentes, a quantificação e a avaliação de aspectos tangíveis e intangíveis, como retorno econômico e custos sociais”.

As principais deficiências relativas à gestão da informação sobre RCC no canteiro referem-se à ausência de registros, retrabalho no preenchimento de relatórios, limitações para acessos à informação, tempo para obtenção e outras (MARCONDES; CARDOSO, 2006). Diante disso, esses autores propõem o uso de uma ferramenta computacional, para integrar o sistema de gerenciamento de RCC ao sistema da empresa, no qual o processamento das informações, a partir de documentos existentes, produziria relatórios para acompanhamento periódico.

De forma semelhante, Pandolfo *et al.* (2007) propõem a utilização de uma ferramenta para diagnosticar a geração de resíduos, de forma quantitativa (volume em metros cúbicos) e qualitativa (classificação, disposição e destinação final). A avaliação qualitativa proporciona a visão do ciclo de RCC, durante a construção e contempla: forma de manifestação, momento de incidência, causas e origem no canteiro de obras.

Vários estudos propõem modelos para o gerenciamento de RCC em canteiros de obra. Niang; Soares (2004) relatam a experiência francesa, no programa experimental canteiros de obras verdes (*chantiers verts*), que adotou princípios de qualidade ambiental, durante a fase de concepção da edificação. Esses princípios foram embasados na obra, entorno, ambiente construído e população, a partir da intervenção em vários fluxos: entrada, interno e saída.

Por sua vez, o modelo de Marcondes; Cardoso (2005) busca integrar os agentes intervenientes nesse processo, com vistas à viabilização do reaproveitamento e reciclagem desses resíduos pela própria ICC. Esse modelo contempla as etapas de desenvolvimento dos fornecedores, processo produtivo, reaproveitamento e destinação final.

Por outro lado, Yahya; Boussabaine (2006, p.7, tradução nossa) propõem o gerenciamento sustentável dos RCC, por meio do cálculo do eco-custo dos impactos ambientais “[...] que levam em consideração os impactos ambientais diretos e indiretos gerados a partir do uso dos resíduos”. Esses custos devem ser estimados, considerando a vida útil da edificação, tendo em vista à prevenção da poluição, o uso sustentável e a preservação das reservas de recursos

naturais. Conforme os autores, uma das aplicações do eco-custo diz respeito à avaliação do desempenho ambiental dos sistemas construtivos, no fim da vida útil da edificação.

Enquanto isso, Leite; Neves; Gomes (2009) sugerem o emprego de um modelo a partir do conceito do ciclo PDCA – do inglês *Plan, Do, Check e Action*, em canteiros de obra de edificações verticais. Esse modelo seria aplicado nas atividades de caracterização, triagem, transporte, reutilização e destinação final dos resíduos (Quadro 4).

Quadro 4 - Metodologia para de resíduos baseada no princípio PDCA

Etapa	Ações a serem desenvolvidas
<i>Plan</i> (aplicação do planejamento)	Implantação, materiais, pessoas e processos; disponibilização de recipientes para deposição dos resíduos; definição dos aspectos gerais da limpeza; definição dos fluxos dos resíduos; acondicionamento para o destino final.
<i>Do</i> (aplicação da execução)	Treinar, executar o método e as tarefas conforme previstos no plano.
<i>Check</i> (avaliação dos resultados)	Verificação do trabalho e dos índices medidos <i>in loco</i> .
<i>Action</i> (ação corretiva)	Correção das não conformidades, ênfase dos pontos positivos, elaboração de ferramentas para continuidade do plano e início de um novo ciclo.

Fonte: Adaptado de Leite; Neves; Gomes (2009)

Ainda que existam diversos modelos de gerenciamento, devido à resistência à implantação por parte das construtoras, pressupõe-se que a ausência de legislação em nível municipal, colabora para essa situação. Além disso, Araújo *et al.* (2005, p.5) apontam outra variável: “Os custos são sempre colocados pelas empresas como ‘justificativa’ para a não implementação de uma legislação do tipo da Resolução nº. 307”.

2.3.5.3 Desenvolvimento pelas construtoras

Grande parte das construtoras e dos municípios brasileiros não realizam as recomendações para gerenciamento de RCC, propostas pela Resolução CONAMA n.307 (ROSA; HOCHHEIM, 2006, MIRANDA; ANGULO; CARELI, 2009). Em relação “[...] a situação quanto ao gerenciamento dos resíduos gerados permanece praticamente a mesma de antes da publicação da referida resolução, salvo algumas pequenas exceções” (ARAÚJO; MEIRA; MEIRA 2007, p.2). De acordo com Lordsleem Júnior *et al.* (2006), isso ocorre porque ações transformadoras pelos setores público e privado, ainda, estão em fase de implantação no país.

Prova disso é que segundo Miranda; Angulo; Careli (2009) apenas 1% das construtoras brasileiras possuem o PGRCC (Quadro 5). Em muitos desses casos, isso ocorre em função do Projeto Competir, fruto da parceria entre o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), Serviço Brasileiro de Apoio às Micro Pequenas Empresas (SEBRAE) e Agência

Alemã de Cooperação Técnica (em alemão, *Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit - GTZ*). Esse projeto implanta nos canteiros a metodologia de gerenciamento de RCC denominada de Obra Limpa.

Quadro 5 - Construtoras assistidas por empresas de consultoria ou outras instituições na gestão de RCC

Estado	Número de empresas assistidas	Suporte técnico
AL	12	Projeto Competir NE (SENAI, SEBRAE, GTZ)
BA	20	Projeto Competir NE (SENAI, SEBRAE, GTZ)
DF	25	Universidade de Brasília
MA	09	Projeto Competir NE (SENAI, SEBRAE, GTZ)
MG	07	SENAI
PE	28	SENAI e Poli-UPE
PI	04	Projeto Competir NE (SENAI, SEBRAE, GTZ)
RN	06	Projeto Competir NE (SENAI, SEBRAE, GTZ)
SE	20	MC Engenharia
SP	60	Obra Limpa
Total	191	-

Fonte: Careli (2008, p.52)

Em contrapartida, existem construtoras que possuem o PGRCC, devido a obrigações contratuais e aos requisitos da legislação municipal, para aprovação execução de empreendimentos. No entanto, grande parte desses projetos não é implantada. Desse modo, o planejamento de ações integradas para os agentes envolvidos no gerenciamento de RCC, de acordo com Miranda; Angulo; Careli (2009, p.59) é imprescindível, tendo em vista a “[...] legislação específica, de ação coercitiva (fiscalização) e socioeducativa [...]”.

Na literatura, estudos abordaram diagnósticos em canteiros de obra, em diferentes municípios brasileiros, para verificação das recomendações propostas pela Resolução CONAMA n.307 (ARAÚJO *et al.*, 2005; MAITELLI *et al.*, 2005; CARNEIRO *et al.*, 2006; TELES; ASSUNÇÃO; JESUS, 2007; PANDOLFO *et al.*, 2007; STERNIERI; PIMENTEL; LINTZ, 2008; COSTA; NÓBREGA, 2009; FARIAS; NEVES, 2010; REMBISKI *et al.*, 2010).

Maitelli *et al.* (2005) investigaram o gerenciamento de resíduos de concreto em Natal (Rio Grande do Norte), tendo em vista seu potencial de reciclagem. Esses autores constataram que somente 41,6% das construtoras estimavam a geração de resíduos. Na maioria das empresas, os resíduos não eram segregados ou acondicionados e, além disso, a destinação final era desconhecida por 35% das construtoras. O reaproveitamento de resíduos no próprio canteiro (argamassa, contrapiso, regularização de nível) era realizado por 25% das construtoras. Os resultados obtidos por Rembiski *et al.* (2010) corroboram com este estudo.

Sternieri; Pimentel; Lintz (2008) constataram que as seis construtoras analisadas, em Campinas (SP), não possuíam gerenciamento de resíduos. Ainda assim, essas construtoras realizavam a coleta seletiva de materiais e mantinham os canteiros de obra limpos e organizados. Enquanto isso, Farias; Neves (2010) revelam que, no município de Belém (PA), a falta do gerenciamento de resíduos nas duas construtoras analisadas, relaciona-se à inexistência do PGRCC. Porém, essas construtoras reutilizam no próprio canteiro parte dos resíduos (madeira, revestimento cerâmico, isopor e outros).

Por sua vez, visando difundir as práticas de gerenciamento de RCC, entre as construtoras, vem ocorrendo algumas iniciativas das regionais do Sindicato da Indústria da Construção Civil (SINDUSCON). Dentre estas, encontram-se a organização, publicação e distribuição gratuita de manuais, visando o treinamento de profissionais para atuarem na elaboração do PGRCC em diversos Estados, como São Paulo, Minas Gerais e Brasília (Quadro 6).

Quadro 6 - Publicações sobre gerenciamento de RCC, organizadas pelo SINDUSCON em diversos Estados

Publicação	Unidade federativa	Instituições envolvidas	Ano
Gestão ambiental dos resíduos da construção civil – A experiência do Sinduscon-SP	SP	Sinduscon-SP, Informações e Técnicas e Obra Limpa	2005
Programa Entulho Limpo (1ª Etapa) – Coleta Seletiva	DF	Sinduscon-DF, Ecoatitude e Universidade de Brasília	2000
Cartilha de gerenciamento de resíduos sólidos para a construção civil	MG	Sinduscon-MG, Senai-MG e Sebrae- MG	2005
Gestão de resíduos na construção civil	SE	Sinduscon-SE, Senai-SE e Sebrae-SE	2005
Programa Entulho Limpo – Resíduos da construção e demolição	PE	Sinduscon-PE, Sebrae-PE e Ademi-PE	2004

Fonte: Careli (2008, p.52)

No entanto, para obtenção de bons resultados, durante a implantação do gerenciamento de RCC, é necessário o monitoramento periódico de índices, por meio de relatórios, referentes à geração, triagem e destinação de resíduos. Na literatura, foram encontrados diversos estudos realizados por meio de visitas técnicas, entrevistas e observação desses aspectos em canteiros de obra, que forneceram recomendações para o acompanhamento desse processo.

2.3.5.4 Custos relativos à implantação

Em relação aos custos de gerenciamento, Begum *et al.* (2006); Yahya; Boussabaine (2006); Stenis (2005) desenvolveram modelos para estimativa do custo ambiental do RCC, no qual analisam a relação entre processo, política, tecnologia, impacto e custo. Esses estudos buscaram incentivar o gerenciamento de RCC. Para Begum *et al.* (2006), vários fatores

interferem no custo do gerenciamento, estando relacionados à coleta e a separação de resíduos como: (a) frequência; (b) tempo médio; (c) total de funcionários utilizados; (d) custo da hora produtiva do funcionário e (e) volume médio de resíduos.

Entretanto, a viabilidade econômica da minimização da geração de resíduos é importante para o desenvolvimento de sistemas de gerenciamento pela ICC (BEGUM *et al.*, 2006). O custo dos benefícios devem ser inferiores aos custos dos sistemas de gerenciamento. De acordo com Araujo *et al.* (2005), os custos podem variar em função do volume de resíduos, do tipo e do porte da obra, e por isso, devem ser monitorados em conjunto com as receitas, provenientes de gerenciamento dos resíduos, durante as etapas de implantação, execução e manutenção.

De forma semelhante, para os empreiteiros de Hong Kong, a implementação de programas de gerenciamento de RCC demanda grandes investimentos nas etapas iniciais do projeto (TAM, 2008). Nessa fase acontece a definição do planejamento físico do canteiro; a especificação de materiais de construção de baixo impacto ambiental; a aquisição de equipamentos para reciclagem e acondicionamento de RCC. Conforme Tam (2008), o investimento para esse conjunto de ações dificulta a mudança de atitude desses empreiteiros.

Por outro lado, os benefícios advindos do gerenciamento de RCC podem ser verificados na avaliação da eficiência (Tabela 6) do modelo proposto por Mariano (2008). Esse modelo possibilitou a economia de R\$1,85/m², em função do reaproveitamento de grande parte dos resíduos de concreto, argamassa e cerâmica no próprio canteiro (45,45m³) e redução dos custos com transporte e destinação final (125 m³).

Tabela 6: Avaliação da eficiência do modelo de gerenciamento de resíduos em canteiros

Material	Quantidade adquirida (t)	Quantidade desperdiçada (t)	Eficiência (%)
Concreto	2.175,38	40,54	98,14
Cerâmica	508,72	11,38	97,76
Argamassa	629,78	13,07	97,92
Fibrocimento	27,55	2,81	89,80
Madeira	88,34	75,1	14,98
Total	3.429,77	142,90	95,83

Fonte: Mariano (2008, p.75)

De fato, segundo Yahya; Boussabaine (2006), as construtoras demonstram resistência para adoção de sistemas de gerenciamento, quando o volume de resíduos gerados é pequeno. Soma-se a isso, a falta de coordenação entre os projetos, que colabora para aumento da geração de RCC. Contudo, a variação no volume de resíduos gerados em um canteiro depende, significativamente, do projeto executado (JAILLON; POON; CHIANG, 2009).

2.4 O PAPEL DOS AGENTES INTERVENIENTES NO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

Vários estudos precedentes empregam a análise da percepção de *stakeholders* sobre RSU. A participação dos *stakeholders* nos setores econômico, institucional e social é fundamental para quebra de paradigmas de produção e consumo, tendo em vista a inserção de resíduos na produção de materiais de construção (CHICK; MICKLETHWAITE, 2004; JOSEPH, 2006; LORDSLEEM JUNIOR *et al.*, 2006; CHATEAU, 2007; MERINO;GRACIA; AZEVEDO, 2010). Nesse trabalho, os *stakeholders* serão denominados de agentes intervenientes.

Begum *et al.* (2009) buscaram correlacionar as atitudes e o comportamento de cento e trinta empreiteiros da Malásia, referentes ao gerenciamento de RCC no canteiro. Esses autores verificaram que 70% dos empreiteiros não separavam os resíduos no canteiro, se não estivesse especificado em contrato e 65% depositavam os resíduos em aterros. Isso ocorria, segundo Begum *et al.* (2009), devido ao custo do processo, o desconhecimento dos problemas causados pelos resíduos e as medidas necessárias para sua redução e minimização na fonte. Como resultado, esses autores encontraram variáveis que afetam as atitudes e o comportamento desses agentes (Quadro 7).

Quadro 7 - Fatores relativos às atitudes e o comportamento dos empreiteiros

Fatores relativos às atitudes	Fatores relativos ao comportamento
<ul style="list-style-type: none">• Porte do empreiteiro• Redução da geração na fonte• Medidas para reuso e reciclagem• Frequência de coleta dos resíduos• Capacitação dos funcionários sobre o tema• Métodos de destinação do resíduo	<ul style="list-style-type: none">• Nível de qualificação dos funcionários• Experiência dos empreiteiros no setor• Medidas para redução da geração na fonte• Reuso de materiais• Comportamento para destinação do resíduo• Atitudes positivas quanto ao gerenciamento

Fonte: Adaptado de Begum *et al.* (2009)

Nos países em desenvolvimento, a gestão integrada de RSU deve abranger ações interdisciplinares para melhorar a qualidade de vida da população. Nesse sentido, a participação dos agentes intervenientes é fundamental para o êxito de sistemas de gestão (JOSEPH, 2006), devido às atribuições de um grupo de onze agentes (Quadro 8), distribuídos em nível nacional, estadual e municipal.

Quadro 8 - Atribuições dos agentes intervenientes para proteção ambiental

Ator	Papel / Interesse
Agência reguladora ambiental	Definir normas e padrões ambientais, monitoramento e fiscalização
Agência de planejamento	Integrar a dimensão ambiental no desenvolvimento do planejamento
Políticos	Elaborar política pública orientadora, com vista em longo prazo, na alocação de recursos
Agências setoriais	Coordenar de forma intersetorial e incorporar aspectos ambientais nos projetos
Setor público	Participar na tomada de decisões, implementação e monitoramento
ONGs	Mobilizar a participação da comunidade, expressando a preocupação local
Iniciativa privada	Pesquisar e tomar medidas apropriadas
Mídia	Promover a conscientização ambiental direcionada a prioridades locais reais, em vez de sensacionalismo
Comunidade científica	Enfatizar as necessidades da população vulnerável e de comunicação para público mais amplo, incluindo legisladores, planejadores e gestores
Instituições financeiras	Apoiar o desenvolvimento ambientalmente eficaz

Fonte: Joseph (2006, p.865, tradução nossa)

Nessa perspectiva, Ottaiano (2007) analisa a percepção ambiental de estudantes de arquitetura e engenharia civil, sobre o gerenciamento de RCC e o desenvolvimento de ações sustentáveis pela ICC. Dentre esses estudantes, 82,7% acreditam que as decisões tomadas na fase de projeto são muito importantes. Por isso, para 83,3% dos respondentes, tais decisões influenciam os impactos causados pela edificação durante sua vida útil.

No entanto, cerca de 87,0% dos estudantes não conhece o conteúdo da Resolução CONAMA n.307 (OTTAIANO, 2007). Como consequência, verifica-se que 88,9% desconhecem o significado da sigla RCC e as etapas de sua gestão nos municípios, o que pode ocorrer em função do tratamento superficial das instituições de ensino superior em relação ao tema, na opinião de 60,5% dos respondentes. Esses resultados indicam a necessidade de aprofundamento no tema pelas Instituições de Ensino Superior (IES).

3 RECICLAGEM DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

Neste capítulo serão abordados aspectos referentes à reciclagem no contexto internacional e nacional. No cenário brasileiro será enfatizado o modo de operação e estudos sobre usinas de reciclagem. Em seguida, serão apresentadas, de forma sucinta, características dos agregados reciclados e possibilidades de aplicação em material de construção. Na sequência, serão comentados aspectos da gestão de mercados de novos materiais com insumos reciclados.

3.1 BREVE HISTÓRICO E DEFINIÇÃO

Somente a partir de 1946, após a Segunda Guerra Mundial, conforme Levy (2007) iniciou-se a reciclagem de RCC para reconstrução de cidades da Europa. Nesse período, de acordo com Hendriks; Nijkerk; Van Koppen (2007), a Holanda e a Alemanha utilizaram RCC como agregado para concreto. Atualmente, segundo os autores, a reciclagem de RCC é a maior em nível mundial, em termos de volume e peso, dentre os demais setores (metal, papel e outros).

No Brasil, as primeiras experiências de reciclagem de RCC ocorreram em meados de 1990 nos municípios de Belo Horizonte e São Paulo, nos quais foram implantadas usinas de reciclagem com vistas à produção de AR para pavimentação de vias. Entretanto, algumas dessas experiências iniciais não obtiveram êxito. A análise do desenvolvimento do setor de reciclagem de RCC (Quadro 9) demonstra ausência de planejamento estratégico. Pontualmente, verifica-se o desenvolvimento de pesquisas em instituições de ensino e elaboração de legislação referente ao gerenciamento municipal de RCC e uso de AR.

Quadro 9 - Breve histórico sobre o gerenciamento e reciclagem de RCC no Brasil

Ano	Fatos	Fonte
1946	Início do desenvolvimento da tecnologia de reciclagem de RCC em cidades europeias no período pós-guerra	Wedler, Hummel (1946) apud Levy (2001)
1986	Início da utilização de RCC em substituição ao AN em argamassas por Pinto (1986)	Zordan (1997)
1991	Implantação da primeira usina de reciclagem pública em São Paulo	Miranda; Angulo; Careli (2009)
1998	Implantação da primeira usina de reciclagem privada em São Paulo	
2003	Entra em vigor a Resolução CONAMA n.307, fornecendo prazos distintos para adequação dos atores envolvidos no gerenciamento de RCC	Brasil (2002)
2004	Encerramento dos prazos para adequação previstos pela resolução	Brasil (2002)
2004	Publicação da série de normas NBR 15.113 à NBR 15.116, referentes às áreas de triagem, reciclagem, destinação final dos RCC e utilização de AR	ABNT (2004)
2005	Publicação de manuais orientadores para gerenciamento e financiamento de atividades de manejo dos RCC pela Caixa Econômica Federal	CAIXA (2005)
2006	Realização de estudo piloto para produção de areia reciclada lavada, em usina de reciclagem privada situada em São Paulo	Nascimento (2006)
2010	Aprovação da Política Nacional de Resíduos Sólidos	Brasil (2010)
2011	Revisão da Resolução CONAMA n.307 e publicação da Resolução CONAMA n.431, reclassificando o gesso como resíduo Classe B	Brasil (2011)

A reciclagem, segundo Hendriks; Nijkerk; Van Koppen (2007, p.15, tradução nossa), pode ser definida como o “ciclo completo de ‘novo-velho-novo’ e implica uma série de operações: coleta, desagregação, classificação, tratamento e subsequente retorno ao produtor original, que novamente transforma em uma ‘nova’, mas secundária, matéria-prima”. Nesse sentido, para Hendriks; Nijkerk; Van Koppen (2007), as matérias-primas secundárias são aquelas recuperadas ou reutilizadas, sem propriedades homogêneas, enquanto que as matérias-primas primárias, de origem mineral ou vegetal, precisam ser beneficiadas antes do uso.

A reciclagem de RCC apresentam benefícios diretos, indiretos e os denominados por Begum *et al.* (2006) de benefícios intangíveis, cujo valor para a sociedade e o meio ambiente não podem ser mensurados. Dentre esses benefícios, citados pelos autores destacam-se: economia de área para construção de aterros; redução dos problemas ambientais e de segurança no trabalho; diminuição da possibilidade de contaminação da água e do solo e melhoria da imagem do setor público, no que diz respeito às preocupações ambientais.

3.2 CONTEXTO INTERNACIONAL

Na Europa, o aumento da produção de RCC ocorreu em paralelo ao desenvolvimento das atividades da indústria da construção civil (MERINO; GRACIA; AZEVEDO, 2010). Nos países desse continente, a cultura de reciclagem de RCC associa-se à baixa disponibilidade de recursos naturais, legislação ambiental restritiva e limitação de área para criação de aterros. Soma-se a isso, o emprego de alta tecnologia na separação por fases e tratamento térmico de RCC que promove um elevado nível de recuperação e pureza aos materiais em alguns países da Europa e da Ásia (TAM; TAM, 2006; MULDER; DE JONG; FEENSTRA, 2007).

Diante disso, os países adotam medidas para redução da geração de RCC, como aumento das taxas para disposição em aterro (JAILLON; POON; CHIANG, 2009); taxas para uso de AN pela construção civil (MARINKOVIĆ *et al.*, 2010) e estímulo ao reuso e reciclagem de RCC pelas próprias construtoras. Tam (2008) aponta, ainda, outras medidas como criação e revisão da legislação sobre resíduos; recomendações técnicas para uso de AR; implantação de usina de reciclagem piloto em obras públicas e taxa para disposição em áreas ilegais.

De acordo com Tam; Tam; Le (2010) a reciclagem e a reutilização de materiais devem ser obrigatórias e respaldadas pela legislação e normas, em nível nacional, e não ocorrer de forma opcional. Dessa forma, a existência de referencial legal justifica-se na medida em que a falta de leis e subsídios governamentais, como na Austrália, levaram à falência muitas usinas de reciclagem de RCC, pois a demanda por AR era muito inferior a oferta de AR pelas unidades.

Na Holanda, desde meados de 1980 (PETKOVIC *et al.*, 2004), segundo Hendriks; Nijkerk; Van Koppen (2007) vários fatores influenciam a reciclagem de RCC, como manifestações da população contra a exploração de minerais (areia e cascalho) devido ao temor pela degradação do ambiente natural e elevada carência de áreas para deposição desses resíduos. Por isso, a Holanda reaproveita mais de 95% da fração mineral de RCC na produção de AR para pavimentação de estradas (TAM; TAM, 2006).

Tendo em vista a elevação do índice de reciclagem de RCC na Holanda, Mulder; De Jong; Feenstra (2007) propõem o ciclo fechado da construção (em inglês, *closed cycle construction – CCC*). A aplicação desse conceito, em nível experimental, nos processos de separação e tratamento de quatro tipos de resíduos promoveu sua recuperação de forma integral. Os agentes contaminantes (papel, plástico, madeira e outros) formavam parte da fração combustível do tratamento térmico dos resíduos de concreto e de cerâmica.

No Japão ocorre a reciclagem de 98% dos resíduos de concreto (TAM; TAM; LE, 2010). Esse índice, alcançado por meio da criação de leis específicas, possibilita o uso de AR em aplicações estruturais (concreto) e não estruturais (pavimentação de vias e outros). Por sua vez, em Hong Kong o elevado custo para aterro de RCC (US\$ 16,00/t), desde 2005, incentiva o reuso e a reciclagem de concreto, conforme Tam; Tam; Le (2010).

Em contrapartida, Hendriks; Nijkerk; Van Koppen (2007) relatam que algumas empresas de concretagem holandesas possuem dificuldades para compra de ARC, já que as usinas existentes não conseguem produzir a demanda necessária dessas empresas. Além disso, as usinas de AR certificados não estão distribuídas de forma homogênea no país.

Diante desse contexto, de acordo com UEPG (2010), o nível de reciclagem de RCC nos países pode associar-se a fatores: (a) econômicos, referentes aos preços dos produtos naturais e reciclados; (b) técnicos, relacionados aos custos com demolição, transporte e nível de urbanização; (c) sociais, percepção dos usuários sobre esses materiais e (d) legais, referentes à existência de legislação local, favorecendo a reciclagem e o uso.

De fato, em vários países o nível de reciclagem e reaproveitamento, segundo Merino; Gracia; Azevedo (2010) é pequeno, gerando problemas de ordem ambiental e econômica. Isso ocorre, por exemplo, na Espanha, Itália, Portugal e Grécia, visto que estes países não possuem um mercado de AR, devido à falta de infraestrutura e a existência de recursos naturais.

Na Espanha, os elementos que dificultam a ampliação da reciclagem RCC e reuso de AR, segundo Merino; Gracia; Azevedo (2010) referem-se: (a) ao baixo interesse das construtoras pelo gerenciamento no canteiro; (b) a falta de legislação sobre gerenciamento, em nível local e nacional; (c) a escassez de ações para promover a difusão da informação e capacitação entre os agentes intervenientes; (d) ao desenvolvimento parcial do gerenciamento e da reciclagem de RCC e (e) a falta comprometimento das construtoras, quanto aos resíduos perigosos.

A Noruega também não desenvolve a reciclagem de RCC, devido à abundância de AN a preço baixo, água subterrânea de boa qualidade e uso de aterros para destinação final de RCC (PETKOVIC *et al.*, 2004). Nesse sentido, Petkovic *et al.* (2004) estimam que o nível de reciclagem alcance entre 10 e 20% de RCC. Esse país enfrenta o paradigma entre a poluição gerada pela fabricação de materiais reciclados e a aceitação dos benefícios do seu uso.

Inserido nesse contexto, Tam; Tam; Le (2010) analisam os benefícios e as dificuldades para reciclagem de resíduos de concreto na Austrália, Hong Kong e Japão (Quadro 10), por meio de pesquisa de levantamento dos benefícios, dificuldades e recomendações, junto a diversos

agentes intervenientes no setor: empreiteiros, construtores, usinas de reciclagem, consultores e órgãos governamentais.

Quadro 10 - Relação de benefícios, dificuldades e recomendações para reciclagem de resíduos de concreto

Benefícios apontados	Dificuldades apontadas	Recomendações apontadas
<ul style="list-style-type: none"> - Redução da necessidade de novos aterros; - Preservação de recursos naturais; - Redução do custo da edificação e transporte; - Incentivo a melhoria contínua da reciclagem de concreto; - Conscientização dos procedimentos para reciclagem; - Elevação da competitividade e negócios estratégicos nas empresas; - Gestão da informação nas usinas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Custo elevado da triagem, transporte, gestão e recepção de resíduos; - Reciclagem no canteiro; - Planejamento estratégico da usina; - Falta motivação entre os agentes; - Alto custo e limitações de uso dos produtos reciclados; - Desequilíbrio entre oferta e demanda; - Investimento insuficiente em pesquisa sobre agregados reciclados de concreto (ARC); - Carência de suporte tecnológico (recursos, pessoal, conhecimento); - Falta de apoio (clientes e governo); - Número limitado de usinas; - Ausência de normas e leis. 	<ul style="list-style-type: none"> - Definição legal sobre a reciclagem; - Classificação dos produtos reciclados; - Avaliação e melhoria contínua da gestão da reciclagem de concreto; - Capacitação profissional; - Comunicação eficaz entre os agentes envolvidos na reciclagem; - Controle rigoroso dos resíduos de obras públicas; - Subsídio econômico para as usinas; - Elevação da taxa para aterro.

Fonte: Adaptado de Tam; Tam; Le (2010)

3.2.1 Características do mercado europeu

O mercado europeu de agregados possui um consumo *per capita* correspondente a 6 toneladas/hab.ano e a demanda de 3 bilhões de toneladas, resultando em um montante de aproximadamente € 20 milhões (UEPG, 2010). Diante disso, em 2009 foi criada a União Europeia de Produtores de Agregados (UEPG). De acordo com UEPG (2010), essa associação formada por vinte seis países, desenvolve ações ambientais e econômicas relacionadas aos agregados naturais e reciclados, como a estimativa da produção nesses países (Tabela 7).

A criação da Plataforma Europeia de Agregados Reciclados (EPRA) pela UEPG, em 2009, conforme UPEG (2010) teve como objetivos: (a) destacar a importância do AR, enquanto matéria-prima; (b) difundir o uso de AR; (c) incentivar o aumento da produção de AR e (d) levantar dados confiáveis sobre a produção nos países membros.

Tabela 7: Estimativa da produção de agregados naturais e reciclados na Europa, em 2008

País	Companhias produtoras (un)	Pedreiras ativas e minas (un)	Areia e cascalho (un)	Rocha britada (un)	Agregados marinhos (un)	Agregados reciclados (un)	Agregados artificiais (un)
Áustria	960	1290	62	32	0	4	2
Bélgica	180	253	11	42	4	14	2
Bulgária	200	100	18	22	0	0	0
Croácia	367	308	7	22	0	0	0
República Checa	219	489	27	44	0	4	0
Dinamarca	350	300	43	0	5	0	10
Finlândia	400	2255	25	60	0	1	0
França	1640	3050	165	237	7	15	8
Alemanha	2300	3000	260	218	11 ⁽¹⁾	56	18
Grécia	300	200	20	20	0	0	0
Irlanda	150	355	25	25	0	0	0
Itália	1796	2360	225	135	0	5	3
Holanda	65	225	46	0	54	24	0
Noruega	690	713	15	52	0	0	0
Polónia	2044	1786	131	49	0	22	1
Portugal	350	200	61	15	0	0	17
Romênia	500	730	18	7	0	1	0
Eslováquia	170	92	13	21	0	1	0
Espanha	1600	2060	134	244	0	5	1
Suécia	985	1802	19	67	0	7	0
Suíça	350	505	37	5	0	5	0
Turquia	770	770	25	290	0	0	0
Reino Unido	450	781	55	114	12	53	9
Total	16.836	23.624	1.441	1.720	92	216	72

Fonte: Adaptado de UEPG (2010)

Nota: (1) Como há menos de três produtores, devido ao sigilo comercial, este valor é estimado em 2% da produção total nacional.

3.3 CONTEXTO NACIONAL

3.3.1 Panorama das usinas de reciclagem

As usinas de reciclagem são instalações que operam de forma semelhante às empresas de mineração, agregando valor aos RCC. Na maioria dos casos, os equipamentos das usinas são projetados para o setor de mineração. No entanto, devido às características dos RCC, esses equipamentos são adaptados visando o aumento da capacidade produtiva e da qualidade dos AR. Conforme as características desses equipamentos, as usinas podem ser classificadas quanto: (a) a capacidade nominal de produção - em pequeno, médio ou grande porte e (b) a relação com o solo - em fixa, semimóvel ou móvel.

No Brasil, a reciclagem de RCC em usinas do tipo fixa tem se expandido em municípios, devido às práticas de gerenciamento de RCC ou a aquisição desordenada de equipamentos de reciclagem. Entretanto, a usina de reciclagem do tipo móvel, com poucas unidades em operação, apresenta como vantagem a mobilidade da planta, na medida em que são reduzidos o tempo, a emissão de gases poluentes e os custos com transporte e infraestrutura operacional. No entanto, dentre os resultados da PNSB (IBGE, 2010), observa-se que apenas 392 municípios declararam a existência de algum tipo de processamento de RCC (Tabela 8).

Tabela 8: Municípios, total e com serviço de manejo de RCC por existência e tipo de processamento dos resíduos, segundo as Grandes Regiões e as Unidades da Federação em 2008

Grandes Regiões e Unidades da Federação	Municípios							
	Total	Com serviço de manejo dos resíduos de construção e demolição						
		Total	Existência e tipo de processamento dos resíduos					
			Total	Triagem simples dos RCC reaproveitáveis (classes A e B)	Triagem e trituração dos resíduos classe A, com peneiramento	Triagem e trituração simples dos resíduos classe A	Reaproveitamento dos AR na fabricação de componentes construtivos	Outro
Brasil	5 564	4 031	392	124	14	20	79	204
Norte	449	293	29	5	-	-	6	18
Nordeste	1 793	1 454	178	38	4	4	32	118
Sudeste	1 668	1 272	109	50	7	12	25	38
Minas Gerais	853	682	45	15	2	2	11	19
Espírito Santo	78	60	3	2	-	-	-	1
Rio de Janeiro	92	64	9	6	1	-	1	1
São Paulo	645	466	52	27	4	10	13	17
Sul	1 188	639	54	24	3	2	14	16
Centro-Oeste	466	373	22	7	-	-	2	14

Fonte: Adaptado de IBGE (2010)

Soma-se a isso o panorama das usinas de reciclagem de RCC, instaladas no Brasil entre 1991 e 2008 (Quadro 11). Neste contexto, verifica-se que o setor de reciclagem de RCC começou suas atividades a partir de iniciativas da administração pública em Minas Gerais e São Paulo, anteriores ao marco legal hoje estabelecido (BRASIL, 2002; 2010 a). A partir de 2002 houve aumento expressivo do número de usinas privadas, de modo que em 2008 essas predominavam no cenário nacional.

Observando o Quadro 11, constata-se que entre 1991 e 2008 foram instaladas quarenta e seis usinas. Dentre essas, trinta estavam em operação, cinco estavam em fase de instalação e onze foram desativadas, sendo nove geridas pela administração pública e duas pela iniciativa privada. Do total de usinas em operação em 2008, cinco eram geridas pela Prefeitura em

parceria com uma autarquia, sete exclusivamente pela Prefeitura (Figura 7) e dezoito pela iniciativa privada (Figura 6).

Figura 6 - Usina privada URBEM, instalada em 2005, em São Bernardo do Campo (SP)



Figura 7 - Usina pública BR 040, instalada em 2006, em Belo Horizonte (MG)



Em relação às usinas em operação, existe uma concentração no Centro-Sul do país, segundo sua distribuição: Nordeste (três), Centro Oeste (duas), Sudeste (vinte e uma) e Sul (quatro). Dentre as usinas da Região Sudeste, dezoito situam-se em São Paulo. Quanto à localização das usinas, nota-se que sete estão nas capitais, enquanto que vinte e três, em outras localidades. Caso todas as usinas em operação do Quadro 11 funcionassem, durante 44 horas semanais e 22 dias por mês em 2008, com produtividade estimada em 100%, o total de AR produzido no ano seria aproximadamente 2.172.672 toneladas.

Diante do acelerado crescimento do número de usinas privadas na última década, constata-se que a participação da iniciativa privada é fundamental para o desenvolvimento e estruturação do mercado de AR no Brasil. Soma-se a isso, segundo Nascimento (2006), a elevação do controle de qualidade durante a produção de AR, visando sua incorporação em materiais de construção, bem como o desenvolvimento do setor de reciclagem.

Diante disso, em fevereiro de 2011 foi criada no Estado de São Paulo a Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (ABRECON). Essa entidade representante do setor de reciclagem, que possui dezesseis empresas associadas, tem como objetivos aumentar o debate sobre o tema junto à população e órgãos governamentais e promover a união entre as empresas de reciclagem.

Quadro 11 - Levantamento parcial das usinas de reciclagem dos RCC no Brasil

Situação	Usinas Públicas				Usinas Privadas			
	n	Data de instalação	Capacidade de reciclagem (t/h)	Local	n	Data de instalação	Capacidade de reciclagem (t/h)	Local
Instalando	1	2007 ²	20	Rio das Ostras (RJ)	1	2007 ⁽²⁾	25	Osasco (SP)
	2	2008 ²	25	Barretos (SP)	2	2008 ⁽²⁾	30	Guarulhos (SP)
					3	2008 ⁽²⁾	25	São José dos Campos (SP)
Operando	1	1994	30	Estoril (Belo Horizonte, MG) ⁽¹⁾	1	2000	3	Socorro (SP) ⁽¹⁾
					2	2001	30	Brasília (DF)
	2	1996	20	Pampulha (Belo Horizonte, MG) ⁽¹⁾	3	2002	60	Fortaleza (CE)
					4	2004	20	Jundiá (SP)
	3	1996	30	Ribeirão Preto (SP)	5	2005	50	São Bernardo do Campo (SP)
					6	2006	20	Ponta Grossa (PR)
	4	1996	15	Piracicaba (SP) ⁽¹⁾	7	2006	20	Taboão da Serra (SP)
					8	2007	15	Caraguatatuba (SP)
	5	2000	15	Guarulhos (SP) ⁽¹⁾	9	2007	40	Colombo (PR)
					10	2007	35	Limeira (SP)
	6	2000	15	Vinhedo (SP)	11	2007	25	Americana (SP) ⁽¹⁾
					12	2007	15	Santa Maria (RS)
7	2004	70	Campinas (SP)	13	2008	30	Brasília (DF)	
8	2005	30	São José do Rio Preto (SP) ⁽¹⁾	14	2008	40	Londrina (PR)	
9	2005	20	São Carlos (SP)	15	2008	40	São Luís (MA)	
10	2006	40	BR 040 (Belo Horizonte, MG) ⁽¹⁾	16	2008	70	São José dos Campos (SP)	
11	2007	25	João Pessoa (PB)	17	2008	100	Paulínea (SP)	
12	2007	20	Piracicaba (SP)	18	2008	n.d ⁽³⁾	Guarulhos (SP)	
Desativada	1	1991	100	São Paulo (SP)	1	1998	15	São Paulo (SP)
	2	1993	20	Londrina (PR)				
	3	1997	30	São José dos Campos (SP)				
	4	1997	8	Muriae (MG)				
	5	1998	8	Macaé (RJ)	2	2005	70	São Bernardo do Campo (SP)
	6	1999	5	São Sebastião (DF)				
	7	2003	15	Ribeirão Preto (SP)				
	8	2003	15	Ciríaco (RJ)				
	9	2004	35	São Gonçalo (RJ)				

Fonte: Adaptado de Miranda; Angulo; Careli (2009).

Notas: (1) Usinas visitadas durante a pesquisa de campo

(2) Não foram obtidas maiores informações sobre a conclusão da instalação dessas usinas durante a pesquisa.

(3) Informação não disponível

3.3.1.1 Análise de viabilidade econômica

Devido aos impactos causados pela disposição inadequada dos RCC e seu potencial de reciclagem, verificam-se na literatura diversos estudos sobre a viabilidade técnica e econômica, com vistas à implantação e manutenção de usinas de reciclagem de RCC (NUNES, 2004; ROSA; HOCHHEIM, 2006; DURAN; LENIHAN; O'REGAN, 2006; MACULAN; MARTINS; PANDOLFO, 2008 e outros).

Essas investigações buscam criar subsídios à tomada de decisão de empresários e agentes do setor público, na medida em que expõem consideráveis ganhos econômicos, ambientais e sociais para esses agentes. Nesse contexto, segundo Wimalasena *et al.* (2010), muitas investigações priorizam o estudo sobre desenvolvimento de técnicas e equipamentos, em detrimento da viabilidade econômica e financeira da reciclagem.

Os custos da reciclagem de RCC, segundo Duran; Lenihan; O'Regan (2006), são classificados em: (a) custos do capital (equipamentos de reciclagem); (b) custos com ensaios laboratoriais; (c) custos com aluguel da área da usina e (d) custos operacionais (água, energia, administração). Como exemplo, Athayde Júnior *et al.* (2003) realizaram uma análise custo *versus* benefício para implantação de uma usina em Governador Valadares (Minas Gerais). O empreendimento mostrou-se viável nos cenários propostos, nos quais o valor de venda do produto influenciou o tempo de retorno do investimento inicial.

Por outro lado, Jadovski (2005) simulou a viabilidade econômica em função da aplicação e da produtividade de uma usina de reciclagem, tendo em vista a estimativa do custo de produção de AR. Esse estudo forneceu subsídios para as investigações subsequentes, possibilitando a análise de viabilidade econômica para implantação de usinas em diferentes municípios.

As análises realizadas por Rosa; Hochheim (2006); Martins; Pandolfo (2008) e Manfrinato, Esguícero; Martins (2008) utilizaram indicadores de engenharia econômica similares: taxa interna de retorno (TIR), valor presente líquido (VPL) e tempo de recuperação do capital (TR). Por sua vez, a análise de Rosa; Hochheim (2006) para uma usina privada, em Florianópolis (Santa Catarina), mostrou-se viável na maioria dos cenários propostos.

Na Irlanda, Duran; Lenihan; O'Regan (2006) propõem a avaliação da viabilidade econômica embasado na concessão de subsídios econômicos pelo governo. Nesse estudo, a estimativa do custo da reciclagem foi levantada junto aos responsáveis pelo gerenciamento de RCC; produtores de AN; fornecedores de equipamentos; gestores de usinas e legisladores.

Maculan; Martins; Pandolfo (2008) elaboraram um plano de negócios para uma usina a partir do levantamento do potencial de geração (0,55 kg/hab/dia) e reciclagem de RCC no município de Passo Fundo (Rio Grande do Sul). Nesse plano, os autores analisaram parceiros, ameaças e oportunidades ao negócio, embasados nas cinco forças de Porter (1991), que serão discutidas no item 4.4.4.

Enquanto isso, Manfrinato; Esguícero; Martins (2008) verificaram a viabilidade para instalação de uma usina pública, em Lençóis Paulista (SP). Esses autores propõem sua instalação em uma área compartilhada, onde já existe uma usina de asfalto, fábrica de artefatos de concreto pré-moldado, usina de reciclagem e compostagem de resíduos, visando otimizar a infraestrutura física e operacional existente no município.

3.3.1.2 Condicionantes projetuais para implantação

Ainda que existam investigações que comprovem a viabilidade técnica, econômica e ambiental de usinas de reciclagem de RCC, não se verificam pesquisas para a elaboração de condicionantes projetuais e urbanísticos que subsidiem sua implantação de forma sustentável. Diante disso, o planejamento da implantação de uma usina de reciclagem deve considerar impactos sociais, econômicos e ambientais. Nunes; Mahler; Valle (2005) e Rembiski; Alvarez; Bissoli (2009) relatam que esses impactos relacionam-se à emissão de material particulado e de ruídos, aumento do tráfego de caminhões no entorno da usina e outros.

Por isso, Rembiski (2007) e Okimoto; Fruteiro (2009) recomendam que a implantação de usinas aconteça de acordo com a legislação urbanística e ambiental, em áreas licenciadas para esse tipo de atividade. Por sua vez, para Nunes; Mahler; Valle (2005) a implantação de usinas de reciclagem depende do zoneamento urbano de cada município.

Nesse contexto, Cunha (2007) avalia cinco usinas do Estado de São Paulo em relação: (a) rotinas administrativas e operacionais; (b) infraestrutura física; (c) equipamentos de reciclagem; (d) agentes envolvidos e (e) matéria-prima e produtos. Essas usinas, segundo a autora, situam-se em áreas adequadas, abrangendo o planejamento operacional (Quadro 12).

Em virtude das dificuldades no gerenciamento de RCC, na Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV) no Estado do Espírito Santo, Rembiski (2007) propõe diretrizes embasadas em princípios de sustentabilidade para o ensaio projetual de uma usina. Essa usina seria fruto de uma parceria público-privada, situando-se nas dependências de um aterro sanitário que

recebe grande parte dos RCC gerados na região. Okimoto; Fruteiro (2009), também, propõem um estudo preliminar para uma usina em Presidente Prudente (São Paulo).

Quadro 12 - Caracterização de algumas usinas de reciclagem situadas no Estado de São Paulo

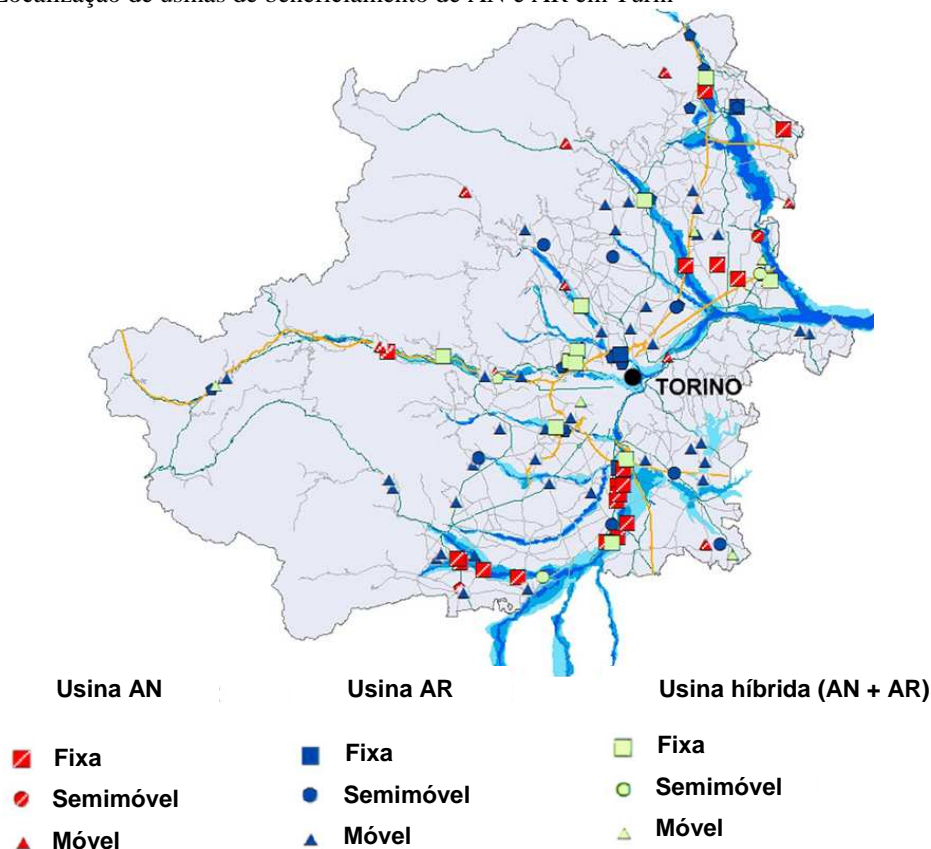
Características	Usinas				
	A	B	C	D	E
Data da implantação	2000	1991	1999	2004	2002
Administração	Municipal	Municipal	Iniciativa privada	Municipal	Municipal
Localização	Cidade do interior	Grande centro urbano	Grande centro urbano	Centro urbano	Cidade do interior
Área	3.500 m ²	150.000 m ²	3.500 m ²	100.000 m ²	3.500 m ² a 7.000 m ²
Porte	Pequeno	Grande	Pequeno	Grande	Médio
Entorno	Bairro popular	Bairro popular	Bairro industrial	Aterro sanitário	Bairro popular
Área de vocação	Bota-fora	Pedreira	Indústria	Área ociosa	Matadouro Bota-fora

Fonte: Adaptado de Cunha (2007)

Rino; Maran (2005) descrevem que Ribeirão Preto (SP) possui uma usina de reciclagem instalada desde 1996, que se encontrava inoperante em 2004 devido à falta de legislação referente ao gerenciamento municipal de RCC e falta de um sistema de vigilância. Nesse município, a usina situa-se distante do centro urbano, enquanto que área para deposição de RCC, disponibilizada pela Prefeitura, está na zona urbana, favorecendo a disposição de resíduos pelas empresas de transporte em áreas irregulares.

De acordo com Yahya; Boussabaine (2006), os impactos ambientais causados pelos RCC também ocorrem durante sua reciclagem, devido ao consumo de energia e a poluição (ar, água, solo), devido à emissão de partículas e substâncias nocivas, respectivamente, durante seu transporte e decomposição em aterros. Conforme Marinković *et al.* (2010), a reciclagem de RCC consome energia equivalente à produção de AN e em quantidade superior a extração de agregados fluviais. Desse modo, esses pesquisadores recomendam a comparação entre a análise do ciclo de vida dos agregados naturais e reciclados, bem como dos produtos com eles fabricados, para demonstrar se a reciclagem é mais sustentável que a britagem convencional.

Diante disso, em Turin (Itália), Blengini; Garbarino (2010) avaliaram o consumo de energia e os impactos ambientais da reciclagem de RCC. A pesquisa de levantamento permitiu o conhecimento da cobertura geográfica, demanda local por agregados e da localização de usinas híbridas, que realizam na mesma área o beneficiamento de AN e AR. Esses autores constataram que grande parte das usinas de reciclagem de RCC situa-se próxima ao centro urbano, enquanto que as usinas de beneficiamento de AN, próximas aos rios (Figura 8).

Figura 8 - Localização de usinas de beneficiamento de AN e AR em Turin

Fonte: Blengini; Garbarino (2010, p.1025, tradução nossa)

3.3.1.3 Procedimentos operacionais

Nas usinas de reciclagem de RCC, a produção de AR inicia-se com a deposição das caçambas coletoras de RCC no pátio de triagem, pelas empresas transportadoras de resíduos (Figura 9). Em seguida, os RCC são espalhados em camadas (Figura 10) para triagem manual dos agentes contaminantes (vidro, madeira, aço, papel, resíduo orgânico e outros) realizada pelos funcionários da usina. Esses resíduos podem ser reciclados ou reaproveitados em outros setores da economia.

Conforme o grau de contaminação específico de cada usina (entre 5 e 10%), esses resíduos podem ser destinados, diretamente, para aterros sanitários. Dessa forma, verifica-se que a falta de gerenciamento de RCC na fonte geradora obriga a triagem de forma intensiva de RCC nas usinas, encarecendo, assim, a reciclagem. Conforme Duran; Lenihan; O'Regan (2006), caso os RCC não sejam triados na fonte geradora, as usinas deveriam cobrar uma taxa extra para seu recebimento.

Figura 9 - Deposição de RCC no pátio de triagem da usina Proguaru, em Guarulhos**Figura 10** - Triagem de contaminantes no pátio da usina Estoril, em Belo Horizonte

No entanto, devido à falta de conscientização dos agentes geradores e transportadores, os contaminantes, denominados por Nunes; Mahler; Valle (2005) como refugos, são coletados em grandes quantidades nas usinas brasileiras (Tabela 9). Esse procedimento é necessário visto que o teor de agentes contaminantes presentes nos AR, conforme as normas técnicas vigentes, deve ser inferior a 3% (ABNT, 2004 d,e).

Tabela 9: Percentuais de refugos coletados em usinas de reciclagem brasileiras

Municípios	Situação dos pontos de coleta	Rejeitos (%)
Rio de Janeiro	42 Ecopontos implantados	-
Salvador	22 Pontos de descarga de entulho (PDE) em operação	-
São Paulo	Previsão de implantação de 96 pontos	30
Ribeirão Preto	Não possui	n.d.
São José dos Campos	5 Entulhódromos para pequenos geradores	50
Piracicaba	3 em operação e previsão de implantação de mais 18	n.d.
Vinhedo	Não possui	10 ⁽¹⁾
Guarulhos	1 em operação, 4 em construção, 6 em processo de licitação, 9 em projeto, com previsão de 24 pontos	3
Ribeirão Pires	Não possui	40
São José do Rio Preto	6 em operação e previsão de implantação de mais 8	9
Belo Horizonte-Estoril	22 Unidades de recebimento de pequenos volumes em operação	15
Belo Horizonte-Pampulha		15
Londrina	Não possui	10
Brasília – Aterro/ Jóquei	n.d.	n.d.
Brasília-Ceilândia	n.d.	-
Macaé	Não possui	20

Fonte: Adaptado de Nunes; Mahler; Valle (2005).

Nota: (1) Possuíam dentro da central de reciclagem, cooperativa de catadores que reciclavam outros materiais

Após a triagem dos agentes contaminantes, os RCC são levados pela pá carregadeira para o britador, onde ocorre a redução de seu volume inicial (Figura 11). Conforme o tipo de equipamento e a granulometria do produto final, os resíduos podem sofrer uma nova britagem para produção de partículas/grãos menores. O material obtido nesse processo é então encaminhado para um conjunto de peneiras, no qual é classificado em agregado graúdo ou miúdo (Figura 12), segundo sua granulometria.

Figura 11 - Transporte de RCC, após a triagem, para o britador na usina Proguaru

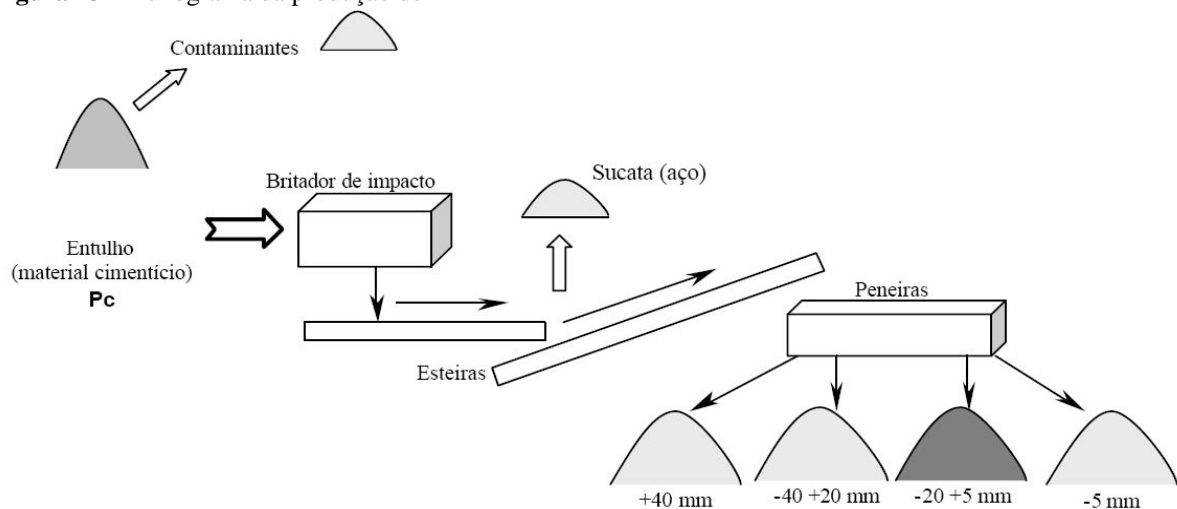


Figura 12 - Conjunto de peneiras vibratórias AR, em São José do Rio Preto



Cabe ressaltar que grande parte das usinas brasileiras não possui um conjunto de peneiras. Dessa forma, a produção dessas unidades limita-se a agregado para pavimentação de vias. Posteriormente, os AR são transportados por correias até as pilhas de estocagem (Figura 13). Nas usinas desprovidas de peneiras, os AR do tipo bica corrida são encaminhados, diretamente, para pilhas de armazenamento.

Figura 13 - Fluxograma da produção de AR



Fonte: Adaptado de Carrijo (2005)

As investigações de Cunha (2007) e Melo (2011) concluem que a limitação do espaço físico dificulta o armazenamento da matéria-prima (RCC) nos pátios e a ampliação da produtividade da usina já que o fluxo de matéria-prima deve ser intermitente. Soma-se a isso, a garantia da operação constante por meio da manutenção preventiva e do estoque de peças.

No Brasil, foram realizados poucos estudos para avaliar a influência dos impactos ambientais e ocupacionais, incluindo os riscos à saúde e a segurança dos trabalhadores, em usinas de reciclagem. No entanto, de acordo com Silva (2006), os principais riscos relacionam-se à exposição ao ruído, radiação ultravioleta, intempéries, poeira contaminada com agentes tóxicos e cancerígenos e ruídos provenientes de máquinas e equipamentos.

Alfaro; Alfaro; Pereira Filho (2005) analisaram a interferência dos ruídos sobre a saúde auditiva dos funcionários e dos moradores do entorno, na usina de Piracicaba. Considerando que a máxima exposição diária permitida ao nível de 85 dB equivale a oito horas (BRASIL, 1978), os resultados obtidos pelos autores assemelham-se ao turno de trabalho das usinas. Entretanto, Alfaro; Alfaro; Pereira Filho (2005) verificaram valores superiores a esses junto à peneira vibratória, ao britador de mandíbula e o moinho de martelo.

Enquanto isso, Silva (2006) avalia o sistema de gestão de segurança e saúde no trabalho (SST) e o nível exposição ocupacional a ruídos em algumas usinas públicas do Estado de São Paulo (Tabela 10), a partir do levantamento da percepção dos funcionários dessas usinas.

Tabela 10: Análise da percepção ambiental dos funcionários quanto ao local de trabalho em usinas paulistas

Usinas		A	B	C	D	E
Aspectos gerais	Volume reciclado diário (m ³)	120	80	100	15	95
	Total de funcionários	15	17	10	2	15
	Efetivos	6	12	1	1	7
	Terceirizados	9	5	9	1	8
Levantamento das percepções	Percepção de poeira	Não	Sim	Sim	*(1)	Sim
	Sistema de controle de poeira	Sim	Sim	Não	Não	Sim
	Carro pipa	-	Sim	-	-	Sim
	Instalação de água	Sim	-	-	-	-
	Percepção de ruído	Sim	Sim	Sim	*	Sim
Sistema de controle de ruído	Sim	Não	Não	Não	Não	

Fonte: Adaptado de Silva (2006)

Nota: (1) Inoperante na ocasião da visita preliminar

3.4 O PAPEL DOS AGENTES INTERVENIENTES NA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

De acordo com Lavee; Regev; Zemel (2009), a incerteza sobre o custo da reciclagem de resíduos urbanos é o maior obstáculo para o desenvolvimento dessa atividade. Isso pode justificar a preferência da administração pública pelo envio desses resíduos para o aterro, mesmo quando a reciclagem torna-se um processo viável ambientalmente e economicamente. A situação em relação ao tratamento dos RSU, também, ocorre no caso dos RCC.

Por outro lado, o encaminhamento dos resíduos, do aterro para usina de reciclagem, implica no aporte de recursos financeiros, tanto pelo setor público quanto pela iniciativa privada (LAVEE; REGEV; ZEMEL, 2009). Por isso, a administração pública deve comparar os custos e os benefícios ambientais e econômicos, tendo em vista a mudança no sistema de disposição final de RCC. Assim, caso não exista um sistema de gerenciamento local, o custo para disposição de RCC em usinas pode ser muito superior ao da disposição em aterros.

Diante disso, Mindess *et al.* (2003) *apud* Tam; Tam (2006) sugere que a análise do potencial de reciclagem de um material deve contemplar: economia, compatibilidade com as propriedades e com outros materiais. Para tanto, Hashimoto; Tanikawa; Moriguchi (2009) propõem o aproveitamento dos recursos minerais conforme o tipo de RCC (Quadro 13). Quanto à disseminação de boas práticas e desenvolvimento de recomendações para aplicações dos AR, Petkovic *et al.* (2004) e Chateau (2007) concordam que é necessário acúmulo de experiência e conhecimento em diferentes escalas, desde o nível laboratorial até a aplicação.

Quadro 13 - Categorias de materiais passíveis de inserção no mercado

Categoria	Descrição	Exemplos de materiais para a construção
Potencial de resíduos e recursos secundários	Materiais com alta probabilidade de surgirem como resíduos ou recursos secundários após o uso	Construção da superestrutura e concreto asfáltico ou camada de concreto em estrada
Potencial de materiais desperdiçados	Materiais com baixa probabilidade de surgirem como resíduos ou recursos secundários, porque são desperdiçados durante / após o uso	Resíduos de concreto e estacas de fundação, abandonados no local de demolição
Materiais usados e desperdiçados	Materiais essencialmente desperdiçados no uso	Pedra britada utilizada para nivelar o terreno e recuperar o solo
Estruturas permanentes	Materiais em estruturas com baixa probabilidade de serem demolidas	Túneis e barragens

Fonte: Adaptado de Hashimoto; Tanikawa; Moriguchi (2009)

De acordo com Begum *et al.* (2006), o desenvolvimento do setor da reciclagem de RCC depende da consolidação das relações entre os agentes intervenientes (transportadores, empresas de demolição, construtoras e outros), para integrar os serviços de transporte e destinação dos resíduos à comercialização de AR. Dessa forma, Hendriks; Nijkerk; Van Koppen (2007) propõem a análise do papel dos referidos agentes, devido à importância de suas ações para o setor de reciclagem (Quadro 14).

Quadro 14 - Ações específicas dos agentes intervenientes na reciclagem de RCC

Agentes	Ações
Gerador	Determinar o custo e os benefícios do uso de RCC
Demolidor	Realizar a demolição seletiva visando à redução do custo da disposição final
Processador	Comparar os custos para recebimento e processamento de RCC com o valor de venda dos AR
Comprador	Analisar o preço, a distância entre o cliente e a matéria-prima, bem como os meios de transporte disponíveis.

Fonte: Adaptado de Hendriks; Nijkerk; Van Koppen (2007)

Por outro lado, para Duran; Lenihan; O'Regan (2006), os condicionantes para o desenvolvimento do setor de reciclagem de RCC contemplam diversas ações dos agentes intervenientes, como: (a) redução do custo das construtoras; (b) deposição de RCC somente em aterros ou usinas; (c) uso exclusivo de AN ou AR; (d) proibição de disposição de RCC em áreas ilegais e (e) implantação de usinas de reciclagem competitivas.

3.5 AGREGADOS RECICLADOS

3.5.1 Características e propriedades

A reciclagem de RCC produz agregados que podem ser utilizados sob a forma de grãos ou como insumo na fabricação de materiais de construção. Devido à pré-seleção dos RCC, na etapa anterior a britagem, a NBR 15116 (ABNT, 2004e) classifica os AR em: (a) Agregado reciclado misto (ARM) – quando possui menos de 90% em massa de fragmentos à base de materiais cimentícios e rochas (Figura 14) e (b) Agregado reciclado de concreto (ARC) – quando composto de no mínimo 90% em massa de materiais cimentícios (Figura 15).

Figura 14 - Pilha de ARM produzida na usina Irmãos Preto, em Socorro (SP)



Figura 15 - Pilha de ARC produzido na usina de São José do Rio Preto (SP)



A composição dos RCC influencia nas propriedades dos agregados reciclados. Merino; Gracia; Azevedo (2010) relacionam as propriedades e as aplicações desses agregados (Quadro 15). Para obter-se um AR de boa qualidade é necessário controlar sua composição por meio de processos de triagem e separação dos agentes contaminantes. Tendo em vista a aplicação dos AR, em escala comercial, torna-se indispensável o conhecimento de sua composição, características físicas e químicas. Além disso, essas propriedades podem variar conforme o tipo de equipamento de reciclagem, o tipo de resíduo, o teor de contaminação e outros.

Quadro 15 - Propriedades e aplicações de resíduos de alvenaria e concreto

Propriedades	Aplicações
<p><u>Resíduos de alvenaria</u> Propriedades variam em função da matéria-prima, densidade variável, elevada porosidade e coeficiente de absorção. Uso não recomendado em ambientes com pH <7.</p>	<p>- Concreto leve, argamassa, concreto massa, concreto para fundação, elementos pré-moldados, blocos e telhas em concreto e outros.</p>
<p><u>Resíduos de concreto</u> Propriedades dependem da composição do concreto original e outros componentes da hidratação do cimento. Em geral, os ARC possuem formato irregular, sendo mais porosos e rugosos. Utilização em condição saturada.</p>	<p>- Base e sub-base para pavimentação, cobertura de célula de aterros - Aplicação em concreto estrutural em estudo</p>

Fonte: Adaptado de Merino; Gracia; Azevedo (2010)

A classificação requer múltiplos ensaios, em princípio todos justificáveis. No entanto, alguns ensaios são dispendiosos e demorados (PETKOVIC *et al.*, 2004; ANGULO, 2005). Dentre os principais ensaios, destacam-se: Granulometria, Massa específica aparente, Massa unitária, Inchamento, Material Pulverulento, Teor de matéria orgânica, Forma de grãos, Abrasão Los Angeles, e Absorção. Diante disso, Petkovic *et al.* (2004) recomendam que os ensaios realizados com os materiais reciclados, em laboratório e em campo, tenham os resultados comparados com o desempenho dos materiais naturais.

3.5.2 Utilização para produção de componentes construtivos

Vários pesquisadores brasileiros desenvolveram programas experimentais, durante as últimas três décadas, substituindo os agregados naturais pelos reciclados, de forma parcial ou total. Nesses estudos, foram fabricados em escala piloto materiais de construção, como blocos e painéis leves de vedação em concreto, tijolos de solo-cimento, concreto, concreto compactado com rolo, argamassas para revestimento e assentamento, artefatos em concreto e outros.

No entanto, o potencial dos programas experimentais para gerar pesquisas e materiais de construção úteis, econômica e ambientalmente viáveis não conseguiu, ainda, contribuir de forma efetiva para incorporação dessas inovações, em larga escala, no mercado consumidor. De acordo com Reggio; Ohashi (2008), ainda que sejam realizados eventos científicos, pesquisas e debates sobre reciclagem de RCC, esse processo ocorre de forma lenta no Brasil. Constata-se que grande parte das pesquisas e produtos desenvolvidos em laboratório, atualmente, é influenciada por vários elementos, segundo Calmon (2007, p.1596).

“Visualiza-se, atualmente, que a maioria dos estudos e das pesquisas está numa fase de pesquisa básica, aplicada e em desenvolvimento experimental (protótipos), mas não conseguiu, efetivamente, alcançar a categoria de produtos. Na mente dos pesquisadores, necessita-se incorporar uma maior consciência de que se deve saltar da pesquisa aplicada e/ou protótipo para o desenvolvimento do produto e processo, tarefa esta que vai necessitar de engenheiros de produção e outros profissionais. A transferência de tecnologia desenvolvida na área de reciclagem ainda está num estado latente no país, onde a maioria das pesquisas circula somente no meio científico, ainda que existam vários casos de sucesso de integração entre setor produtivo e meio científico. Precisa-se encontrar caminhos para que o setor produtivo participe do processo de desenvolvimento da pesquisa desde a sua fase inicial até a transferência de tecnologia; esse é um grande desafio para o nosso país.”

A aplicação dos AR podem variar conforme a demanda por material de uma localidade. No entanto, de acordo com Angulo (2000), os AR produzidos no Brasil não possuem os requisitos de desempenho necessários para sua aplicação em larga escala pela ICC, devido à falta do controle de qualidade na produção. Essa limitação corrobora para a restrição da aplicação desses agregados, em escala comercial, em usos considerados nobres, como concretos e blocos estruturais, argamassas de revestimento e outros.

Em contrapartida, em países desenvolvidos, conforme Hendriks; Nijkerk; Van Koppen (2007) e Tam; Tam; Le (2010), verifica-se a utilização de AR em diversos materiais de construção, inclusive com função estrutural. Ainda que existam usinas de reciclagem, segundo Tam; Tam; Le (2010), devido à falta de experiência dos consumidores com o material reciclado, não existem meios adequados para garantir sua qualidade e desempenho.

3.6 O PAPEL DOS AGENTES INTERVENIENTES NO USO DE AGREGADOS RECICLADOS

A existência de AN a baixo custo e a preferência dos consumidores por esses materiais, dificulta a inserção de AR no mercado (DURAN; LENIHAN; O'REGAN, 2006). Conforme Tam; Tam (2006), os AR possuirão maior grau de competitividade em locais desprovidos de recursos naturais e áreas para expansão de aterros. Para Duran; Lenihan; O'Regan (2006), o alcance da economia de escala nas usinas de reciclagem de RCC relaciona-se a atitude dos gestores que podem elevar a produção de AR até a geração máxima de RCC ou produzir a demanda mínima de AR. Entretanto, somente o custo de produção e o volume de AR podem influenciar a competitividade com os AN e, assim, atrair novos empreendedores para o setor.

Dessa forma, para incentivar o uso de AR, Chick; Micklethwaite (2004) e Chateau (2007) recomendam a mudança de comportamento dos agentes intervenientes, por meio de ações institucionais e comerciais, como criação de mercados de materiais reciclados, difusão de aplicações comerciais, realização de pesquisas e outros. Conforme Chateau (2007), isso já ocorre na França, a partir da interação entre instituições governamentais, entidades e centros de pesquisas (Quadro 16), que realizam projetos em conjunto tendo em vista o desenvolvimento de normas e especificações de AR para pavimentação de vias.

Quadro 16 - Relação de entidades e instituições envolvidas no projeto do Diretório de Estradas Francês

Entidade/ Instituição	Papel e/ou Habilidade
Ministério dos Transportes e Equipamentos	Autoridades contratantes
Ministério da Ecologia e do Desenvolvimento Sustentável	Regulação ambiental
Agência para Gestão do Ambiente e da Energia	Critérios de aceitabilidade ambiental / Secretário do grupo de trabalho
Gabinete de pesquisa geológica	Critérios de aceitabilidade ambiental
Instituto Nacional do Meio Ambiente e Riscos Industriais	
Centro Técnico de Estudos de Equipamentos	Critérios de aceitabilidade técnicos
Departamento de Pesquisa Técnica em Estradas e rodovias	
Laboratório Francês de Pesquisa em Obras Públicas	

Fonte: Adaptado de Chateau (2007)

De acordo com Duran; Lenihan; O'Regan (2006), cabe aos legisladores o desenvolvimento de subsídios econômicos para estruturação do mercado de AR, visando elevar as taxas cobradas dos geradores para destinação de RCC em aterros, conceder subsídios para implantação de usinas e incentivar o consumo de AR. Por sua vez, para Hsiao *et al.* (2002), isso depende da parceria entre governo local e ICC, para fortalecer o mercado de resíduos de concreto, elaborar normas, garantir o uso em obras públicas e conceder incentivos aos consumidores.

Contudo, os AN e AR não devem ser materiais concorrentes, mas sim, materiais utilizados estrategicamente em conjunto (BLENGINI; GARBARINO, 2010). Diante disso, Blengini, Garbarino (2010, p.1022, tradução nossa) propõem o conceito *sustainable supply mix* (SSM), em português definido como: “[...] uma mistura de agregados naturais, subprodutos de pedra e resíduos reciclados, que juntos maximizam os benefícios da oferta de agregados ao longo das gerações”. Esse conceito estabelece uma relação de complementaridade, baseada na eficiência econômica, ambiental e social da reciclagem de RCC.

Nesse sentido, Petkovic *et al.* (2004) desenvolveram estratégias para suporte à tomada de decisão pelos agentes intervenientes no uso, através da elaboração de critérios de aceitação e apreciação de uso de materiais reciclados em estradas do país. Esses critérios contemplam a análise de procedimentos construtivos, uso do solo, condições climáticas e biológicas da região e/ou edificação, onde forem usados.

No Reino Unido, Chick; Micklethwaite (2004) identificaram, junto a arquitetos e projetistas, obstáculos que dificultam à especificação e uso de materiais de construção reciclados (Quadro 17). Para os autores, esses profissionais são essenciais já que suas ações podem influenciar clientes e fornecedores (empresas fabricantes de materiais, lojas, empreiteiros). Segundo Chick; Micklethwaite (2004, p.262, tradução nossa): “Arquitetos e projetistas preferem, portanto, agir de forma segura, e apenas especificar materiais que lhes são familiares”.

Quadro 17 - Obstáculos ao uso de materiais reciclados em edificações, levantados por arquitetos e projetistas

Obstáculo / Porcentagem	Aspectos comentados
Falta de informações sobre o produto (23%)	Disponibilidade e locais de comercialização; Informações técnicas; Existência de certificações ambientais; Base de dados dos fornecedores desatualizada
Desconhecimento (20%)	Vários agentes (projetistas, arquitetos, contratantes, fornecedores, fiscais) priorizam o custo reduzido e não o diferencial do material.
Problemas de fornecimento (17%)	Faltam fornecedores locais confiáveis; amostras dos produtos reciclados indisponíveis
Custo (14%)	Custo superior ao do material convencional; Insatisfação dos clientes; Falta de benefícios para incentivar o uso
Qualidade (13%)	Falta de confiança dos consumidores; Qualidade inferior ao material convencional.
Restrições práticas (8%)	Elevação do tempo de trabalho e responsabilidade do projetista; Falta diretrizes para uso.
Cliente	Obstáculo adicional com poder de veto nas escolhas dos materiais, em função do custo e do desconhecimento

Fonte: Adaptado de Chick; Micklethwaite (2004)

Tendo em vista o desempenho do mercado de materiais reciclados, Lavee; Regev; Zemel (2009) recomendam a intervenção do governo e utilização de mecanismos de mercado, como contratos comerciais, de longo prazo, entre usinas de reciclagem privadas e municipalidades.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo descreve os procedimentos metodológicos da pesquisa. Dessa forma, abrange a classificação da pesquisa e dos métodos, respectivamente, quantos aos tipos e abordagens, o conjunto de instrumentos para coleta de dados, os critérios para seleção da amostra e os procedimentos para sistematização e análise dos resultados. Para compreensão desses procedimentos faz-se necessário diferenciar os participantes dessa pesquisa:

- respondentes, indivíduos que responderam o questionário autoaplicável;
- entrevistados, indivíduos que participaram da entrevista face a face, e
- participantes, agrupamento de indivíduos pertencentes aos grupos anteriores.

4.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Os sistemas de classificação dos tipos de pesquisas disponíveis na literatura são diversos. Diante disso, esse trabalho adota a definição de Gil (2002, 2007), que estabelece os critérios de classificação em função dos objetivos gerais da pesquisa. Para o autor existem três tipos de pesquisa (exploratórias, descritivas, explicativas), cujas características podem ser combinadas entre si, de acordo com o problema em investigação. Assim, a pesquisa ora apresentada constitui uma investigação de natureza descritiva, cujas características estão no Quadro 18.

Quadro 18 - Síntese das características da pesquisa descritiva

Tipo de pesquisa	Características	Métodos utilizados
Pesquisa descritiva	Por meio da utilização de técnicas padronizadas de coletas de dados descreve as características de determinada população/fenômeno ou estabelece relações entre as variáveis.	Questionário, Observações sistemáticas e Levantamentos

Fonte: Adaptado de Gil (2002, 2007)

4.2 CLASSIFICAÇÃO DO MÉTODO DE PESQUISA

De acordo com Yin (2010), os métodos de pesquisa podem ser divididos em cinco tipos (Quadro 19). Gil (2002, 2007) acresce aos métodos citados por Yin (2010): pesquisa bibliográfica, pesquisa *ex-post-facto*, estudo de corte, estudo de campo, pesquisa-ação e pesquisa participante. Contudo, a adequação da seleção metodológica depende de três condicionantes: “[...] tipo da questão de pesquisa, o controle que o investigador tem sobre os eventos comportamentais e o enfoque sobre os fenômenos contemporâneos em oposição aos históricos” (YIN, 2010, p.22). O método adotado para a coleta de dados deve ser adequado aos objetivos e a população-alvo da investigação (FLICK, 2009; SILVERMAN, 2009).

Quadro 19 - Resumo comparativo entre as condicionantes para seleção de métodos de pesquisa

Método	Forma de questão da pesquisa	Exige controle dos eventos comportamentais?	Enfoca eventos contemporâneos?
Experimento	Como, por quê?	Sim	Sim
Levantamento (<i>survey</i>)	Quem, o quê, onde, quantos, quanto?	Não	Sim
Análise de arquivos	Quem, o quê, onde, quantos, quanto?	Não	Sim/Não
Pesquisa histórica	Como, por quê?	Não	Não
Estudo de caso	Como, por quê?	Não	Sim

Fonte: Yin; Bateman; Moore (1985) apud Yin (2010, p.29).

Diante do exposto, a presente pesquisa adotou a pesquisa bibliográfica e de levantamento, em conjunto com o estudo de caso, uma vez que esses métodos não exigem controle de eventos comportamentais. Essa escolha ainda se embasou nos métodos usados em grande parte de investigações precedentes relativas ao tema: entrevista em conjunto com observação.

4.2.1 Pesquisa bibliográfica

A pesquisa bibliográfica contemplou diversos temas que contribuíram para elaboração do referencial teórico, questionário e análise dos resultados. Nessa etapa foram consultadas várias fontes de dados, como periódicos, teses, dissertações, anais de congressos, referencial legal e normativo, revistas técnicas, materiais e documentos disponíveis na *internet*.

4.2.2 Pesquisa de levantamento

A pesquisa de levantamento (*survey research*) é uma técnica empregada, frequentemente, por organizações e instituições que buscam conhecer e descrever a opinião de uma população

sobre um determinado tema (WILLIAMS, 2004). A pesquisa de levantamento, também denominada de levantamento, possibilita uma análise mais abrangente do tema em estudo quando utilizado em conjunto com outras técnicas de pesquisa.

Além disso, o levantamento propicia a investigação de uma série de variáveis independentes significativas, que “[...] podem ser mais *representativas* – os resultados dessas pesquisas podem ser generalizados para um âmbito maior de indivíduos” (LEVIN; FOX, 2004, p.4, grifo do autor). Isso é possível devido ao pequeno controle durante a coleta de dados, a ausência de interferência do investigador e a amostragem não aleatória da população. Por sua vez, para Williams (2004), a generalização dos resultados do levantamento pode ser realizada de acordo com objetivos, problema, técnicas de coleta de dados e número de participantes.

De acordo com Williams (2004), os levantamentos classificam-se com relação à abrangência, em nacional - realizado em grande escala, e local - aplicado em pequena escala. Por sua vez, Ackroyd; Hughes (1983 apud Williams, 2004), afirmam que os levantamentos possuem um caráter explicativo e são divididos em factuais, atitudinais, psicológico-sociais e explicativos. Diante do exposto, essa pesquisa classifica-se como: (a) atitudinal, já que coletou dados sobre atitudes de indivíduos e (b) local, devido à aplicação em uma pequena escala da população.

As recomendações propostas por Seltiz *et al.* (1975); Kornhausera; Sheatsley (1975) e Williams (2004), referentes à postura do entrevistador, padronização do questionário e possibilidade de replicação do questionário em amostras similares, possibilitaram a construção e a condução do levantamento sem enviesamento. Em relação à coleta de dados, a pesquisa de levantamento contemplou as seguintes etapas:

- distribuição de questionários autoaplicáveis, junto aos pesquisadores e especialistas,
- realização de entrevistas semiestruturadas com pesquisadores nacionais e internacionais; profissionais da construção civil, gestores de usinas de reciclagem, empresários e outros agentes intervenientes.

4.2.3 Estudo de caso

Outro método usado na pesquisa foi o estudo de caso, recomendado para explicar circunstâncias do presente e descrever, de forma abrangente e minuciosa, fenômenos sociais complexos e contemporâneos (YIN, 2010). De forma semelhante, Godoy (2010) e Yin (2010) destacam a multidisciplinaridade desse método e a capacidade de analisar evidências provenientes de diferentes técnicas de pesquisa.

Yin (2010) classifica os estudos de caso em único ou múltiplo. Assim, cada usina de reciclagem e canteiro de obras é integrante de um estudo de caso único. Porém, como essa pesquisa analisou várias unidades, tem-se um estudo de múltiplos casos de uma organização. Nesse sentido, Hartley (1995, apud GODOY, 2010, p.127) recomenda a utilização do estudo de caso “[...] quando se deseja capturar e entender a dinâmica da vida organizacional, tanto no que diz respeito às atividades e ações formalmente estabelecidas quanto àquelas que são informais, secretas ou mesmo ilícitas”.

Contudo, para construção e condução de estudos de caso exemplares e de alta qualidade, segundo Yin (2010), é necessário adotar alguns princípios de apoio como: uso de múltiplas fontes de pesquisa (documentação, entrevistas, observações); elaboração de um banco de dados e descrição do encadeamento de evidências. Esses princípios são importantes para o aprofundamento das questões da pesquisa e desenvolvimento da argumentação lógica.

A realização de um caso-piloto no início da coleta de dados é importante, visando à verificação do protocolo para a condução da pesquisa (YIN, 2010). Apesar disso, devido ao cronograma da pesquisa e limitação de recursos, optou-se pela supressão do caso-piloto nas usinas de reciclagem e nos canteiros de obras. Por isso, o estudo piloto foi desenvolvido, apenas, com os profissionais da construção civil (ver Rembiski; Calmon; Pinto, 2011).

4.3 CLASSIFICAÇÃO DO MÉTODO DA PESQUISA QUANTO A ABORDAGEM

Em relação ao método da pesquisa, adotou-se uma abordagem mista com caráter quantitativo e qualitativo, denominada estudo multimétodo. Para Silverman (2009) e Yin (2010) a combinação entre métodos é aceitável, já que esses não são mutuamente exclusivos e não possuem limites para uso. Apesar disso, de acordo com Strauss; Corbin (2008, p.39) existem divergências em sua aplicação: “Muitos pesquisadores quantitativos tendem a descartar completamente estudos qualitativos alegando que não fornecem nenhum resultado válido – na verdade, alegando que são pouco melhores do que relatos jornalísticos”.

O estudo multimétodo abrange estratégias de investigação qualitativas e quantitativas, buscando a complementaridade entre as técnicas para obtenção de dados e a produção de resultados condizentes com seu objetivo (MARTINS; THEÓPHILO, 2007; STRAUSS; CORBIN, 2008; YIN, 2010). No entanto, em função de sua abrangência, as questões

investigadas podem ser mais complexas, por isso: “Mais comumente, os estudos de caso são usados para obter *insight* aos processos causais, enquanto que os levantamentos proporcionam a indicação de prevalência de um fenômeno” (YIN, 2010, p.205).

A pesquisa qualitativa busca compreender relações entre participantes, por meio de três elementos, segundo Strauss; Corbin (2008): (a) dados, originados em distintas fontes; (b) procedimentos, utilizados na interpretação e organização de dados e (c) relatórios escritos e verbais, resultantes do estudo científico. A abordagem qualitativa é usada em investigações de fenômenos limitados a um local ou em temas com pouca quantidade de informações (MARTINS; THEÓPHILO, 2007; STRAUSS; CORBIN, 2008; SILVERMAN, 2009).

A coleta de dados verbais, por meio de distintas técnicas, fundamenta a metodologia da pesquisa qualitativa (FLICK, 2009), já que proporciona uma grande abertura entre o objeto em estudo e o pesquisador. Silverman (2009) recomenda o estudo de entrevistas qualitativas em amostras pequenas, em conjunto com a mensuração dos dados, por meio da tabulação quantitativa simples. Diante disso, a análise qualitativa dos resultados tende a se aproximar com validade da amostra representativa, por meio da apresentação de uma medida resumida das características da amostra total.

4.4 INSTRUMENTOS PARA COLETA DE DADOS

A classificação dos instrumentos de pesquisa, de acordo com Silverman (2009), relaciona-se ao grau de intervenção entre pesquisador e pesquisado em: (a) dados provocados pelo pesquisador - entrevista e questionário e (b) dados que ocorrem naturalmente - observação e registros audiovisuais. Durante a elaboração dos instrumentos nessa pesquisa, considerou-se que os dados obtidos eram passíveis de categorização, quantificação e análise.

4.4.1 Questionário

O questionário é uma técnica de pesquisa que busca levantar junto aos respondentes suas crenças, valores, opiniões e outros aspectos relativos à questão da pesquisa, por meio de perguntas abertas ou fechadas (GIL, 2007; MARCONI; LAKATOS, 2007; RICHARDSON, 2007). Gil (2007) classifica os questionários em questionários autoaplicados e questionários aplicados com entrevista ou formulários. Nessa pesquisa, o primeiro tipo foi usado com os pesquisadores nos eventos científicos, enquanto que o segundo, com os demais participantes.

As etapas para elaboração do roteiro semiestruturado para entrevista foram comuns, contemplando revisão de literatura, estruturação de perguntas e agrupamentos, definição do público-alvo, forma de tabulação e análise de resultados. Durante o planejamento da extensão, natureza e conteúdo do questionário, esse instrumento foi revisado por dois especialistas, visando alcançar a ordem e quantidade ideal de perguntas.

O conteúdo das perguntas buscava a operacionalização dos conceitos, obtidos na revisão de literatura, e a investigação do problema da pesquisa, por meio dos tópicos propostos por Selltiz *et al.* (1975). Essas perguntas eram do tipo abertas; fechadas do tipo dicotômica (sim, não), tricotômica (sim, não, não respondeu) e a combinação entre abertas e fechadas. As perguntas possuíam alternativas de respostas, exaustivas e excludentes, tais como: alternativas hierarquizadas, múltiplas, única ou dependente.

Para se obter o melhor resultado dessas perguntas incluiu-se a alternativa outra resposta. May (2004); Gil (2007) e Richardson (2007) relatam que essa ação garante a existência de uma alternativa adequada, para todas as classes de respondentes. Ainda foram incluídas perguntas fechadas com justificativa por extenso, para aumentar o grau de liberdade das respostas e o enriquecimento dos relatos.

Em algumas questões, o uso da alternativa não respondeu pelos participantes pode indicar que: (a) as respostas não foram fornecidas por motivos diversos (falta de conhecimento ou interesse) ou (b) existência de perguntas e respostas dependentes. Por outro lado, a utilização da alternativa outra opção, pode indicar que alguns respondentes, mais proativos, possuíam percepções diferentes daquelas fornecidas inicialmente pela pesquisadora.

Durante a primeira entrevista na construtora A, constatou-se dificuldade para compreensão dos termos RCC e AR, pela categoria dos mestres. Diante disso, a pesquisadora explicou o significado dessas palavras, para que o entrevistado estivesse apto a responder as perguntas. Posteriormente, nos questionários das categorias dos mestres e dos técnicos os termos RCC e AR foram substituídos, respectivamente, por entulho e entulho moído.

Diante disso, verifica-se que a padronização do questionário é importante, para garantir que todos respondam à mesma pergunta, sem alteração do conteúdo e ordem de palavras (SELLTIZ *et al.*, 1975). Por isso, os questionários autoaplicáveis e os formulários foram estruturados e padronizados, conforme a classe dos respondentes, incluindo a realização de um pré-teste (ver seção 4.4.2). O número e o tipo de questões variavam conforme a categoria

dos participantes. Algumas questões eram comuns a duas ou mais categorias de participantes, para avaliar a percepção comum das categorias com relação a um mesmo assunto.

Os roteiros usados possuíam formatação diferenciada, devido ao número de perguntas dos formulários (Apêndice B). Para tanto, a diagramação, o ordenamento dos agrupamentos e das perguntas, buscou criar um instrumento de fácil aplicação que permitisse a interação com o respondente por meio da aproximação gradual ao tema.

Ainda que fossem adotadas tais medidas, a pesquisadora possuía pouco ou nenhum controle sobre o preenchimento e a devolução do questionário. Prova disso foi o baixo índice de devolução e a quantidade de questões em branco, em virtude da possível falta de interesse dos respondentes pelo tema. Em contrapartida, o formulário constituído por um roteiro de perguntas preestabelecidas, com opções limitadas de respostas possibilitou à pesquisadora, durante a entrevista, alcançar a resposta da maioria das questões.

Em relação à taxa de devolução de questionários enviados por correio, verificam-se índices variáveis na literatura. Para Williams (2004) e Marconi; Lakatos (2007) este índice corresponde, respectivamente, a 25% e 40%, enquanto que para Richardson (2007) este valor é de 70%. Chick, Micklethwaite (2004), em um questionário enviado por correio eletrônico, obtiveram uma taxa de retorno de 5%. Enquanto isso, na mesma modalidade, Tam (2008) e Tam; Tam; Le (2010) obtiveram um taxa de 31,2% e 64,2%, respectivamente.

Os valores citados anteriormente serviram de referência para análise dos dados, pois não foram encontradas taxas referentes a questionários autoaplicáveis. Nesta pesquisa, a taxa de devolução dos questionários autoaplicados e enviados por correio eletrônico, em conjunto com a taxa de respondentes dos eventos científicos apresentaram variações (Tabela 11). Cabe ressaltar que a taxa de devolução foi calculada a partir da média de participantes dos eventos.

Tabela 11: Taxa de devolução dos questionários aplicados nos eventos científicos e por correio eletrônico

Evento / Categoria	Participantes (em média)	Respondentes	Taxa de Devolução (%)
IX Seminário de Desenvolvimento Sustentável e Reciclagem na Construção Civil	32	13	40,62
ENARC (todos os inscritos)	200	20	10,0
ENARC (somente pesquisadores)	40	14	35,0
ENARC (somente pós-graduandos)	22	3	13,6
ECO-SINDUSCON (questionário piloto)	150	16	10,66
Pesquisadores na área de materiais (via email)	10	3	33,3

4.4.2 Pré-teste

Grande parte dos pesquisadores recomenda o pré-teste do questionário antes de sua aplicação na amostra em estudo (WILLIAMS, 2004; SILVERMAN, 2009), para verificação e validação desse instrumento. Diante disso, o formulário da pesquisa foi pré-testado e pré-analisado em uma pequena amostra de profissionais da construção civil, durante o Seminário ECO SINDUSCON realizado no município de Vitória (Espírito Santo), em 2009.

A solicitação para aplicação do questionário, junto à organização do Seminário ECO, ocorreu com duas semanas de antecedência, por meio de contato telefônico e correio eletrônico. Os respondentes, arquitetos e engenheiros civis, foram escolhidos dentre os inscritos com base na técnica de amostragem não probabilística por conveniência. Outras informações sobre o pré-teste, bem como o resultado podem ser encontradas em Rembiski; Calmon; Pinto (2011).

4.4.3 Entrevista

As entrevistas são classificadas segundo Gil (2002) e May (2004) em quatro tipos: estruturada, semiestruturada, não estruturada e em grupo. Esses tipos podem ser usados individualmente ou combinados entre si. As entrevistas realizadas junto aos gestores das usinas podem ser classificadas como entrevistas qualitativas em profundidade e constituem parte do estudo de caso, devido ao seu grau de complexidade e a longa duração.

Nessa pesquisa, adotou-se a entrevista semiestruturada com roteiro preestabelecido (formulário), que permitiu o contato face a face da pesquisadora com o entrevistado e o aprofundamento de aspectos relevantes à investigação, por meio da elaboração de novas questões. Nesse aspecto, Meuser; Nagel (2002 apud Flick, 2009) apontam a entrevista semiestruturada como um instrumento adequado para a condução da pesquisa junto a especialistas, já que nesse caso, o foco não é o entrevistado, mas sim as informações potencialmente relevantes que eles podem fornecer para análise.

Dentre as ações recomendadas por Selltiz *et al.* (1975) e Kornhausera; Sheatsley (1975) para condução da entrevista, utilizaram-se as seguintes: preparação prévia do entrevistador, ambiente e introdução da entrevista; postura do entrevistador; observação das características do respondente, perguntas e respostas (Apêndice A). Além disso, antes do início de todas as entrevistas realizaram-se as seguintes ações: (a) apresentação da pesquisadora; (b) explicação da pesquisa e do valor da colaboração do entrevistado; (c) comunicado do uso científico das informações e (d) solicitação para gravação da entrevista.

Durante as entrevistas, os entrevistados eram livres para expressar suas opiniões em perguntas abertas e fechadas, cujas ideias eram registradas no roteiro impresso. Diante disso, não houve restrição, por parte da entrevistadora, para aprofundamento no assunto. Porém, quando o entrevistado se desviava do objetivo da pergunta, a entrevistadora retornava a pergunta.

Caso o entrevistado demonstrasse falta de conhecimento sobre o assunto, a entrevistadora repetia a pergunta, contudo não fornecia informações que influenciassem sua resposta. Uma vez que determinadas perguntas não atendiam as características levantadas durante a pesquisa de campo, em algumas usinas públicas e de economia mista, a entrevistadora adaptou tais perguntas e formulou uma nova questão, mantendo o objetivo inicial da pergunta.

As entrevistas foram registradas em arquivos de áudio digitais no formato MP3 com o auxílio de um gravador, visando sua transcrição posterior. Sacks (1992 apud Silverman, 2009) justifica a necessidade do gravador de áudio, durante a realização da entrevista, uma vez que o entrevistador não deve resumir as verbalizações em notas ou guardá-las em sua memória, porque isso limita o registro de dados bem como o detalhamento das respostas.

Williams (2004) e Martins; Theóphilo (2007) recomendam o registro da descrição do ambiente da entrevista, os comentários e especulações do investigador, bem como características do entrevistado, para ampliar a análise dos dados. Para registrar tais dados, nessa pesquisa, foi elaborado o instrumento diário de visita (ver seção 4.4.5.1).

4.4.3.1 Treinamento da entrevistadora

A função da entrevistadora era direcionar o entrevistado, de acordo com a sequência de perguntas do formulário. Para isso, realizou-se o treinamento com a graduanda, que auxiliou a coleta de dados junto às construtoras, compreendendo as seguintes etapas: leitura dirigida do referencial teórico descrito no Apêndice A; leitura do questionário para esclarecer possíveis dúvidas; acompanhamento da entrevistadora nas construtoras A, B e C, análise dos pontos positivos e negativos dessas entrevistas.

Além disso, os formulários eram organizados em uma pasta, separados por construtora, em conjunto com as instruções para identificação dos entrevistados e um resumo do referencial teórico (Apêndice A). Essa medida foi adotada para evitar a perda de dados, bem como subsidiar a orientação contínua da graduanda.

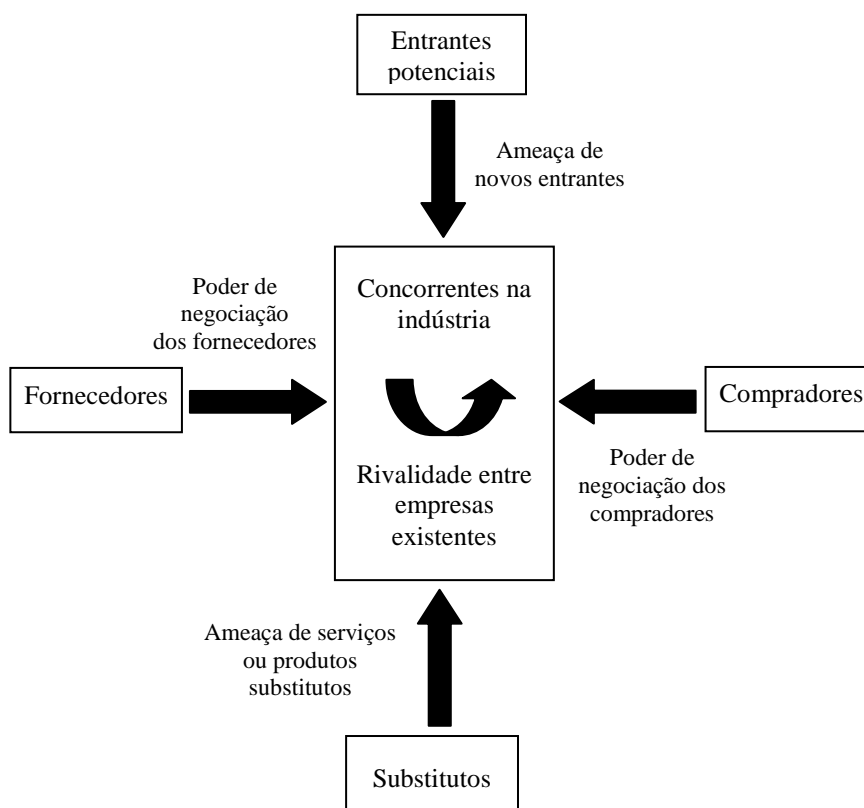
4.4.4 Metodologia para análise da indústria

Alguns segmentos da economia, frequentemente, adotam práticas desenvolvidas por outras organizações para melhorar seu processo produtivo. Apesar disso, a inserção de um novo produto ou processo no mercado, segundo Porter (1991), está condicionada ao conhecimento dos riscos do negócio, ao levantamento das necessidades dos consumidores, às características dos concorrentes e ao estabelecimento de estratégias competitivas para concretizá-lo.

Em geral, estudos sobre indústrias consideram apenas um elemento relevante para análise da influência de fatores internos e externos à organização. Em contrapartida, a metodologia analítica proposta por Porter (1991) possibilita a compreensão da indústria e de seus concorrentes atuais e potenciais, por meio da identificação de suas características estruturais, buscando aumentar sua parcela de mercado através da adoção de estratégias competitivas.

Porter (1991) afirma que é necessário adotar uma estratégia global para conduzir as diferentes etapas de análise compreensiva de uma indústria, a qual deve contemplar: as características estruturais da indústria; as forças competitivas que causam sua transformação e as informações estratégicas necessárias sobre a concorrência (Figura 16). Diante disso, adotou-se a referida metodologia para construção do formulário e análise das usinas de reciclagem.

Figura 16 - Forças atuantes no mercado



Fonte: Adaptado de Porter (1991)

Para análise da indústria é necessário, ainda, um grande volume de dados publicados e de campo, cujo grau de dificuldade para obtenção é variável. As principais fontes de dados publicados, segundo Porter (1991), são estudos de indústrias; associações comerciais; revistas especializadas; imprensa comercial; dados estatísticos; documentos das companhias públicas e de capital aberto e outros.

Enquanto isso, os dados de campo podem ser coletados, segundo Porter (1991), por meio de visitas técnicas e entrevistas junto aos membros da indústria (fornecedores, distribuidores, clientes, associações e outros). Dentre as técnicas para análise da indústria, Porter (1991, p.343) destaca que: “A entrevista de campo efetiva é um processo delicado e demorado, mas que irá reunir a maior parte das informações críticas para muitos estudos de indústrias”.

A metodologia analítica de Porter (1991) embasou conceitualmente as perguntas do questionário, cujo objetivo era conhecer os pontos fracos e os pontos fortes das usinas de reciclagem a partir das seguintes informações: (a) caracterização das unidades produtivas; (b) caracterização dos processos; (c) caracterização dos produtos; (d) realização de novos investimentos; (e) levantamento do sistema de controle da qualidade; (f) uso de recursos de propaganda; (g) levantamento dos impactos ambientais; (h) conhecimento de legislação e (i) levantamento de informações mercadológicas.

4.4.5 Dados visuais

Silverman (2009) destaca a importância da coleta e utilização de dados visuais na pesquisa, como fotografias, filmes, anúncios, charges e outros. Nessa pesquisa foram utilizados registros fotográficos dos canteiros de obra e das usinas de reciclagem.

4.4.5.1 Observação na pesquisa de campo

A observação é uma técnica de pesquisa qualitativa com a qual se estuda um sujeito, permitindo a observação de fenômenos espontâneos, isentos da interferência do observador (GIL, 2007; MARCONI; LAKATOS, 2007; RICHARDSON, 2007; FLICK, 2009). Para Silverman (2009, p.71), “[...] o observador observa, escuta e registra”, por isso a observação utiliza todos os sentidos do observador (MARCONI; LAKATOS, 2007; FLICK, 2009), na compreensão de um conjunto de informações visuais e sensoriais. Dentre as modalidades de observação propostas por Ander-Egg (1978, apud Markoni; Lakatos, 2007), as observações realizadas nessa pesquisa podem ser classificadas de duas formas (Quadro 20).

Quadro 20 - Tipos de observações realizadas durante a pesquisa de campo

Tipos de observação	Canteiro de obras	Usinas de reciclagem
Segundo o meio utilizado	Observação estruturada (sistemática) devido ao uso do diário de visita, que indicava os itens passíveis de observação no campo	
Segundo a participação do observado	Observação não participante devido a não integração do observador ao grupo ou comunidade objeto do estudo, tornando-se um mero espectador dos fatos.	
Segundo o número de observações	Observação em equipe (pesquisadora e graduanda) em três canteiros (período de treinamento) e Observação individual em seis canteiros de obra (somente graduanda)	Observação individual pela pesquisadora
Segundo o lugar onde se realiza	Observação na vida real efetuada nas referidas organizações, na medida em que os eventos ocorriam.	

Fonte: Adaptado de Ander-Egg (1978, apud Markoni; Lakatos, 2007)

Cresweel (2007); Gil (2007) e Richardson (2007) descrevem que a observação pode acontecer em várias etapas da investigação (exploratória ou experimental) e poder ser usada para coleta de dados de forma exclusiva ou em conjunto com outras técnicas. Durante a observação, para que se obtenham bons resultados, o observador torna-se independente em relação à opinião ou participação de outros sujeitos na pesquisa. Entretanto, são necessários procedimentos sistêmicos como preparo do observador, seleção de fenômenos e/ou locais para observação e construção de um modelo para análise de dados.

Tendo em vista o volume de dados advindos da observação, Creswell (2007) e Gil (2007) recomendam o uso de formulários ou diários para registro de notas sobre o fenômeno observado, realizadas no momento ou imediatamente após sua ocorrência. Diante disso, nessa pesquisa foi criado o instrumento denominado diário de visita (Apêndices I e J).

4.5 SELEÇÃO DA AMOSTRA

A seleção das amostras, em função das características da pesquisa, embasou-se na técnica de amostragem não probabilística por conveniência, na qual “O pesquisador seleciona os elementos a que tem acesso, admitindo que esses possam, de alguma forma, representar o universo” (GIL, 2007, p.104). Segundo Williams (2004), essa amostragem é adequada para levantamentos nos quais se desconhece o tamanho e os elementos da população, e por isso, foi adotada nessa pesquisa.

4.5.1 Critérios para seleção da amostra e dos casos

4.5.1.1 Pesquisadores e eventos científicos

Devido ao tempo e recursos necessários para atingir uma amostra representativa de pesquisadores brasileiros, durante o planejamento experimental partiu-se da premissa que eventos científicos sobre utilização de resíduos na construção civil pudessem concentrar parte desses pesquisadores. Dessa forma, a seleção desses eventos para aplicação dos questionários e realização das entrevistas (Quadro 21) contemplou três condicionantes: (a) viabilidade para participação da pesquisadora; (b) autorização e apoio do comitê organizador durante a realização da pesquisa e (c) eventos relacionados à utilização de resíduos na construção.

Quadro 21 - Eventos científicos selecionados para levantamento junto aos pesquisadores

Período	Local	Evento científico	Organização
16 a 17/06/2009	São Paulo (SP)	IX Seminário de Desenvolvimento Sustentável e Reciclagem na Construção Civil	Instituto Brasileiro do Concreto (IBRACON)
08 a 10/07/2009	Feira de Santana (BA)	Encontro nacional sobre aproveitamento de resíduos na construção (ENARC)	Associação Brasileira de Tecnologia do Ambiente Construído (ANTAC) e Associação Brasileira em Materiais e Tecnologias Não Convencionais (ABMTENC)
02 a 04/12/2009	São Paulo (SP)	<i>International Rilem Conference on Progress of Recycling in the Built Environment</i>	<i>Réunion Internationale des Laboratoires et Experts des Matériaux, Systèmes de Construction et ouvrages (RILEM), IBRACON, Instituto de Pesquisas tecnológicas (IPT) e USP</i>

Em todos os eventos científicos, chegava-se ao local com uma hora de antecedência, assegurando um pequeno espaço para distribuição dos formulários, junto ao setor de credenciamento. Nesse local, os participantes foram convidados para preenchimento voluntário do questionário, durante o credenciamento e intervalos. Posteriormente, a entrega dos formulários preenchidos era direcionada a autora ou para algum membro do comitê organizador. Como a distribuição dos formulários e as entrevistas dos pesquisadores foram realizadas somente pela pesquisadora, pode-se garantir que nenhum entrevistado respondeu duas vezes a pesquisa.

Tendo em vista o estágio inicial do mercado de AR no Brasil quando comparado a outros países como Alemanha, Espanha, Dinamarca e Itália, buscou-se identificar fatores que influenciaram o desenvolvimento desse mercado. Para tanto, foram realizadas entrevistas, em inglês e espanhol junto a quatro pesquisadores internacionais durante o evento “*International RILEM Conference on Progress of Recycling in the Built Environment*”.

4.5.1.2 Canteiros de obras

Na seleção das construtoras foram levantadas, inicialmente, cinquenta e duas, a partir de dados disponíveis no catálogo telefônico. Dentre essas, foram pré-selecionadas quinze construtoras do município de Vitória (ES), para verificação do interesse dos gestores na participação do estudo, por meio de contato telefônico. Entretanto, somente, dez construtoras aceitaram o convite, para as quais se enviou por correio eletrônico a carta de apresentação da pesquisa (Apêndice K) e apenas uma construtora cancelou sua participação no estudo.

O número de entrevistados estabelecido durante o planejamento do experimento, apesar de se tratar de uma pesquisa com abordagem qualitativa, foi de trinta indivíduos, sendo três profissionais por construtora. As entrevistas nas construtoras foram realizadas com o engenheiro residente ou profissional responsável pela função, técnico em edificações e mestre de obras. Tais categorias foram escolhidas tendo em vista o levantamento de diferentes percepções e, até, possíveis contradições entre esses agentes sobre o gerenciamento de RCC.

4.5.1.3 Usinas de reciclagem

Na literatura, estudos precedentes sobre usinas de reciclagem no Brasil usaram critérios semelhantes (Quadro 22) aos adotados nessa pesquisa para seleção da amostra e coleta de dados: pesquisa de campo, visita técnica, entrevista, questionário, observação e registro fotográfico. Cabe ressaltar que na maioria desses estudos, para seleção da amostra das usinas, os pesquisadores partiram de um levantamento inicial, em nível nacional ou estadual.

Quadro 22 - Características de estudos sobre usinas de reciclagem no Brasil

(continua)

Fonte	Nº Usinas	Local	Capital	Instrumentos	Critérios para seleção
Nunes (2004)	14	Rio de Janeiro, Macaé, Salvador, São Paulo, Ribeirão Preto, São José dos Campos, Piracicaba, Vinhedo, Guarulhos, Ribeirão Pires, São José do Rio Preto, Belo Horizonte; Londrina, Brasília.	Público e privado	Questionário autoaplicável na maioria das usinas e visita técnica em algumas	Estágio avançado no gerenciamento de RCC
Jadovski (2005)	5	São Paulo, Vinhedo, Socorro, Estoril, Pampulha.	Público e privado	Entrevista e visita técnica	Proximidade a Porto Alegre
Silva (2006)	5 ^(a) / 2 ^(b)	Municípios paulistas	Público	Observação, coleta de dados e julgamento profissional	Conforme a etapa: ^(a) receptividade e viabilidade para execução; ^(b) características diferenciadas das usinas

Nota: (a) Pesquisa exploratória e (b) Pesquisa de campo

Quadro 22 - Características de estudos sobre usinas de reciclagem no Brasil (conclusão)

Fonte	Nº Usinas	Local	Capital	Instrumentos	Critérios para seleção
Cunha (2007)	5	Municípios paulistas	Público e privado	Entrevista; visita técnica e registro fotográfico	Disponibilidade dos gestores; Representatividade histórica das usinas e Localização próxima a Região Metropolitana
Rembiski (2007)	4	São Bernardo do Campo, Guarulhos, Estoril, Pampulha.	Público e privado	Entrevista; visita técnica e registro fotográfico	Proximidade às capitais dos Estados analisados

Diante do exposto, nessa pesquisa realizou-se o levantamento de usinas nos Estados de São Paulo e Minas Gerais, que subsidiou a pré-seleção de dez usinas em São Paulo, com distância inferior a 200 km da capital. Posteriormente, durante entrevista ao pesquisador Dr. Tarcísio Pinto, responsável pela implantação de várias usinas no Brasil, foi recomendada a visita em parte dessas usinas. Por isso, a amostra contemplou três usinas em Belo Horizonte e seis em municípios do Estado de São Paulo: Socorro, São José do Rio Preto, Piracicaba e Guarulhos, com duas usinas. Assim, a amostra selecionada apresenta a distribuição descrita na Tabela 12, dentre as usinas em operação e instalação, segundo Miranda; Angulo; Careli (2009).

Tabela 12: Usinas selecionadas para pesquisa, em relação às usinas em operação no Brasil em 2008

Usinas em operação e/ou instalação	Total (un)	Usinas visitadas (un)	Nível de abrangência (%)
Públicas	9	4	44,4
Privadas	21	3	14,3
Economia mista	5	2	40,0
Em São Paulo	22	6	27,3
Em Minas Gerais	3	3	100
Na Região Sudeste	26	9	34,6
No Brasil	35	9	25,7

O contato com os gestores das usinas foi realizado com dois meses de antecedência, inicialmente, por meio de contato telefônico. Após a confirmação da participação enviou-se por correio eletrônico uma carta de apresentação (Apêndice L), relatando as características e os objetivos do estudo. Para embasamento da visita técnica, durante o planejamento das atividades da pesquisa de campo foram levantadas algumas características das usinas, como localização, produtividade, início da operação e outros.

4.5.1.4 Empresários do setor de reciclagem

Durante a pesquisa de campo no Estado de São Paulo, teve-se a oportunidade de visitar duas empresas do setor de reciclagem de RCC e entrevistar seus diretores. O empresário 1 é diretor

de uma empresa de comercialização de equipamentos para o setor de mineração e reciclagem de RCC. Por sua vez, o empresário 2 é diretor de uma área de transbordo e triagem de RCC. O formulário do Apêndice G foi aplicado junto ao empresário 1. Por sua vez, as perguntas do formulário das usinas (Apêndice E) foram adaptadas para a realidade da área de transbordo e triagem e aplicadas junto ao empresário 2.

4.5.1.5 Identificação dos participantes da pesquisa

Com relação à identificação de participantes e locais de pesquisa, para Stake (2000 apud Godoy, 2010) e Yin (2010) é interessante revelar suas identidades. No entanto, para Stake (2000 apud Godoy, 2010) é preferível a manutenção do anonimato para garantir a segurança e integridade da organização e/ou indivíduo; evitar efeitos negativos da publicação dos resultados e quando os resultados tratarem de uma situação fictícia.

Diante dessas recomendações, optou-se pela manutenção do anonimato dos funcionários das construtoras, dos profissionais da construção civil, dos gestores de usinas de reciclagem, dos pesquisadores nacionais e dos empresários. Assim, apenas os pesquisadores internacionais foram identificados. A opção pelo anonimato dos respondentes nos questionários e entrevistas buscou ampliar o grau de liberdade das verbalizações orais e escritas.

A identificação das construtoras foi realizada pelas letras em ordem alfabética (A, B, C, D, E,...). Enquanto que o engenheiro residente ou profissional responsável pela função, técnico em edificações e mestre de obras foram identificados por um código composto pela abreviação do cargo (ENG, TEDI, MESO) e a letra correspondente à construtora. Por exemplo, o código ENG A representa a entrevista realizada com o engenheiro da construtora A. Os pesquisadores e os gestores das usinas foram identificados, respectivamente, pelas letras P e G, seguidas de um número atribuído de forma aleatória. Por sua vez, os empresários foram identificados pela sigla EMP, seguida de um número.

As diversas amostras de participantes foram caracterizadas quanto à formação acadêmica, instituição de ensino e ano de conclusão do curso de nível mais elevado e local de trabalho. Outras informações como idade, sexo, renda mensal, entre outras não foram investigadas, uma vez que se partiu do pressuposto que tais informações não influenciaram a análise das respostas. Os agentes que participaram dessa pesquisa, segundo o tipo de estrato, estão descritos no Quadro 23.

Quadro 23 - Distribuição dos participantes da pesquisa por estrato, instrumento utilizado e local

Nº	Estratos	Quant.	Evento/Local	Instrumento utilizado
1	Profissionais da construção civil (engenheiros e arquitetos)	16	ECO-SINDUSCON Vitória (ES)	Questionário piloto autoaplicável
2	Pesquisadores nas áreas de materiais e resíduos	11	Seminário IBRACON, São Paulo	Questionário autoaplicável
3	Pesquisadores nas áreas de resíduos e construção sustentável	8	UFES	Entrevista semiestruturada
4	Pesquisadores nas áreas de materiais e resíduos	20	ENARC Feira de Santana (BA)	Questionário autoaplicável
5	Professores do IFES	10	IFES Vitória e Colatina (ES)	Entrevista semiestruturada
6	Pesquisadores nas áreas de materiais e resíduos	3	Enviado por email	Questionário autoaplicável
7	Profissionais da construção civil	15	Canteiros de obras Vitória (ES)	Entrevista semiestruturada e Diário de visita
8	Gestores de usinas de reciclagem de RCC	9	São Paulo (SP) e Belo Horizonte (MG)	Entrevista semiestruturada e Diário de visita
9	Diretor de área de transbordo e triagem privada	1	Guarulhos (SP)	Entrevista semiestruturada e Diário de visita
10	Diretor de empresa de equipamentos de mineração e reciclagem	1	São Paulo (SP)	Entrevista semiestruturada
11	Pesquisadores internacionais nas áreas de materiais e resíduos	3	Recycle 2009 São Paulo (SP)	Entrevista semiestruturada
TOTAL		97 formulários		

4.6 SISTEMATIZAÇÃO E APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Ainda que existam diferentes técnicas de análise qualitativa de dados para categorização e interpretação de percepções obtidas em questionários e entrevistas, nessa pesquisa optou-se pela análise em função do objetivo e dos métodos. Desse modo, os dados foram organizados em tabelas, quadros, gráficos e análises descritivas, que subsidiaram a análise dos resultados.

A sistematização dos dados (Quadro 23) compreendeu a tabulação dos questionários autoaplicáveis e formulários, em conjunto com a transcrição de aproximadamente 25 horas de entrevistas (Apêndice H). As próximas seções apresentam o tratamento adotado para as verbalizações, transcrição e quantificação dos resultados, os quais buscaram incorporar dados quantitativos na pesquisa qualitativa.

4.6.1 Tratamento dos dados para análise

Em relação à análise dos resultados, Strauss; Corbin (2008) propõem a organização dos dados conforme os sujeitos, organizações e fenômenos. No entanto, a análise de apenas um fragmento de entrevista dificulta a compreensão de seu contexto, enquanto que a análise de forma integral permite a comparação entre os formulários da mesma categoria de participantes, bem como entre as respostas de uma mesma pergunta.

A análise dos resultados da pesquisa de campo, formulários e entrevistas abrangeu as seguintes etapas: agrupamento dos documentos por categoria; tabulação das questões abertas e fechadas; transcrição das verbalizações; análise individual das respostas de cada participante; agrupamento das respostas por pergunta e categoria; elaboração e leitura sistêmica dos cadernos de respostas de todos os participantes.

Enquanto isso, a comparação das verbalizações entre os integrantes de uma mesma categoria e respondentes das perguntas comuns, auxiliou na escolha de trechos que sintetizavam suas percepções. Assim, uma parte das verbalizações orais e escritas dos participantes, considerada relevante do ponto de vista teórico, foi utilizada para complementar os resultados quantitativos da pesquisa. A análise do conjunto de percepções das questões abertas permitiu a síntese de respostas por meio de conceitos-chave.

As verbalizações orais e escritas dos participantes serão apresentadas, no decorrer do texto, por meio de texto itálico entre aspas, acompanhadas da identificação do código do participante. A interpretação das verbalizações, também, poderia ser feita por meio de programas computacionais para análise de dados qualitativos. No entanto, segundo Bandeira de Mello (2010), tais programas não realizam a análise qualitativa, somente auxiliam o investigador no gerenciamento e codificação de informações.

4.6.2 Transcrição dos arquivos

A transcrição das entrevistas foi realizada, inicialmente, com programas convencionais para edição de texto e reprodução de áudio. Contudo, devido ao longo tempo de transição entre as telas dos programas e limitações de configuração do áudio, buscou-se outra ferramenta computacional para garantir agilidade ao processo. Por isso, adotou-se o *software* livre *Express Scribe*, que permitia a transcrição simultânea ao controle das propriedades do arquivo (velocidade, graves, ruídos e outros) em uma única tela de trabalho (SCRIBE..., 2010).

Embora o processo da transcrição tenha sido extenso, para May (2004, p.166) “Fazer anotações ou transcrever fitas e simplesmente escutar as conversas colabora com o importante estágio analítico da familiarização com os dados”. É importante ressaltar que todas as verbalizações foram ouvidas e transcritas na íntegra, de acordo com os arquivos de áudio. Por isso, não foram realizadas alterações para adequar as verbalizações à linguagem formal, garantindo, assim, a originalidade do texto.

Para alcançar esse resultado, realizou-se a audição repetida e cuidadosa dos arquivos de áudio, por algumas vezes, para captar com exatidão a sequência das palavras, visando reduzir possíveis erros de transcrição. Por isso, cada dez minutos de entrevista levaram, em média, uma hora para serem transcritos. Cabe ressaltar que algumas palavras foram inaudíveis durante a transcrição, no entanto esse fato não prejudicou a análise dos resultados.

4.6.3 Quantificação das respostas

A utilização de um nível de mensuração particular em pesquisas sociais (séries numéricas) é relevante em função da possibilidade da classificação (nível nominal), ordenação por postos (nível ordinal) e atribuição de um escore (nível intervalar) aos resultados da pesquisa (LEVIN; FOX, 2004). Por isso, a estrutura analítica dessa pesquisa contemplou o uso de ferramentas estatísticas para a análise de dados quantitativos do levantamento, em conjunto com a relevância das evidências qualitativas das entrevistas e observações.

Devido ao número limitado de indivíduos de cada amostra, optou-se pela realização da análise quantitativa e qualitativa dos resultados em cada categoria: pesquisadores, profissionais, gestores e usinas. O percentual obtido nos resultados foi calculado a partir do número de respondentes, e não pela variação do número de alternativas das respostas obtidas em cada categoria. Na maioria das questões os participantes poderiam assinalar uma ou mais alternativas. Por isso, nesses casos, o somatório dos percentuais não equivale a 100%.

Os resultados de levantamentos e entrevistas foram agrupados, codificados e quantificados, visando estabelecer padrões de tendências, similaridades ou relacionamentos. Para a descrição dos resultados foram utilizadas técnicas de contagem simples e de estatística descritiva, como a distribuição de frequências de dados ordinais e intervalares, distribuição de frequências agrupadas em dados intervalares, gráficos, proporções, percentagens e média aritmética.

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesse capítulo serão apresentados os resultados da pesquisa sob a forma de agrupamentos, subdivididos em duas partes. Na primeira caracterizam-se as categorias de participantes em estudo e, na segunda, apresentam-se os resultados das questões relativas a essas categorias. Em seguida, realiza-se uma síntese das percepções comuns às categorias de participantes. Na sequência, apresentam-se as percepções de pesquisadores internacionais e dos empresários do setor da reciclagem. A partir desses resultados, elaboram-se uma matriz de recomendações para os agentes intervenientes, visando o desenvolvimento do setor de reciclagem de RCC.

5.1 ETAPA 1: CONHECENDO OS CAMINHOS DA PESQUISA E OS PESQUISADORES NO BRASIL

5.1.1 Caracterização da amostra dos pesquisadores

Nessa parte da pesquisa foram consultados 53 pesquisadores. Em relação à formação, observa-se que 75,5% dos pesquisadores são doutores ou mestres (Tabela 13). A classe mestrado em andamento não foi proposta no questionário, entretanto foi relatada por 11,3% dos respondentes. Quanto ao ano de conclusão do curso de nível mais elevado, a maioria dos respondentes situa-se entre 2001 e 2010.

Tabela 13: Curso de nível mais elevado apresentado pelos pesquisadores

Curso	Período de conclusão	f ⁽¹⁾	%
Doutorado	1995 - 2010	28	52,9
Mestrado	1992 - 2009	12	22,6
Mestrado em andamento	-	6	11,3
Ensino superior	1979-2008	5	9,4
Outro nível	-	2	3,8

Nota: (1) f representa a frequência de citação das alternativas de resposta pelos respondentes

A formação dos pesquisadores ocorreu em várias instituições de ensino e pesquisa (Tabela 14), destacando-se as instituições situadas na Região Sudeste (60,4%), especificamente, aquelas situadas no Estado de São Paulo (32,1%). Em seguida aparecem as instituições da Região Sul (13,20), da Região Nordeste (9,43%) e da Região Centro Oeste (1,89%).

Tabela 14: Distribuição dos pesquisadores, conforme a instituição de ensino de conclusão do curso de nível mais elevado, por região ou país

Região/ País	Estados (quantidade)	Instituições citadas	f
Sudeste	São Paulo (17)	Universidade de São Paulo (USP)	12
		Universidade Estadual Paulista (UNESP)	2
		Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)	2
		Fundação Educacional de Barreto (FEB)	1
	Espírito Santo (11)	Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)	10
		Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES)	1
	Rio de Janeiro (3)	Instituto Militar de Engenharia (IME)	1
		Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE-UFRJ)	1
		Pontifícia Universidade Católica (PUC)	1
Minas Gerais (1)	Universidade Federal de Uberlândia (UFU)	1	
Sul	Santa Catarina (4)	Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)	4
	Rio Grande do Sul (3)	Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)	3
Nordeste	Bahia (3)	Universidade Federal da Bahia (UFBA)	1
		Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS)	2
	Alagoas (1)	Universidade Federal de Alagoas (UFAL)	1
	Paraíba (1)	Universidade Federal da Paraíba (UFPB)	1
Centro-Oeste	Goiás (1)	Universidade Federal de Goiás (UFG)	1
Espanha	Catalunha (2)	Universidade Politécnica da Catalunha (UPC)	2
	Madri (2)	Universidade Politécnica de Madri (UPM)	2
	<i>Não respondeu</i>	-	4
	Total	21	53

Existe uma concentração de pesquisadores vinculados às instituições de ensino e pesquisa do Espírito Santo (dezoito), de São Paulo (seis) e do Rio de Janeiro (quatro). Em seguida, encontram-se àqueles dos Estados da Região Nordeste, totalizando nove pesquisadores (Tabela 15).

Tabela 15: Distribuição dos pesquisadores conforme vínculo à instituição de ensino e pesquisa por região

	Estados (quantidade)	Instituições citadas	f
Sudeste	Espírito Santo (18)	UFES	7
		IFES	11
	São Paulo (6)	Universidade do Sagrado Coração (USC)	1
		UNICAMP	1
		Anhanguera Educacional Ltda (UNIANHANGUERA)	1
		Universidade Nove de Julho (UNINOVE)	1
		Instituto Mauá de Tecnologia (IMT)	1
		UNESP	1
	Rio de Janeiro (4)	COPPE-UFRJ	2
		IME	1
Universidade Veiga de Almeida (UVA)		1	
Minas Gerais (1)	Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)	1	
Nordeste	Sergipe (3)	Universidade Federal de Sergipe (UFS)	2
		Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe (IFS)	1
	Pernambuco (1)	Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF)	1
	Ceará (2)	Universidade Federal do Ceará (UFC)	2
	Bahia (2)	SENAI	2
	Alagoas (1)	UFAL	1
Sul	Rio Grande do Sul (2)	UFRGS	1
		Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS)	1
	Santa Catarina (1)	UFSC	1
Centro-Oeste	Mato Grosso do Sul (2)	Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)	2
	Não informou	-	6
	Total	20	53

Apesar da maioria dos pesquisadores possuírem vínculo empregatício (Tabela 16) junto às instituições de pesquisa e ensino (77,5%), uma parte desses (11,3%), também, desenvolve trabalhos de consultorias ou estão em empresa da iniciativa privada (11,3%). Os respondentes que não trabalham (9,4%) são àqueles que estão cursando mestrado.

Tabela 16: Local de trabalho dos pesquisadores

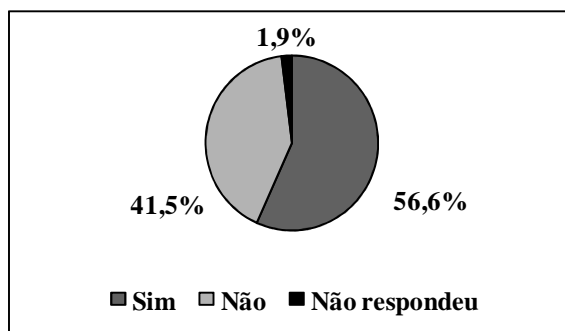
Locais citados	f	%
Pesquisa e Ensino	41	77,5
Autarquia	6	11,3
Iniciativa privada	6	11,3
Consultoria	6	11,3
Não trabalha	5	9,4
Outro	2	3,8
Não respondeu	1	1,9

5.1.2 Resultados das questões específicas da categoria

5.1.2.1 Agrupamento 1 – Introdução ao tema

Cerca de 56,6% dos pesquisadores desenvolveram algum material de construção com AR (Figura 17). Por isso, pressupõe-se que os demais respondentes são formados por pesquisadores: (a) que utilizam outros tipos de resíduos em suas investigações; (b) que não pertencem à área de materiais ou (c) que não realizam pesquisas experimentais.

Figura 17 - Desenvolvimento de experimentos com AR, por pesquisadores



Em relação aos tipos de resíduos de construção usados nas pesquisas experimentais (Tabela 17), os pesquisadores destacaram os resíduos cerâmicos (58,6%), resíduos de concreto (58,6%) e resíduos do tipo misto (51,7%). Esses valores foram obtidos utilizando somente os pesquisadores que responderam positivamente a questão anterior (56,6%). Os outros tipos de resíduos, utilizados por 44,8% dos respondentes estão na Tabela 18.

Tabela 17: Resíduos utilizados para desenvolvimento de novos materiais pelos pesquisadores

Tipos de resíduos citados	f	%
Resíduo cerâmico	17	58,6
Resíduo de concreto	17	58,6
Resíduo de laboratório de materiais de construção	5	17,2
Resíduo tipo misto	15	51,7
Outros resíduos	13	44,8

Tabela 18: Outros resíduos utilizados pelos pesquisadores

Tipos de resíduos citados	f	%	Tipos de resíduos citados	f	%
Escória (aciaria e alto-forno)	5	38,5	Galvanização	1	7,7
Borracha	4	30,8	Casca de marisco	1	7,7
Lama de granito	4	30,8	Sílica ativa	1	7,7
Gesso	2	15,4	PET	1	7,7
Agroindustriais	2	15,4	Cinza volante	1	7,7
Couro	1	7,7	Cinza de bagaço de cana	1	7,7
Fibras vegetais	1	7,7			7,7

Os materiais de construção mais desenvolvidos pelos pesquisadores (Tabela 19) foram argamassa (53,6%) e concreto não estrutural (50%), resultado que pode ser atribuído à demanda do mercado. Além disso, parte das construtoras brasileiras não utiliza concreto dosado em central ou argamassa industrializada. Ainda que 39,3% dos respondentes tenham fabricado materiais com função estrutural com os RCC, não existem normas brasileiras para essa aplicação. Dentre os outros materiais citados destaca-se o piso intertravado (33,3%).

Tabela 19: Materiais de construção com AR desenvolvidos pelos pesquisadores

Materiais desenvolvidos	f	%
Argamassa	15	53,6
Concreto não estrutural	14	50,0
Concreto estrutural	11	39,3
Bloco de vedação não estrutural	11	39,3
Base / sub-base para pavimentação	6	21,4
Outros materiais	6	21,4
Tijolo de solo-cimento	5	17,9
Bloco de vedação estrutural	5	17,9
Bloco de solo-cimento	3	10,7
Não respondeu	25	52,8

Na avaliação sobre a experiência de investigação com AR (Tabela 20), verificou-se que os pesquisadores possuem um tempo médio de pesquisa de 8,64 anos. Entretanto, constata-se uma concentração de pesquisadores nos períodos de 5 anos (35,9%) e 10 anos (30,8%).

Tabela 20: Tempo dedicado pelos pesquisadores ao desenvolvimento de pesquisas com AR

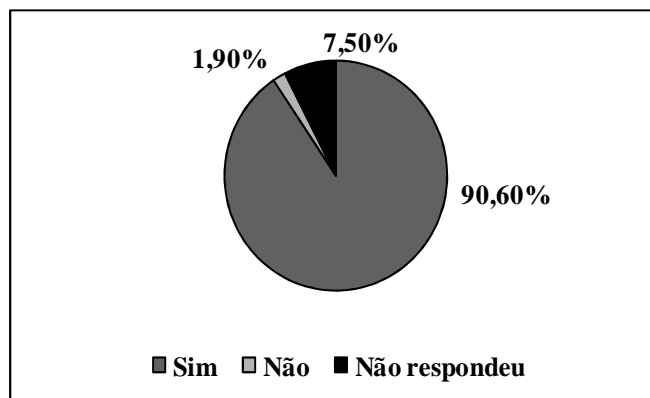
Período (anos)	f	%	Período (anos)	f	%
2	2	5,1	10-15	2	5,1
2-3	1	2,6	15	2	5,1
5	14	35,9	15-20	1	2,6
6	1	2,6	20	3	7,7
8	1	2,6	Não respondeu	14	-
10	12	30,8			

5.1.2.2 Agrupamento 2 – Resíduos de construção civil

Nesse agrupamento, verificou-se um consenso (90,6%) entre os pesquisadores sobre a relação entre as características dos projetos da edificação e a geração de RCC (Figura 18), bem como as medidas paliativas para reverter essa situação. Para 37,7% dos pesquisadores, os projetos podem influenciar no desperdício de materiais devido à inexistência de compatibilização (16,9%). Segundo 33,9% dos respondentes, a falta de padronização dos materiais colabora

para a geração de RCC, em conjunto com a ausência de projetos modulares (18,8%). Soma-se a isso, a diversidade de sistemas construtivos (11,3%) e o projeto de detalhamento (5,6%).

Figura 18 - Relação entre as características dos projetos e geração de RCC, segundo pesquisadores



Em relação às medidas necessárias para redução do volume de RCC e do desperdício de materiais de construção gerado no canteiro de obras (Tabela 21), os pesquisadores destacaram a adoção de práticas de logística (88,7%) e a racionalização dos projetos (92,5%).

Tabela 21: Medidas necessárias para evitar a geração de RCC no canteiro de obras, segundo pesquisadores

Medidas apontadas	Pesquisadores	
	f	%
Racionalização dos projetos	49	92,5
Adoção de práticas de logística no canteiro de obras	47	88,7
Especificação e aquisição de materiais de qualidade	38	71,7
Treinamento da mão de obra	35	66,0
Outras medidas	20	37,7

Dentre as recomendações citadas no item outras medidas, encontram-se planejamento da produção (30%); gestão de materiais (25%); projeto de coordenação modular (25%); utilização de novas tecnologias construtivas (15%); utilização de princípios da produção mais limpa (15%) e normalização dos produtos com AR (10%).

5.1.2.3 Agrupamento 3 – Agregados reciclados

Quanto à qualidade de AR produzidos no Brasil, observou-se divergência entre os pesquisadores (Tabela 22). Prova disso é que 28,3% dos respondentes consideraram as propriedades dos AR similares ou inferiores às apresentadas pelos AN. Em relação àqueles que assinalaram as propriedades inferiores, P 37 defende que: “*Eu acho que eles têm propriedades inferiores por falta de homogeneização. É por falta, eu acredito até de desenvolvimento, de beneficiamento, para se obter um agregado com melhor qualidade*”.

Tabela 22: Propriedades de AR produzidos no Brasil, segundo pesquisadores

Classificação das propriedades	f	%
Outra opinião	16	30,2
Propriedades inferiores	15	28,3
Propriedades similares	15	28,3
Não Respondeu	7	13,2

A grande utilização da alternativa outra opinião (30,2%), pode indicar que os pesquisadores possuem percepções diferentes sobre a qualidade dos AR, pois sugerem que suas propriedades variem em função dos seguintes condicionantes: (a) características da matéria-prima destinada à reciclagem (68,2%); (b) tipo de aplicação do material com AR (50%) e (c) características do processo de reciclagem (36,4%), como equipamentos e controle de qualidade (Tabela 23).

Tabela 23: Outras percepções dos pesquisadores sobre propriedades dos AR, produzidos no Brasil

Condicionantes / f	Percepções
Características da matéria-prima destinada à reciclagem (68,2%)	<p>“As propriedades dependerão das características peculiares de cada resíduo” (P 31)</p> <p>“A qualidade depende da fonte geradora e pode ser superior ou inferior aos agregados naturais” (P 26)</p>
Tipo de aplicação do material com agregado reciclado (50%)	<p>“Eles podem entrar como substitutos, mas deve ter o cuidado de controle de recebimento, qualificação e quantificação de propriedades e composição” (P 34)</p> <p>“O grande desafio é produzir a quantidade de substituição ótima em larga escala” (P 11)</p>
Características do processo de reciclagem com relação aos equipamentos (36,4%)	<p>“Se pensar em termos de forma geral, a qualidade ainda deixa a desejar, em termos de seleção, processamento” (P 36)</p> <p>“A tendência crescente é de especialização na produção de agregados reciclados” (P 38)</p>

Nesse contexto, somente P 08 e P 52 afirmaram não ser possível generalizar a qualidade dos AR: “Eu acho que depende da granulometria, da aplicação do material, a forma como ele é tratado, também, como ele é reciclado” (P 52). Entretanto, para P 38 modificações no processamento, como a utilização de correias transportadoras cobertas, podem colaborar para qualidade do produto, conforme o uso: “O papel que um agregado cumpre na pavimentação, e da mesma forma no concreto não estrutural, numa massa com solo ou numa massa cimentícia, é diferente do papel que o agregado reciclado desempenha” (P 38).

A falta de consenso entre os pesquisadores, observada na questão anterior, permaneceu em relação aos fatores que podem influenciar a qualidade e a variabilidade dos AR (Tabela 24), já que os fatores mais citados segregação por etapa (45,3%) e qualidade da matéria-prima (43,4%) apresentaram índices semelhantes.

Tabela 24: Fatores que podem influenciar a qualidade e a variabilidade de AR, segundo pesquisadores

Fatores apontados	f	%
Segregação do resíduo conforme a etapa da construção	24	45,3
Qualidade da matéria-prima	23	43,4
Tipo de processamento para reciclagem	13	24,5
Sistemas construtivos usados na obra	11	20,8
Composição dos resíduos	11	20,8
Contaminação dos resíduos	8	15,1
Falta de gerenciamento no canteiro de obras	6	11,3
Qualidade do agregado reciclado	6	11,3
Cuidados durante o transporte	5	9,4
Não respondeu	6	11,3

A segregação (45,3%) é importante para a qualidade dos RCC e dos AR, e por isso, *“Deve ser realizada durante cada etapa construtiva, de modo que os diferentes tipos de resíduos não se misturem”* (P 11). Em relação à matéria-prima (43,4%) *“A qualidade da construção original indica a qualidade do reciclado e a técnica de gestão da desconstrução”* (P 04).

Para transformar a situação atual, observada em parte dos canteiros de obras referente à *“Mão de obra não informada e sem cultura da seleção”* (P 15), incluindo *“Falhas na segregação dos resíduos, em virtude do pouco treinamento da mão de obra”* (P 26), constata-se que a segregação está associada também ao nível de capacitação da mão de obra.

Por sua vez, os problemas de processamento (24,5%) referem-se às características dos equipamentos e dos AR, respectivamente: *“[...] vai desde os equipamentos de processamento, peneiramento, britagem, redução de dimensão, até a etapa de você fazer a seleção”* (P 36) e *“Deficiências no processo de cominuição e remoção de fíler em excesso”* (P 20). Nesses processos, a adoção de sistemas de gestão da produção é fundamental, visto que: *“O grande fator é a má gestão na instalação de manejo do resíduo”* (P 38).

Somam-se a isso, percepções correlacionando a qualidade do AR ao tipo de matéria-prima e a reciclagem. Na visão de P 33: *“A qualidade dos resíduos utilizados na reciclagem e a qualidade da operação do processo de reciclagem são os fatores mais diretamente envolvidos na qualidade dos agregados”*. Conforme P 53 a *“Variabilidade é difícil de controlar, mas a qualidade depende muito de como ele vai ser beneficiado”*. Nesta questão, somente P 25 relaciona a qualidade dos AR e à variabilidade da exposição a intempéries dos RCC.

Diante desse contexto, 90,6% dos pesquisadores recomendam a avaliação periódica das propriedades dos AR nas usinas de reciclagem, tendo em vista as justificativas descritas na

Tabela 25. Isso é relevante, pois P 36 alerta para a contaminação e a toxicidade presente em alguns materiais de construção fabricados com AR: *“Se no canteiro não tiver controle, você vai estar utilizando sem saber e isso vai ser transferido para os usuários”*.

Tabela 25: Justificativas para avaliação periódica das propriedades de AR, segundo pesquisadores

Justificativas apontadas	f	%
Controle de qualidade	16	30,2
Controle do tipo do resíduo	10	18,9
Redução da variabilidade	9	17,0
Fornecimento de garantia de mercado	9	17,0
Confiabilidade do produto	8	15,1
Potencialidade do uso	8	15,1
Controle do teor de contaminantes	8	15,1
Exigência da normalização vigente	3	5,7
Características dos equipamentos de reciclagem	3	5,7
Não respondeu	5	9,4

O controle de qualidade é fundamental no processo produtivo (30,2%), uma vez que *“Se isso for, realmente, produzido em grande escala, ele precisa ter uma confiabilidade de mercado”* (P 40). O controle também se justifica para *“Controlar os metais pesados e materiais orgânicos”* (P 21), visto que *“A presença de teor de contaminantes pode inviabilizar a utilização”* (P 04). Entretanto, para P 10, os ensaios devem ser realizados *“Não num primeiro momento, mas será útil para que o uso seja feito de forma racional, apropriada e segura”*.

No entanto, P 36 alerta sobre a comparação entre as propriedades dos agregados naturais e reciclados: *“Você nunca deve querer que o RCD funcione exatamente como o agregado natural. Ele tem características de granulometria, de forma de agregado que são diferentes, que são inerentes ao processo dele”*.

Dessa forma, o aumento do controle de qualidade é indispensável *“Porque, devido à variabilidade das características do RCD, é importante controlar estes parâmetros a fim de prever seu efeito no material em que será inserido”* (P 22). Para estabelecer uma rotina para avaliação das propriedades dos AR, P 36 sugere: *“Deve-se fazer um piloto identificando qual é a variabilidade dos materiais de entrada. Segundo, identificando variáveis que sejam intervenientes no processo e checando o grau de influência”*.

Por sua vez, o fornecimento de garantias ao mercado (17%) deve *“Viabilizar a certificação do produto, produtor e do consumidor”* (P 19), por meio de instituições que demonstrem a viabilidade ambiental, econômica e técnica dos AR. É importante elevar a confiabilidade dos

AR (15,1%), visando à expansão do mercado futuro: *“Para garantir a credibilidade do produto oferecido, de maneira a torná-lo competitivo com o agregado natural”* (P 11) e *“Para que o consumidor tenha dados para usar os produtos com segurança”* (P 26).

Outro aspecto relevante, nessa questão, refere-se à recomendação da norma sobre a periodicidade dos ensaios, pois *“São lotes obrigatórios, quem está produzindo isto, não está gerando lixo com melhor qualidade, ele está gerando insumo para uma atividade, feita da forma adequada com produto com controle adequado”* (P 38). Assim, é necessário conhecer as características e limitações dos AR para usá-lo como insumo em materiais de construção.

Em relação às entidades responsáveis pela ampliação do referencial legal e normativo em vigor (Tabela 26), os pesquisadores destacaram ABNT (75,5%), Centros de Pesquisa (64,1%) e Órgãos ambientais (62,3%).

Tabela 26: Entidades responsáveis pelo avanço de leis e normas para uso de AR, segundo pesquisadores

Entidades responsáveis citadas	f	%
ABNT	40	75,5
Centros de Pesquisa	34	64,1
Órgãos ambientais em nível regional e nacional	33	62,3
CONAMA	27	50,9
Prefeituras	24	45,3
Sindicato da Indústria da Construção Civil (SINDUSCON)	22	41,5
Construtoras	10	18,9
Câmara dos vereadores	9	17,0
Câmara dos deputados	5	9,4
Outros	6	11,3
Não Respondeu	1	1,9

Entretanto, alguns pesquisadores apresentaram opiniões divergentes sobre a representatividade da ABNT. Para P 1 *“Nos comitês da ABNT devem ter representatividade da indústria, usuários e instituições de pesquisa”*. Contudo, isso não se mostrou constante:

“Eu já participei de algumas reuniões, em que eu me senti sempre o voto perdido, representando a universidade. Por que nem sempre a universidade te dá condição de você ir sempre. Temos vários setores em que o interesse de determinado grupo prevaleceu. [...] Teria que ser multidisciplinar e garantindo de alguma forma recurso governamental, de forma que os representantes pudessem ter essa participação garantida. Ou criar condições que você possa ter o voto por vídeo conferência, ou por skype ou por alguma forma. O grupo que tem dinheiro vai participar das reuniões” (P 36).

Ainda que os órgãos legislativos sejam citados com pouca frequência (Tabela 26), sua participação é importante para consolidação do uso de AR, em nível federal, estadual e

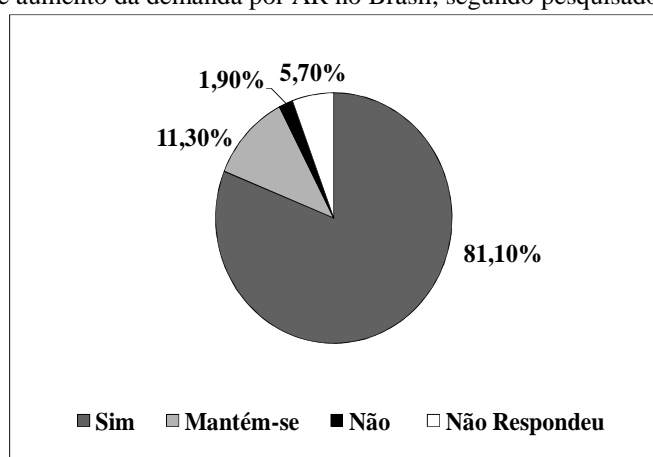
municipal. Isso ocorrerá por meio da elaboração de leis, que tornem obrigatória o uso desses agregados em obras públicas, condicionada a sua viabilidade técnica, econômica e ambiental.

Entre as outras instituições, P 46 e P 52 concordam que estão associações de moradores, já que as mesmas conhecem os problemas advindos pela deposição inadequada de RCC. Divergindo de todas as opiniões P 50 propõe: “*Será que a gente não poderia ter uma agência nacional do resíduo da construção? [...] Eu acho que seria uma boa maneira de funcionar*”.

5.1.2.4 Agrupamento 4 – Mercado

A análise das respostas de forma isolada (sim, não, talvez) considerando somente a existência do mercado, sem as condicionantes previamente estabelecidas, demonstrou que 81,1% dos pesquisadores acreditam no aumento da demanda por AR no Brasil (Figura 19).

Figura 19 - Tendência de aumento da demanda por AR no Brasil, segundo pesquisadores



Entretanto, o referido aumento de demanda associa-se à ocorrência concomitante de vários condicionantes (Tabela 27). Grande parte desses fatores relaciona-se à adoção do modo de produção e consumo da população, alinhados ao conceito de desenvolvimento sustentável.

Tabela 27: Condicionantes necessários para aumento da demanda por AR, segundo pesquisadores

Condicionantes apontados	f	%
Redução da oferta de agregado natural	21	48,8
Conscientização ambiental da população	16	37,2
Divulgação do potencial de aplicação como material de construção	13	30,2
Redução do impacto ambiental	9	20,9
Escassez de áreas para destinação final	8	18,6
Elaboração de legislação ambiental eficaz	7	16,3
Elaboração de política de desenvolvimento sustentável	6	13,9
Custo competitivo	3	6,9
Crescimento do setor da construção civil	2	3,8

O aumento da conscientização ambiental (37,2%) ocorrerá conforme P 50 *“Porque eu acredito que ecologia e economia andam juntas, e que aí em breve o custo dos produtos, das matérias-primas naturais vai começar a custar muito mais”*. Soma-se a isto a opinião de P 38: *“Vai aumentar porque haverá um reconhecimento de que seu custo é menor e isto vai criar demanda pelo material. Por outro lado vai haver uma pressão significativa para manejo desse material, gerando os agregados sem colocá-los em aterro”*.

Nesse aspecto, a eficácia da legislação vigente, em conjunto com a redução da oferta de AR, também contribuirá no processo segundo P 11: *“Creio que a necessidade por materiais alternativos, concomitantemente, à maior fiscalização do cumprimento das legislações (sic) ambientais impulsionarão esse novo mercado”*.

Segundo P 08, mudar a percepção acerca do material, de lixo para matéria prima, agregando valor aos RCC, também é importante visto que *“São materiais de grande potencialidade, custo competitivo e ambientalmente corretos”* e *“A utilização dos mesmos (agregados reciclados) gradativamente está sendo desmistificada”*.

O aumento da demanda também ocorrerá em função de condicionantes internos, como a expansão imobiliária e realização de programas governamentais de infraestrutura e habitação, e externos, como crescimento populacional e desenvolvimento urbano. Dentre àqueles que acreditam nesse aumento, P 38 prevê que: *“Não vai demorar muito para gente ver a geração de produtos a granel, oriundos do resíduo de construção civil, com incorporação do processo de lavagem de resíduos, aqui no Brasil”*.

Somente dois pesquisadores mostraram-se contrários ao aumento da demanda, *“Não vejo possibilidade de se agregar valor do ponto de vista econômico”* (P 09), em virtude dos recursos naturais e da legislação disponíveis no país. Enquanto isso, P 53 aponta as condicionantes desse processo, que se constitui: *“[...] principalmente das instituições, das universidades, por exemplo, para apresentar um material de qualidade. Gente pra fazer pesquisa, o desempenho do material, e aí, talvez, a demanda aumentasse”*.

Quanto à continuidade da atual demanda de AR (Tabela 28), os motivos mais citados pelos pesquisadores referem-se à conjuntura econômica e social do setor de reciclagem: *“Fatores econômicos e de distribuição das usinas de reciclagem”* (P 33) e *“Porque a nossa própria cultura, não é reciclar. A nossa cultura é gerar lixo”* (P 47). Outros pesquisadores, ainda, atribuem isso à abundância de recursos naturais, porque *“A gente tem um fator agravante também no Brasil, que é a gente não tem falta de material natural”* (P 53).

Tabela 28: Condicionantes necessários para manutenção da demanda atual por AR, segundo pesquisadores

Condicionantes apontados	f	%
Ausência de incentivo ao uso	4	66,7
Ausência de novas usinas	2	33,3
Inviabilidade do negócio	2	33,3
Reserva de agregado natural em abundância	2	33,3

Tendo em vista a operação em paralelo dos mercados de agregados naturais e reciclados no Brasil (Tabela 29), segundo os pesquisadores é prioritária a expansão da área de atuação (52,8%), hoje concentrada na região Centro-Sul. Para isso faz-se necessário o investimento de capital privado (32,1%), seguido pelo capital público (18,9%), para expansão das atividades.

Tabela 29: Condicionantes para operação em paralelo dos mercados de AN e AR, segundo os pesquisadores

Condicionantes apontados	f	%
Implantação de polos de reciclagem	28	52,8
Investimento do setor Privado	17	32,1
Investimento do setor Público	10	18,9
Talvez ocorra	8	15,1
Outra opinião	8	15,1
Não acontecerá	3	5,7
Não respondeu	1	1,9

No entanto, alguns pesquisadores possuem dúvidas sobre a operação desses mercados nos próximos anos (15,1%) ou não acreditam nessa possibilidade (5,7%), devido ao desempenho dos AR, da disponibilidade de recursos naturais e da complementaridade entre os mercados. Dentre esses, existem opiniões divergentes, por exemplo, para P 3 “*O mercado para agregado será pontual em função da disponibilidade do material (resíduo) x possibilidade de uso local*”. Por outro lado, para P 43 “*Eu acho que vai acontecer naturalmente. Cada dia temos mais empreendedores, mais empresários e alguém vai 'Opa, isso vai me dar dinheiro*”.

Dentre os pesquisadores que não acreditam na consolidação do mercado (5,7%), P 09 justifica que “*As dificuldades técnicas para controle da qualidade dos agregados são muito grandes*”. Enquanto isso, apenas 7,5% dos pesquisadores propõe a complementaridade entre os mercados de AN e AR, pois “*Não há competição de mercados, um complementa o outro, são mercados complementares*” (P 38) e “*Tem mercado, tem espaço pra todo mundo. Até porque esse resíduo, ele não veio pra concorrer, ele veio pra ser um outro tipo de material*” (P 43).

Diante disso, P 38 prevê para o futuro do setor de reciclagem de RCC, que “*A perspectiva de avanço para estas instalações é uma perspectiva, predominantemente, privada, que só vai poder se estabelecer de maneira firme com a regulação pública*”. Para tanto, o

desenvolvimento de políticas públicas é fundamental segundo P 36, visando “*Alguma coisa que, a rigor, estimule até o momento em que o mercado e o consumidor entenda (sic) que é mais interessante ter o resíduo de construção do que ter outro material. No momento atual, eu consumidora, que não conheço, eu quero é comprar o mais barato*”.

Desse modo, os incentivos fiscais e demais benefícios provenientes da administração pública com vistas ao processo de consolidação do mercado de AR promoveriam a alteração de material alternativo para material competitivo ao AN no país, como relata P 36: “*Senão tiver qualquer tipo de incentivo que torne esse uso interessante para o setor, ele pode ser até uma segunda alternativa, mas eu não sei se vai ser uma alternativa utilizada*”.

A maioria dos respondentes acredita que o desenvolvimento de um conjunto de ações pelos agentes intervenientes favorecerá o mercado, já que os pesquisadores assinalaram mais de um condicionante nessa questão. Isso pode ser observado no mercado de AR, em São Paulo:

“A gente está vendo em cidades, que tem operadores de reciclagem privados, que conseguem colocar produto no mercado. O que a gente está vendo é eles mal terem capacidade de armazenamento do material e sendo vendido, como na região de São Paulo, há um preço que é metade do preço do agregado natural. A restrição some e o cara compra e compra em volume” (P 38).

Nesse contexto, segundo os pesquisadores a operação dos mercados de AN e AR (Tabela 30) ocorrerá no período de curto e de médio prazo, respectivamente, 5 anos (26,4%) e 10 anos (22,6%). Tal prazo é necessário, segundo os pesquisadores, para desenvolvimento das seguintes ações: (a) realização de novas pesquisas sobre aplicações de AR; (b) elaboração de políticas públicas e certificações para o produto; (c) aumento da oferta para disseminação do uso e (d) ampliação da propaganda.

Tabela 30: Estimativa de tempo para operação dos mercados de AN e AR, segundo pesquisadores

Período (anos)	f	%	Período (anos)	f	%
1 a 4	3	5,7	10 a 15	1	1,9
5	14	26,4	15	2	3,8
6 a 10	4	7,5	20	3	5,7
10	12	22,6	Não respondeu	14	26,4

Novamente nesta questão, a elaboração de legislação específica demonstra ser imprescindível porque: “*Hoje no Brasil nós não temos política para produto verde. Nós não temos incentivos fiscais como nós temos em alguns países*” (P 36). Além disso, para P 41 “[...] *acho que falta é, exatamente, alguém que recicle e se proponha a vender isso*”. Outro aspecto que venha contribuir relaciona-se à exigência, em contrato de obras do setor público, para gerenciamento dos RCC em vários Estados, visto que “*É um processo que não tem mais retorno*” (P 38).

Segundo P 36, a operação em paralelo dos mercados está relacionada à elevação do controle de qualidade: *“Você vai ter que ter uma central de controle de qualidade dentro da usina. Se você quiser colocar este material competitivo”*. Enquanto que, para P 52 *“É o empenho que a população e o governo vão ter. Vai depender disso”*.

Diante desse contexto, verifica-se que várias medidas são necessárias para inserção de produtos com AR no mercado. De fato, muitas destas dependem de ações realizadas em conjunto pelos agentes intervenientes, pois *“Teria que envolver pessoas de todas as áreas, pessoas de marketing, pessoas da área técnica, os construtores”* (P 47). As ações mais citadas pelos pesquisadores (Tabela 31) foram o desenvolvimento de política pública (52,8%) e a comprovação do desempenho dos materiais em programas experimentais (43,4%).

Tabela 31: Medidas necessárias para inserir produtos com AR no mercado, segundo pesquisadores

Medidas apontadas	f	%
Desenvolver política pública, incluindo subsídio	28	52,8
Evidenciar o desempenho do material obtido nas pesquisas	23	43,4
Conscientizar ambientalmente a população	21	39,6
Realizar propaganda do produto	16	30,2
Desenvolver de normalização embasada em pesquisa	12	22,6
Implantar programa de controle de qualidade da produção	9	16,9
Incentivar à pesquisa	8	15,1
Promover a logística operacional (coleta e distribuição)	8	15,1
Obrigar o uso em obras públicas e privadas (% mínimo)	7	13,2
Promover preço competitivo	6	11,3
Desenvolver novos produtos	5	9,4
Constituir uma rede de trabalho dos agentes envolvidos	3	5,7
Outros motivos	3	5,7
Não respondeu	3	5,7

Em relação à elaboração de políticas públicas (52,8%), os pesquisadores sugerem ações abrangentes pelos agentes intervenientes de vários setores, por meio dos relatos abaixo:

- *“regulamentar a obrigatoriedade do uso preferencial dos agregados reciclados em obras, em que esta alternativa se apresentar aplicável, públicas e privadas”* (P 11).
- *“legislação e fiscalização da geração e disposição dos resíduos pelos geradores, transportadores”* (P 26).

A comprovação do desempenho junto ao mercado (43,3%) torna-se imprescindível na medida em que *“Você acaba tendo que primeiro demonstrar que aquele material atende as propriedades para argamassa e concreto. Então, mesmo que as propriedades sejam*

atendidas, você tem que ter um trabalho de convencimento” (P 36). Neste caso, cabe à administração pública colaborar na divulgação de materiais com AR, com vistas à mudança progressiva no comportamento do consumidor (39,2%), e promover a *“Desmistificação da ideia que produtos que agregam agregados reciclados são de qualidade inferior”* (P 29).

Além disso, os usuários precisam estar seguros para usar o material, por isso *“A divulgação até das características desses materiais, assim, mostrando que eles podem competir com o natural”* (P 49). Uma das alternativas para isso, segundo P 15, seria a criação de um serviço de *“Assessoria técnica nas lojas de materiais de construção para venda ao consumidor”*.

A realização de propaganda do produto, segundo 30,2% dos pesquisadores é responsabilidade da iniciativa privada. Nesse sentido, são imprescindíveis ações complementares, *“Entrando no capital privado, o cara colocaria uma equipe de vendedores pra sair divulgando isso nas empresas, como ocorre com outros materiais de construção”* (P 46). Por sua vez, P 53 acredita que *“Esse produto tem um apelo ambiental muito grande”*, e por isso, tal equipe deveria enfatizar *“Basicamente a propaganda ecológica do negócio”*.

Além dos fatores listados acima, o preço competitivo do material (11,3%) deve ser priorizado, segundo P 09: *“O preço do agregado reciclado deverá ser da ordem de 1/3 do agregado natural”*. Soma-se a isso a concessão de benefícios fiscais, como sugere P 36: *“O empresário hoje ele não tem nenhum incentivo para usar o material reciclado. [...] Teria que ter uma política pública voltada à reciclagem. Senão houver (sic) incentivos fiscais, muito difícil alguém no setor se preocupar em utilizar isso, enquanto tiver outra alternativa”*.

Dentre os pesquisadores, apenas P 38 e P 50 propuseram medidas diferenciadas. Diante disso, para a operação desse mercado conforme P 38 *“[...] a grande saída para que isso aconteça é o uso do poder de compra público. A compra pública ela é minoritária num cenário total de consumo, mas individualmente o comprador público é um comprador muito forte”*. Na prática, para P 50, novos mercados dependerão de mudanças estruturais no modo de produção da ICC, *“Por que a nossa mão de obra é a mais sem vergonha possível? Porque o material construtivo é barato”*.

Somam-se a isso percepções complementares sobre as mudanças nos processos construtivos junto aos profissionais e recém-formados da área: *“A gente tem uma resistência bastante grande a novas tecnologias, a novos materiais”* (P 40) e *“A gente sai de uma faculdade de engenharia, a gente tem pouco contato com essa parte de reciclagem de resíduos”* (P 45). A partir dessas percepções questiona-se: se a formação acadêmica não fornece todos os

subsídios ao graduando, como exigir mudanças nas atitudes de profissionais com grande experiência de mercado? Essas percepções corroboram com as obtidas por Ottaiano (2007).

Em relação à inserção de produtos com AR na construção civil (Tabela 32), sua utilização poderia ocorrer em três segmentos: (a) pavimentação (77,4%), (b) habitação de interesse social - HIS (75,5%) e (c) edificações residenciais (60,4%). Esse resultado sugere uma escala para uso de materiais do nível menos nobre para o nível mais nobre.

Ainda que os pesquisadores tenham apontado dois ou mais segmentos nessa questão, é necessário prudência, durante a especificação de materiais com AR, conforme P 36: *“Ele pode garantir em massa qualquer setor, que trabalhe com aquela resistência de concreto na fase de 25 a 30 MPa. [...] Ele estaria mais próximo das edificações mais convencionais e poderia ser adequado, desde que compense, obviamente, a produção”*.

Tabela 32: Setores para utilização em larga escala de produtos com AR, segundo pesquisadores

Setores citados	f	%
Pavimentação	41	77,4
Edificações de interesse social	40	75,5
Edificações residenciais	32	60,4
Construção pesada	16	30,2
Elementos pré-moldados	15	28,3
Edificações comerciais	12	22,6
Outro tipo de edificação	6	11,3
Não respondeu	1	1,9

Em HIS (75,5%), a *“utilização de agregados de reciclados vai baratear o custo dessas edificações”* (P 45). No entanto, existe preconceito dos moradores sobre o uso de materiais reciclados nesse tipo de edificação, P 38 afirmou que: *“Está na academia este medo. E o que você tem no mercado não é medo, é desconhecimento”*. Por sua vez, somente P 49 indicou que uso prioritário deveria ocorrer em obras órgãos públicos: *“Eu acho que essas ações deveriam, às vezes, partir dos edifícios públicos, pra eles já começarem a serem exemplos”*.

Ainda que existam setores com elevada capacidade para absorção de materiais com AR, vários elementos tecnológicos dificultam sua utilização. Grande parte desses elementos (Tabela 33) relaciona-se às características do material e do processo de reciclagem: elevada variabilidade dos AR (50,9%) e falta de informações para sua especificação (41,5%). Embora nessa questão fossem solicitados somente os elementos tecnológicos, alguns pesquisadores optaram por relatar outros tipos de elementos (culturais e econômicos).

Tabela 33: Relação de elementos tecnológicos influentes na inserção de AR no mercado, segundo pesquisadores

Elementos tecnológicos apontados	f	%
Variabilidade dos AR	27	50,9
Falta de informação para especificação	22	41,5
Resistência	12	22,6
Absorção	12	22,6
Controle de processamento	12	22,6
Outros gargalos	6	11,3
Características da matéria-prima (RCC)	6	11,3
Elevado teor de finos	4	7,5
Garantia de fornecimento do material	4	7,5
Não existem	3	5,7
Não respondeu	4	7,5

A variabilidade abrange aspectos referentes aos produtos (AR) e à matéria-prima (RCC), respectivamente: “A grande variabilidade de diversas características (físicas, químicas e mecânicas)” (P 11) e “A sua grande variabilidade (idade, material, composições)” (P 25). Essa variabilidade afeta a dosagem dos componentes e “[...] dificulta um método único ‘eficiente’ para concretos com incorporação destes resíduos” (P 13), devido à “imprevisibilidade do comportamento” (P 26) desses materiais.

Outros elementos tecnológicos também foram relatados por P 50: “Eu acho que o preconceito do uso e a falta de conhecimento são características que podem impedir o uso”, tendo em vista que “o cara aplicou pra fazer bloco de alvenaria e aí acha que vai servir pra outras coisas também. E aí começa a usar, sem ter muito conhecimento” (P 46). No entanto, todos esses problemas podem ser superados, a partir de sua aplicação adequada se “[...] esse produto tem essa variabilidade é dentro dessa variabilidade que eu vou usar” (P 37).

Existe uma pequena parcela de pesquisadores (7,5%) preocupada com a garantia de fornecimento do material, devido o “Volume produzido (ser) insuficiente para todos os tipos de agregados graúdos e miúdos” (P 01, grifo nosso). Nesse contexto, P 37 compara a demanda atual pela escória de alto forno ao futuro uso de AR, alertando quanto à possível “[...] falta de constância de atendimento. Então, você começa a desenvolver um produto usando aquele rejeito, daqui a pouco faltou rejeito”.

O controle do processamento (22,6%) é importante devido a “Realização de ensaio e conhecimento sobre a qualidade do produto, que utilizam insumo de origem ‘reciclada” (P 27) influencia “A necessidade de um controle maior, para que ele não esteja contaminado” (P 36). Para minimizar tais problemas, P 53 sugere que um “Controle duplo ocorra em todos os pontos da cadeia”, englobando o controle dos AR e dos materiais com eles produzidos.

Por outro lado, uma pequena parte dos pesquisadores (5,7%) não vislumbra a existência de elementos tecnológicos restritivos ao uso, “*Porque tudo isso é contornável por uma boa gestão dentro da instalação produtora (usina)*” (P 38, grifo nosso). Por sua vez, os pesquisadores P 45 e P 50 concordam que esses elementos podem ser superados por meio de novos estudos e elevação do controle de qualidade no processo de reciclagem.

Conforme os pesquisadores, elementos mercadológicos também dificultam a inserção dos AR na cadeia produtiva de materiais e se resumem em: (a) falta de incentivo governamental no setor (60,4%), (b) desconhecimento das características dos materiais reciclados (18,9%), (c) elevado custo para implantação de usina (18,9%) e (d) garantia de preço competitivo (15,1%). Ainda que outros elementos fossem citados (Tabela 34), sua frequência foi pouco expressiva.

Tabela 34: Relação de elementos mercadológicos influentes na inserção de AR, segundo pesquisadores

Elementos mercadológicos apontados	f	%
Falta de incentivo governamental	32	60,4
Desconhecimento das características (RCC/AR)	10	18,9
Custo de implantação da usina	10	18,9
Preço competitivo	8	15,1
Garantia de fornecimento do material	5	9,4
Falta de fiscalização	5	9,4
Falta de participação da população	3	5,7
Implementação da CONAMA 307	2	3,8
Não existem gargalos	2	3,8
Outros motivos	2	3,8
Não respondeu	7	13,2

A falta de incentivo governamental (60,4%) refere-se à ausência de desenvolvimento de ações estratégicas, como: (a) investimentos em pesquisa acadêmica; (b) divulgação das características dos materiais; (c) investimentos em usinas dimensionadas de forma inadequada; (d) criação de subsídios para incentivar o início do mercado, (e) manutenção do investimento em usinas públicas, como relata P 53: “*Muda uma Prefeitura, aí o cara da oposição, não quer mais manter a usina de reciclagem que tem*”.

Nesse contexto, P 38 contrapõe-se aos demais pesquisadores com relação ao investimento em usinas pelo setor público: “*Se o material é gerado, predominantemente, 90% em ambiente privado, por que o governo, com dinheiro público, vai gastar com resíduo?*”. O custo para implantação de usinas (18,9%) pode estar relacionado ao “*Alto custo do beneficiamento, quando não há uma segregação prévia na fonte de geração*” (P 10), simultaneamente, ao não pagamento de taxas pelos geradores para reciclagem de RCC e deposição em aterros.

Por sua vez, o desconhecimento das características dos materiais reciclados (18,9%) ocorre em função de “*Desconhecimento técnico dos construtores e cultura de não realizar controle tecnológico*” (P 24). Além disso, é importante o planejamento da variação, ao longo do tempo, no preço de venda do material reciclado (15,1%), já que “*Ele tem que ser muito inferior no início, em relação ao custo do material (natural), se a gente quiser de fato inserir no mercado depois a gente vai equilibrando*” (P 50, grifo nosso).

De acordo com P 46, o atendimento a demanda por AR é deficiente (9,4%), quando comparado ao fornecimento de AN por que: “*Você não tem uma central, um local que se você falar: eu preciso de 10.000 m³ de agregado em um ano, eu consigo. Você ainda não tem, digamos assim, fornecedores de agregado reciclados*”. Portanto, verifica-se que a ausência de usinas no país colabora para o não atendimento à demanda por AR, dificulta a divulgação de suas características e o estabelecimento de um preço competitivo no mercado.

De forma semelhante aos elementos tecnológicos, apenas 3,8% dos pesquisadores não acreditam na existência de elementos mercadológicos, tendo em vista que “*Fatores técnicos e sociais são preponderantes no momento*” (P 22). No entanto, P 38 lista outros elementos que influenciam o panorama atual:

“Eu acho que há gargalo em termo de política pública de gestão de resíduo, de sustentabilidade do ambiente urbano, de abrir os espaços necessários para que os processos econômicos se desenvolvam. [...] O gargalo é o antes, a responsabilidade local, dos governantes locais em tratar as políticas públicas necessárias, para que esse material, não se transforme em problema, mas em solução”.

Somam-se aos elementos tecnológicos e mercadológicos, os elementos culturais (Tabela 35), que se referem ao preconceito dos consumidores sobre os materiais com AR (71,7%). Entretanto, verifica-se nas verbalizações que esse preconceito, muitas vezes, está fortemente associado ao desconhecimento das características dos AR (43,4%) e a falta de conscientização da população (30,2%) em relação aos diversos benefícios advindos de sua utilização.

Tabela 35: Relação de elementos culturais influentes na inserção de AR no mercado, segundo pesquisadores

Elementos culturais apontados	f	%
Preconceito dos consumidores em relação ao uso de novos materiais	38	71,7
Desconhecimento dos benefícios e propriedades dos AR	23	43,4
Falta de conscientização da população	16	30,2
Ausência de propaganda	15	28,3
Baixa qualidade associada aos AR	10	18,9
Necessidade de quebra de paradigma	7	13,2
Novas Pesquisas	3	5,7
Elementos imperceptíveis	3	5,7
Não respondeu	5	9,4

Conforme P 34, a *“Falta de confiança do consumidor por não conhecer o produto e as experiências falhas do poder público, sem fiscalização e comprometimento com a pesquisa e com produto”*, resumem os elementos culturais referentes ao uso de AR. Esses elementos podem ser acentuados *“[...] uma vez que foi criado o paradigma resíduo x pobre”* (P 13). Entretanto, parte dos problemas referentes ao preconceito pode diminuir no futuro, pois segundo P 25 *“Com o crescimento das pesquisas é possível desmistificar o ‘preconceito’ e divulgar os benefícios do uso dos agregados e a segurança do mesmo”*. Para tanto, P 25 recomenda ações de divulgação dos AR por instituições normativas e órgãos governamentais.

Por sua vez, P 47 e P 53 acreditam que a quebra de paradigmas (13,2%) será difícil visto que *“há dificuldade em mudar a cultura dos envolvidos na construção civil. Essa aí é praticamente impossível, porque o cara já está acostumado a trabalhar com os materiais”* (P 53). Isto ocorre, principalmente, *“Porque a informação ao consumidor, ela tem que ter um corpo. A informação ao empresário tem que ter um outro corpo. E nós não estamos conseguindo chegar, nem a um, nem a outro”* (P 36).

Nesse sentido, a conscientização contínua dos agentes intervenientes (30,2%) colaboraria para a redução do preconceito sobre as aplicações, pois, atualmente, *“Falta difusão de informações mais é favoráveis”* (P 45). Na verdade, o desconhecimento dos consumidores ocorre devido à falta de uma política de incentivo à informação, na qual o setor público deveria *“trabalhar junto com a iniciativa privada, mostrando o potencial desses resíduos em construção de pavimentos, construção de casas, construções que vão agregar valor pra sociedade”* (P 45).

A falta de informação (43,4%), segundo parte dos pesquisadores, colabora para que os consumidores acreditem que os materiais com AR não apresentem desempenho similar aos materiais com AN, tornando-os inadequados para o uso. Dessa forma, esses materiais são associados à baixa qualidade, materiais de segunda linha, provenientes do lixo ou entulho, reaproveitados, reciclados e outros. Além disso, o uso de tecnologias ou materiais reciclados de forma inadequada, principalmente pelo setor público, contribui para o surgimento de elementos mercadológicos e culturais: *“Vai queimar tecnologia inclusive sabe, como compostagem se queimou”* (P 38) e *“[...] gerando insucessos que manchou o produto”* (P 37).

Em relação às ações dos agentes intervenientes para inserção dos AR no mercado, verifica-se a convergência das opiniões de P 38 e P 47, tendo em vista que *“Existe um gargalo social sim, que é o gargalo da maior participação da sociedade na discussão da gestão dos problemas ambientais, inclusive gestão de resíduos”* (P 38). Entretanto, para reverter esse

cenário é necessário *“principalmente cultura (**mudança**) e essa interação: poder público, privado e meio científico, tem que haver essas três coisas”* (P 47, grifo nosso).

Por fim, as colaborações espontâneas dos pesquisadores referiam-se às novas pesquisas, a divulgação de materiais de construção com AR, a elaboração de legislação e ao investimento do setor público na reciclagem de RCC. Para os pesquisadores, as ações das construtoras são fundamentais para racionalização de projetos, otimização do uso de materiais e destinação adequada dos RCC, cujo gerenciamento deve partir da alta direção das empresas.

Em relação à divulgação dos AR, conforme P 13 *“A utilização do RCD só se dará se for trabalhada sua imagem, por exemplo, e pararmos de vê-lo como resíduo e passarmos a vendê-lo como material alternativo”*. Entretanto, para que essa situação se concretize: *“A grande chave é entender que isso é uma alternativa sustentável, competitiva, e aí você tem que criar condições pra ela ser competitiva em relação ao agregado natural”* (P 36).

Na sequência, P 19 e P 53 ressaltam a importância da elaboração de um banco de dados contendo as pesquisas realizadas sobre o tema, visando à condução de novos estudos, uma vez que *“O que falta agora é a gente identificar quais os gargalos, que a gente não sabe. Porque não está utilizando? Falta à gente trabalhar na gestão desses resíduos. Falta à gente saber se as pessoas realmente conhecem esse material”* (P 53).

Ainda sobre a produção científica brasileira, referente a inovações em materiais de construção, P 50 acrescenta que *“O artigo científico ele é ouvido por cientista, ele não chega no ouvido do arquiteto de mercado ou do engenheiro de mercado”*, por isso, *“A gente tem que começar a nos desvestir de preconceito também dentro da academia”*. Para tanto, P 53 indica a publicação referentes ao tema em uma linguagem acessível, em revistas comerciais e jornais, com vistas ao fornecimento de informações aos leitores e potenciais consumidores.

5.2 ETAPA 2: INVESTIGANDO OS PROFISSIONAIS E OS CANTEIROS DE OBRA DE VITÓRIA (ESPÍRITO SANTO)

Nesta seção caracterizam-se as empresas construtoras, os empreendimentos e os profissionais da construção civil, por meio da análise das informações obtidas durante a pesquisa de campo e nos *sites* institucionais das empresas. Para tanto, essa parte dos resultados expande a análise qualitativa e quantitativa, bem como as verbalizações da pesquisa de Araújo (2009).

5.2.1 Caracterização das empresas construtoras

A pesquisa de campo ocorreu entre setembro de 2009 e outubro de 2009, em nove canteiros de obra do município de Vitória (ES), administrados por nove construtoras (Quadro 24). Cerca de 88,9% das construtoras atuava no subsetor edificações e os empreendimentos eram realizados em nível local, estadual e nacional. De acordo com SEBRAE (2005) e conforme o número de funcionários, as construtoras foram classificadas quanto ao porte em pequena, média ou grande empresa.

Ainda que 73,3% das construtoras possuíssem certificação da série ISO 9000, cerca de 13,3% dos profissionais desconheciam a existência e o tipo da certificação da própria empresa. Quarenta por cento das construtoras, classificadas como empresas de médio porte do setor de comércio e serviços (SEBRAE, 2005), possuíam entre 50 e 99 funcionários, e apenas 20% dos entrevistados ignorava o número de funcionários da própria empresa.

As construtoras B, C e F, além de possuírem a certificação ISO 9000, participavam da Comunidade da Construção, entidade filiada à Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) que busca aprimorar os sistemas construtivos à base de cimento (estruturas, revestimentos, artefatos e outros), junto às construtoras em vários Estados. Por sua vez, as construtoras D, E, H e I, também possuíam o certificado do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), cujo nível de classificação era A.

Quadro 24 - Breve caracterização das empresas construtoras e dos empreendimentos analisados na pesquisa

Construtora	Caracterização	Certificações	Nº. funcionários / Classificação ¹	Características do empreendimento / Etapa da visita	Profissional (is) entrevistado(s)
A	Construtora e incorporadora com 25 anos de mercado e atuante nos estados do Rio de Janeiro, Espírito Santo e Santa Catarina no segmento residencial e hoteleiro.	Em implantação	50 a 99 / Pequena empresa	Hotel com 220 unidades habitacionais, 12 pavimentos-tipo e 2 pavimentos de garagem. Visita durante a etapa de revestimento.	ENG A
					MESO A
B	Construtora e incorporadora com 30 anos de mercado e atuante no segmento residencial e comercial no Espírito Santo.	ISO 9000/2000	Mais de 500 / Grande empresa	Edificação residencial com 16 pavimentos-tipo, 1 de lazer e 2 de garagem, sendo 2 apartamentos por andar com área privativa de 114,7m ² . Etapa de revestimento.	ENG B
					TEDI B
C	Construtora e incorporadora com 15 anos de mercado e atuante no segmento residencial.	ISO 9001/2008	250 a 499 / Média empresa	Edificação residencial com 30 apartamentos de 102 m ² (2 por andar), 2 andares de garagem, 1 andar de cobertura. Etapa de vedação e instalações prediais.	ENG C
D	Construtora e incorporadora com 28 anos de mercado e atuante no segmento residencial, comercial e obras públicas em Vila Velha, Vitória e São Paulo.	ISO 9001/2000 e PBQP-H nível A	50 a 99 / Pequena empresa	Edificação residencial de alto padrão com 15 pavimentos-tipo, 1 apartamento por andar com área privativa de 239m ² . Etapa de vedação e instalações prediais.	ENG D
					MESO D
E	Construtora com 17 anos de mercado e atuante no segmento comercial e residencial nos municípios de Vila Velha e Vitória.	ISO 9001/2000 e PBQP-H	50 a 99 Pequena empresa	Edificação residencial com 52 apartamentos e áreas variando entre 61,33 m ² e 65,47 m ² . Etapas de instalações prediais e acabamento.	ENG E
					MESO E

¹ Conforme o número de empregados descritos em SEBRAE (2005, p.10)

Quadro 24 - Breve caracterização das empresas construtoras e dos empreendimentos analisados na pesquisa

(conclusão)

Construtora	Caracterização	Certificações	Nº. funcionários / Classificação ¹	Características do empreendimento / Etapa visita	Profissional (is) entrevistado(s)
F	Construtora e incorporadora com 30 anos de mercado e atuante no segmento comercial e residencial no Espírito Santo e Rio de Janeiro.	Em implantação	100 – 249 / Média empresa	Condomínio residencial com 4 torres de 20 pavimentos cada, sendo 15 tipos. Os apartamentos possuem áreas entre 226,82m ² e 348,02m ² . Etapa de acabamento.	ENG F
					TEDI F
G	Construtora com 17 anos de mercado e atuante no segmento residencial no Espírito Santo.	n.d. ²	5 – 29 / Pequena empresa	Edificação residencial com 8 pavimentos-tipo, sendo 2 garagem e unidades com área privativa de 105m ² . Etapa de pintura externa.	ENG G
H	Construtora e incorporadora com 21 anos de mercado e atuante no segmento comercial, residencial e hoteleiro no Rio de Janeiro e Espírito Santo.	ISO 9001/2000 e PBQP-H nível A	50 – 99 / Pequena empresa	Edifício residencial de alto padrão com 13 pavimentos-tipo, 1 pilotis e outro garagem. Apartamentos com área privativa de 200 m ² (1 por andar). Etapa de revestimento.	ENG H
					MESO H
I	Construtora com 30 anos de mercado e atuante no segmento de construção de ferrovias, obras rodoviárias, industriais e de saneamento em diversos Estados.	ISO 9001:2008 e PBQP-H nível A	Mais de 500 / Grande empresa	Um canteiro de obras centraliza as operações de implantação de 80km de redes de coleta de esgoto no município de Vitória.	ENG I

¹ Conforme o número de empregados SEBRAE (2005, p.10)

² Informação não disponível

5.2.2 Caracterização dos canteiros de obra

Com vistas à verificação do desempenho das construtoras frente às recomendações da Resolução CONAMA n.307 (BRASIL, 2002), foram observadas e registradas no diário de visita as características dos canteiros referentes ao local da entrevista, entrevistado, remoção de resíduos, segregação de resíduos e acondicionamento e localização das caçambas coletoras.

As entrevistas foram realizadas no escritório da administração situado no próprio canteiro. Nas construtoras A, D, E, F e H, a entrevista foi interrompida em diversos momentos devido à interferência de outros profissionais da obra, inclusive no conteúdo das respostas, que foram desconsideradas durante a análise dos resultados. Enquanto isso, nas construtoras B, C, G e I o ambiente permaneceu tranquilo. Grande parte dos profissionais mostrou-se receptivo e interessado pela pesquisa, exceto os profissionais das construtoras G e H.

Em relação à remoção de resíduos, nas construtoras B e E os operários e os empreiteiros são responsáveis pela limpeza (Figura 21) em suas frentes de trabalho, no fim da jornada de trabalho (Figura 20). Por sua vez, existe um funcionário específico para limpeza da obra nas construtoras A, C, D, F e H, nas quais foram encontradas algumas pilhas de resíduos, distribuídos nos andares de forma aleatória.

Figura 20 – Pilha de resíduos de responsabilidade dos empreiteiros da construtora B



Figura 21 - Funcionário responsável pela limpeza da obra na Construtora H



A segregação de resíduos nas construtoras A, C, D, E e H ocorria conforme o tipo da obra. Entretanto, devido ao espaço limitado e a proximidade entre as baias, ocorria a mistura entre diferentes tipos de resíduos. As construtoras B e F possuíam um procedimento padrão de separação em baias construídas, respectivamente, em grades metálicas e compensado (Figura 22). Por outro lado, as construtoras G e I segregavam somente os resíduos de madeira (Figura 23), em uma área específica do canteiro.

Figura 22 - Separação de resíduos por tipo e em baias metálicas na Construtora B



Figura 23 – Pilha de resíduos de madeira e embalagens de cimento na Construtora G



Nas construtoras A, B, C, D, F e H, a caçamba coletora situava-se na calçada (Figura 24) e não possuía cobertura, permitindo a deposição de objetos pelos transeuntes (Figura 25). As construtoras G e I não possuíam caixas estacionárias e seus resíduos eram armazenados em uma área dentro do próprio canteiro. Ainda que existisse segregação, em algumas construtoras os resíduos eram misturados na caçamba coletora pelos próprios funcionários do canteiro.

Figura 24 - Caçambas coletoras de resíduos classes A e B situadas na calçada (Construtora F)



Figura 25 - Caçamba coletora de resíduo classe A situada na rua (Construtora B)



As informações do diário de visita subsidiaram a análise comparativa entre os canteiros a partir dos critérios: (a) limpeza e organização; (b) segregação dos resíduos; (c) atendimento à resolução e (d) transporte e acondicionamento, classificados como satisfatório (S), intermediário (I) e ausente (A) (Quadro 25). Somente, as construtoras B e C obtiveram a classificação satisfatória em todos os critérios analisados.

Quadro 25 - Análise comparativa entre os canteiros de obra

Critérios estabelecidos	Construtoras								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Limpeza e organização	I	S	S	A	I	I	I	S	I
Segregação	I	S	S	I	A	I	A	I	A
Atendimento à Resolução	A	S	S	I	A	I	A	I	A
Transporte e acondicionamento	I	S	S	I	S	S	A	I	I

5.2.3 Caracterização da amostra dos profissionais

Na pesquisa de campo foram obtidos quinze questionários, visto que algumas construtoras não possuíam os três profissionais trabalhando, ao mesmo tempo, no canteiro de obras. Como essa parte da pesquisa foi delegada à graduanda, a mesma não agendou visitas posteriores para entrevistar os profissionais ausentes na visita inicial. Por isso, foram entrevistados nove engenheiros residentes ou profissionais responsáveis pela função, dois técnicos em edificações e quatro mestres de obras.

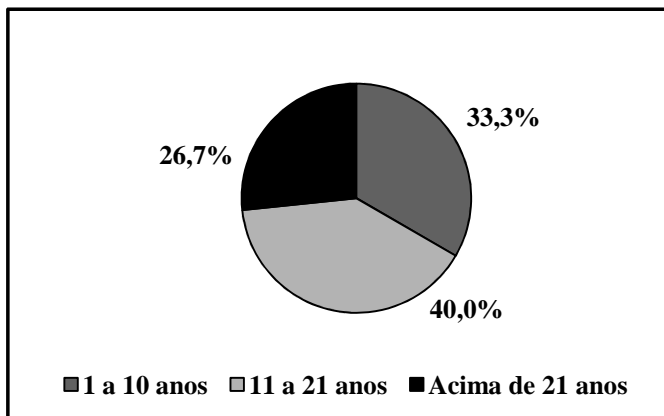
A caracterização da amostra (Quadro 26) revelou variação do nível de qualificação profissional, já que 66,6% dos respondentes possuem formação na área de atuação (curso de nível técnico, superior ou especialização) e os demais possuem formação em áreas diferentes. No momento da visita, em algumas construtoras, os respondentes que se identificaram como responsáveis pela execução da obra possuíam formações em cursos distintos ao pressuposto inicialmente (Engenharia Civil). De fato, observou-se que em algumas construtoras (G e I), os gestores do canteiro eram os proprietários das empresas ou funcionário sem formação acadêmica compatível ao cargo.

Quadro 26 - Breve caracterização dos profissionais participantes da pesquisa

Entrevistado	Cargo informado	Formação do respondente	Tempo de atuação (anos)
ENG A	Engenheiro residente	Engenharia Civil	2
MESO A	Mestre de obras	Ensino médio	30
ENG B	Engenheiro residente	Engenharia Civil / MBA em Gerenciamento de projetos	12
TEDI B	Técnico em edificações	Técnico em Estradas	8
ENG C	Engenheiro residente	Arquitetura e Urbanismo	5
ENG D	Engenheiro residente	Engenharia Civil	20
MESO D	Mestre de obras	Ensino fundamental	33
ENG E	Engenheiro residente	Engenharia Civil / MBA em Gerenciamento de negócios	20
MESO E	Mestre de obras	Ensino médio	23
ENG F	Engenheiro residente	Engenharia Civil / MBA em Gerenciamento de projetos	10
TEDI F	Técnico em edificações	Técnico em Edificações	2
ENG G	Engenheiro residente	Ensino médio	13
ENG H	Engenheiro residente	Engenharia Civil / Especialização em controladoria empresarial	13
MESO H	Mestre de obras	Ensino fundamental	35
ENG I	Engenheiro residente	Administração / Especialização em Engenharia de Custos	18

Em relação ao tempo de atuação no mercado da construção civil dos participantes (Figura 26), destaca-se que parte dos entrevistados (66,7%), possui acima de dez anos de experiência no setor, o que pode indicar conhecimento prático sobre técnicas construtivas. Os entrevistados com tempo entre um e dez anos (33,3%) correspondem aos profissionais recém-formados.

Figura 26 - Tempo de mercado dos profissionais participantes da pesquisa

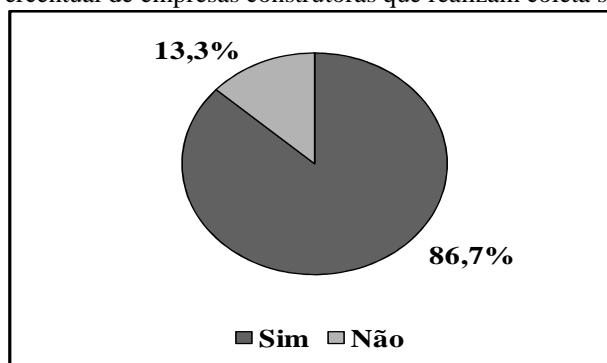


5.2.4 Resultados das questões específicas da categoria

5.2.4.1 Agrupamento 1 – Gerenciamento do resíduo da construção civil

Cerca de 86,7% dos entrevistados realizam o gerenciamento de resíduos em seus canteiros (Figura 27). Este processo iniciou-se segundo os engenheiros A, D, E e I, devido aos condicionantes das empresas de transporte de RCC, relativos à segregação dos resíduos: “[...] os fornecedores das caçambas, no contrato deles já tem essa separação, já faz a seletividade. A gente tem caçamba de entulho, caçamba de papel, caçamba separada” (ENG A).

Figura 27 - Percentual de empresas construtoras que realizam coleta seletiva de RCC



A visita em vários andares das edificações demonstrou que algumas práticas de gerenciamento não eram realizadas pelas construtoras, como a separação dos resíduos gerados em refeitórios e vestiários, dos RCC (Figura 28), bem como a mistura de áreas destinadas ao armazenamento de materiais aptos para uso e deposição de resíduos classe B (Figura 29).

Figura 28 - Deposição de resíduos orgânicos e RCC no canteiro da construtora G



Figura 29 – Pilha de resíduos classe B depositados junto ao estoque de materiais da Construtora D



Nesse aspecto, a construtora D busca parcerias junto a outras empresas de reciclagem de resíduos classe B, para facilitar a destinação dos resíduos (Figura 30). Contudo, encontra dificuldades nesse processo, conforme o ENG D: “*Como que eu vou tirar resíduo de um saco de cimento? De um saco de argamassa de papel? [...] A gente até encontrou uma pessoa, que poderia até pegar esses sacos plásticos para gente, mas também eles querem saco limpo*”. O problema em relação às embalagens, também, ocorre na construtora F (Figura 31). Diante disso, algumas construtoras buscam destinar essas embalagens para os próprios fabricantes.

Figura 30 - Mistura de resíduos destinados a doação e aterramento na construtora D



Figura 31 - Baia de madeira para armazenamento embalagens de cimento na Construtora F



Por outro lado, verifica-se que a localização do canteiro pode reduzir os custos com transporte e destinação dos resíduos classe B: “*A questão de madeira e papel, como a gente tá dentro de uma comunidade carente, que tá perto do morro e tudo isso é, praticamente, absorvido por eles*” (ENG I). Enquanto isso, na Construtora A (Figura 32) “*A gente separa e dá para os catadores que vem aqui. [...]*” (MESO A). Na prática, a Construtora C disponibiliza os resíduos de madeira e papel, em baias/caçambas situadas na calçada do canteiro de obras, para os catadores de materiais recicláveis (Figura 33). Entretanto, constatou-se que os sacos de cimento não tinham aceitação pelos catadores de materiais recicláveis.

Figura 32 – Mistura de resíduos classes B e D destinados à doação na Construtora A



Figura 33 - Baias e caçambas de resíduos destinados à doação na construtora C



Em relação ao tempo de gerenciamento de RCC nas construtoras, os entrevistados relacionaram ao início das atividades no canteiro de obras; ao tempo de trabalho na empresa ou ao início da segregação (Quadro 27), resultando em um tempo médio de vinte e seis meses. Alguns respondentes associaram esse período à exigência da legislação já que “A gente começou fazer a separação depois que a Prefeitura começou a exigir da gente” (MESO A). Por outro lado, ENG G relatou que “Há uns 10 anos eu separo tudo. Separo madeira, de lixo, essas coisas”, demonstrando uma percepção restrita ao potencial do RCC.

Quadro 27 - Tempo de realização da coleta seletiva pelas construtoras, segundo profissionais

Construtora	Período da coleta seletiva (meses)	Construtora	Período da coleta seletiva (meses)
A	18	F	12
B	72	G	120
C	6	H	36
D	0	I	3
E	36		

Apesar de grande parte das construtoras relatarem o gerenciamento de RCC, somente 60% promoviam treinamentos periódicos sobre o tema. Nas construtoras H e F todos os profissionais do corpo técnico são responsáveis por orientar, constantemente, os funcionários sobre os procedimentos. Inseridas neste contexto, as construtoras B e E já promovem treinamentos, cuja periodicidade deve ser ampliada: “uma quarta do mês a gente aborda o tema: coleta seletiva. [...] Mas para o operário de obra, na verdade, todo dia você tem que estar falando a mesma coisa. Ele custa captar o que é necessário” (TEDI B).

Esse treinamento no canteiro era ministrado por um ou mais profissionais (Tabela 36). A heterogeneidade entre os cargos dos responsáveis pelo treinamento pode sugerir pouco domínio do treinador sobre o tema ou ainda relacionamento superficial com os operários.

Tabela 36: Profissionais encarregados pelo treinamento sobre gerenciamento de resíduos nas construtoras

Profissional encarregado	f	%
Engenheiro residente	4	26,6
Funcionário responsável pelo setor de qualidade	2	13,3
Técnico em segurança do trabalho	2	13,3
Técnico em edificações	2	13,3
Inexiste profissional específico	2	13,3
Mestre de obras	1	6,7
Consultor externo	1	6,7
Não respondeu	5	33,3

Os motivos para ausência de treinamento (26,7%) referem-se ao pequeno número de funcionários no canteiro e “A gente tem treinamento de obra com a empresa de segurança do trabalho e aí ela fala essa parte de proteção ao meio ambiente, higiene do ambiente em si” (ENG E). Os profissionais enumeraram os benefícios do gerenciamento de RCC (Tabela 37).

Tabela 37: Benefícios advindos do gerenciamento de RCC em canteiros de obras, segundo profissionais

Benefícios apontados	f	%
Maior limpeza e organização do canteiro de obras	11	73,3
Promoção da conscientização ambiental dos funcionários	11	73,3
Redução da quantidade do RCC durante a obra	8	53,3
Redução do número de acidentes com os operários	6	33,3
Redução do custo com o transporte do RCC	7	33,3
Reaproveitamento de parte do RCC no próprio canteiro de obras	5	26,7
Outra melhoria	4	20,0
Obtenção de lucro a partir da venda dos resíduos classe B	3	13,3

Apenas 13,3% dos profissionais relatam os benefícios da venda de resíduos classe B. A construtora B doa esses resíduos para uma entidade filantrópica e a madeira para uma indústria cerâmica (Figura 34 e Figura 35). Porém existe resistência à mudança: “Eu acho que a empresa teria mais trabalho para vender papelão. [...] Será que seria lucro para a empresa fazer isso?” (MESO A).

Figura 34 - Resíduos metálicos e materiais armazenados no mesmo local na construtora D**Figura 35** - Armazenamento de resíduos de madeira e materiais na Construtora F

Na prática, observou-se em várias construtoras a separação de resíduos de aço e metálicos, dos demais RCC, para comercialização (Figura 36). Isso ocorre, por exemplo, na construtora C, pois “A sobra de aço, que eu tenho no período de estrutura, eu junto, vendo isso por um valor irrisório a uma pessoa que vem aqui apanhar e sempre converto isso em refrigerante” (ENG C). Entretanto, na maioria das vezes os resíduos metálicos e de madeira situavam-se junto ao estoque de materiais e ferramentas e podendo causar acidentes (Figura 37).

Figura 36 - Resíduos metálicos e materiais armazenados no mesmo local na construtora D



Figura 37 - Armazenamento de resíduos de madeira e materiais na Construtora F



Em relação ao reaproveitamento no próprio canteiro, apenas 26,7% dos profissionais realizavam esta prática: “A gente tem um programa interno com aquele material (resto de lajota, massa, uma parede que quebra). É feito um aterro no primeiro pavimento do prédio e até em prédio que tem subsolo” (TEDI B). Para tanto, realizava-se a coleta seletiva do resíduo classe A nos andares, que eram armazenados (Figura 38) e posteriormente destinados ao pavimento térreo para compactação mecânica e execução da área de aterro (Figura 39).

Figura 38 - Armazenamento temporário de resíduos classe A para aterro na Construtora B



Figura 39 - Aterro do pavimento garagem com resíduos da própria obra na Construtora B



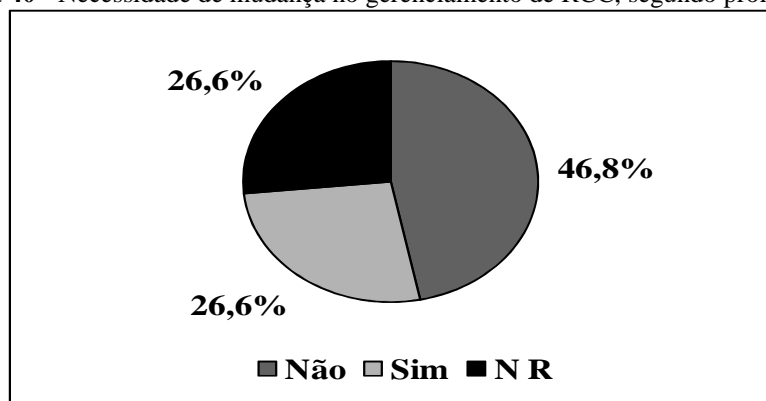
O gerenciamento de resíduos é importante, também, para promoção da segurança do trabalhador no canteiro (33,3%): “*Na medida em que você vai separando e selecionando você evita o risco de acidentes*” (ENG H). Somam-se a isso, os benefícios classificados como outras melhorias:

- construtora A: redução do número de caçambas e do custo referente a locação; redução das perdas ocorridas durante a construção, e
- construtora B: conscientização dos funcionários sobre a importância da coleta seletiva dos resíduos domésticos.

Finalizando o agrupamento 1, questionou-se sobre possíveis mudanças no gerenciamento de RCC (Figura 40). Para 46,8% dos entrevistados, suas construtoras realizam o gerenciamento de forma adequada “*Então, ela não faz com o objetivo de benefício próprio, e sim, para atender o fornecedor*”. No entanto, algumas ações podem ser alteradas “*Se fosse feita uma coleta realmente seletiva mesmo, talvez a gente poderia estar reaproveitando alguma coisa desse material*” (ENG C).

Todavia, em algumas construtoras faz-se necessário o treinamento contínuo, já que uma parte de seus funcionários não vislumbra os benefícios do gerenciamento de RCC: “*Olha a empresa já esta com um programa muito bom. Precisaria trabalhar o operário*” (TEDI B), pois “*Acredito que falta um pouco de conscientização por parte de alguns funcionários*” (TEDI F). Prova disso é que, segundo o ENG E, ainda ocorre a mistura de resíduos classes A e C.

Figura 40 - Necessidade de mudança no gerenciamento de RCC, segundo profissionais



De fato, os dados obtidos nos registros fotográficos, em conjunto com as observações do diário de visita, confirmam a necessidade de melhorias em grande parte das construtoras analisadas, haja vista às inúmeras não conformidades às recomendações da Resolução CONAMA n.307, verificadas durante a visita ao canteiro.

5.2.4.2 Agrupamento 2 – Resíduos de construção civil

Na opinião dos profissionais, várias fases são responsáveis pela geração de resíduos no canteiro (Tabela 38). Entretanto, para 93,3% dos profissionais, destaca-se a alvenaria devido às instalações prediais (26,7%). Isso ocorre *“Porque instalações quando ela é embutida, tem alguns cortes em alvenaria e isso gera um resíduo maior”* (ENG D). Por outro lado, a movimentação de terra (13,3%) apresenta o volume de resíduo variável, conforme o tipo de canteiro. Na fase de estrutura (20%), os profissionais destacaram a madeira pois *“só gera o resíduo, quando você termina a estrutura, que aí você, realmente, começa a desformar e vê. E aí, realmente, tem muita madeira que sobra”* (ENG D).

Tabela 38: Fases responsáveis pela geração de resíduos em canteiros de obra, segundo profissionais

Fases citadas	f	%
Alvenaria	14	93,3
Revestimento	8	53,3
Piso e pavimentação	4	26,7
Instalações	4	26,7
Estrutura	3	20,0
Movimentação de terra	2	13,3
Limpeza final	2	13,3

Quanto ao tipo de resíduo gerado em maior escala, dois engenheiros discordaram dos demais entrevistados, destacando que: *“O entulho que preocupa mais a gente é resíduo de dry wall (Figura 41) [...] devido à dificuldade de estar mandando isso embora da obra”* (ENG C) e *“Aqui é quando a gente tem que, necessariamente, fazer uma demolição: de concreto e de pavimento asfáltico”* (ENG I). A justificativa do ENG I fundamenta-se nas características de sua construtora, que realiza grandes obras de infraestrutura urbana (Figura 42).

Figura 41 - Parte dos resíduos de gesso acartonado de um apartamento na Construtora C



Figura 42 - Resíduos de demolição de pavimentação misturados na Construtora I



Na opinião de 93,3% dos profissionais, a geração de resíduos pode ser influenciada pelas características dos projetos da edificação. Os conceitos-chave, obtidos nas justificativas dessa questão, demonstraram que essa geração ocorre devido: (a) características dos materiais (53,3%); (b) projetos de modificações, durante a construção (46,7%); (c) falta de planejamento do canteiro de obras (13,3%) e (d) dificuldade de mudança da construção convencional (13,3%). No entanto, a geração pode ser reduzida, na fase de projeto, a partir do planejamento do uso racional dos materiais (46,7%), segundo os participantes.

A geração em função do sistema construtivo e do material é justificada por ENG 4D: *“Porque dependendo da tecnologia que você usa na obra, você tem uma quantidade de resíduos menor (ENG 4D)”*. Por sua vez, MESO 2D destaca a geração em função do projeto de modificação do apartamento: *“Às vezes o projeto chega depois que a parede já está pronta. Você vai ter que derrubar a parede e fazer de novo (MESO 2D)”*. Porém, para ENG 2B, a alternativa para redução da geração advém do planejamento *“Porque através de bom projeto executivo é possível otimizar a utilização dos materiais, prevenindo seu reaproveitamento”*.

Somam-se a isso, outras medidas que colaboram para reduzir a geração de RCC (Tabela 39). Em relação à falta de treinamento, ENG A acredita que *“O cara não sabe cortar uma cerâmica direito, vai lá e corta e acaba quebrando, trincando e tem que ser jogada fora”*. Em contrapartida, ainda que essas medidas sejam adotadas: *“Mesmo assim ainda gera, não tem como. Isso aí é aquela famosa perca”* (MESO E).

Tabela 39: Medidas necessárias para reduzir a geração de RCC no canteiro, segundo profissionais

Medidas apontadas	f	%
Treinamento da mão de obra	13	86,7
Adoção de práticas de logística	11	73,3
Racionalização dos projetos	10	66,7
Especificação de materiais de qualidade	7	46,7
Outra medida	2	13,3

A adoção de práticas de logísticas no canteiro (73,3%) pode facilitar a rotina de trabalho e, ao mesmo tempo, reduzir a perda de materiais devido à quebra durante o transporte e armazenamento (Figura 43). Considerando que a fase de alvenaria é responsável por grande parte dos resíduos gerados nos canteiros analisados (ver Tabela 38), a racionalização dos projetos de alvenaria seria uma medida para redução da geração (Figura 44).

Figura 43 - Sistema para transporte de placas de gesso na Construtora B realizado por empreiteiros



Figura 44 – Paredes com de projeto de alvenaria racionalizado pela construtora C



Na prática, vários fatores podem colaborar para não utilização de RCC nos canteiros pelos profissionais (27,7%), como: (a) desconhecimento das potencialidades dos resíduos; (b) existência de preconceito quanto ao uso e (c) a falta de PGIRCC na construtora, ocasionando uma segregação deficiente. Apesar das limitações para reaproveitamento, verifica-se que 73,3% dos profissionais já reutilizaram RCC de forma esporádica: “*Eu reaproveito, mas é em poucas coisas. [...] Isso é lá por acaso*” (MESO H),

Entretanto, para viabilizar o resuo faz-se necessária a segregação dos RCC: “*Então, você não vai aterrar com um pedaço de pau, com madeira, esses negócio*” (MESO D). Nesse contexto, os resíduos usados pelos profissionais foram os resíduos mistos (54,5%); resíduos de concreto (36,4%); resíduos cerâmicos (27,3%) e solo (18,2%). Esse resultado pode estar relacionado ao uso de sistemas construtivos convencionais (estrutura em concreto armado, alvenaria em bloco cerâmico e outros) em grande parte dos canteiros de obra analisados.

As dimensões reduzidas, a organização dos canteiros de obra e as características do empreendimento são condicionantes que podem dificultar o reaproveitamento de resíduos de solo (18,2%). Por isso, geralmente, esse resíduo é destinado para áreas de bota-fora, regularizadas junto à Prefeitura ou para outros canteiros da mesma construtora.

Quanto à geração no canteiro, a maioria dos entrevistados não sabe ou não respondeu (73,3%) a quantidade aproximada de caçambas coletoras retiradas durante a obra: “*No período de um ano, duas caçambas de entulho por semana. Aí depois você faz as contas aí, porque eu nunca parei pra fazer essas contas, mas sei que é muito entulho*” (ENG D). Por isso, as respostas foram analisadas de duas formas: (a) média do valor de caçambas informado e (b) estimativas de geração (Tabela 40). Conforme 93,3% dos entrevistados, esse valor gerado é proveniente de obras em edificações verticais.

Tabela 40: Estimativa do número de caçambas geradas durante a construção de uma edificação vertical

Construtora	Estimativa de geração (total de caçambas)		
	Engenheiro	Técnico	Mestre
A	136	200	-
B	60	-	100 (uma por semana)
C	250 – 300 (duas a três por semana)	-	-
D	Uma a duas por semana	78 – 156 (duas por semana)	-
E	80 – 100 (uma por semana)	Duas por semana	-
F	n.d.	-	n.d
G	10	-	-
H	360 (uma por semana)	Uma a duas por semana	-
I	5 por mês	-	-

Por outro lado, os entrevistados afirmaram que a quantidade de caçambas varia conforme o prazo e a etapa da obra, como relata o MESO H: “Agora, quando a gente tá no pique de alvenaria, reboco, e gesso, ela dá umas três caçambas, dependendo do pessoal que tiver trabalhando”. A frequência de retirada dessas caçambas pode variar de acordo com a construtora: “Igual essa semana, nós vamos ter uma auditoria, amanhã, de segurança e tal. Tá saindo caçamba a rodo” (ENG F).

Contrapondo-se aos demais entrevistados, o ENG G não contabiliza o volume de resíduos por meio de caçambas coletoras (Figura 45), já que “Eu pego com o caminhão. Eu tenho caminhão mercedinha [...] Eu devo ter tirado uns 10 caminhões, mas esse aí vai ser chute mesmo” (Figura 46). Além disso, esse entrevistado dispõe os resíduos da obra de forma inadequada, em uma área próxima a um hospital: “Ali tem lixo de todo jeito, tem aquelas lamas, coisas de obra, sempre a gente joga”. Isso demonstra a existência de alguns empresários que não visualizam os impactos ambientais e econômicos gerados pelo RCC.

Figura 45 - Vista da disposição das áreas do canteiro de obras da Construtora G**Figura 46** - Veículo da construtora G para transporte de resíduos para áreas inadequadas

As construtoras analisadas não realizavam a reciclagem de resíduos no canteiro. Somente a construtora E possuía um moinho de rolo e argamassadeira, porém esses equipamentos estavam em desuso: *“Já tem uns 3, 2 anos atrás, parou de usar pra esse reaterro. Esses cacos de lajota, a gente jogava e moía, pra poder o aterro ficar legal”* (ENG E).

5.2.4.3 Agrupamento 3 – Resolução Conama

Em relação ao referencial legal, apurou-se que mais da metade dos entrevistados (66,6%) desconhece o conteúdo da Resolução CONAMA n. 307, demonstrando quão escassa a divulgação dessa Resolução entre os profissionais da construção civil. Dentre aqueles que têm conhecimento (33,4%), a maioria utilizou diferentes veículos de comunicação para aprofundar-se no tema (Tabela 41), como a internet (66,7%): *“Na verdade, eu fui demandado a conhecer, pra entender um processo, e aí eu achei na internet”* (ENG I).

Tabela 41: Veículos de comunicação usados para conhecimento da Resolução, segundo profissionais

Veículos citados	f	%
Internet	4	66,7
Comunicado interno da empresa	2	33,3
Aula	2	33,3
Congresso / Seminário / Palestra	2	33,3
Outros veículos	3	50,0

5.2.4.4 Agrupamento 4 – Agregados Reciclados

Cerca de 86,7% dos entrevistados afirmam ter conhecimento sobre a existência de usinas de reciclagem de RCC no país. No entanto, dentre esses, alguns profissionais equivocaram-se nos exemplos fornecidos: *“Eu acho que tem até máquina vindo da Coréia pra Palhoça em Santa Catarina, que é pra fazer separação de resíduo”* (ENG C) e *“Eu sei, já vi várias. Inclusive, quando eles fazem aquela telha prensada de plástico”* (ENG G).

Na percepção de 73,3% dos respondentes, a Prefeitura deveria ser a instituição responsável pela reciclagem dos RCC (Tabela 42): *“Acho que tem que ser órgão público cara. Eles tem muita obra de estrada essas coisas aí, e seriam extremamente beneficiados”* (ENG F).

Tabela 42: Entidades e instituições responsáveis pela reciclagem de RCC, segundo profissionais

Entidades apontadas	f	%
Prefeitura municipal	11	73,3
Parceria Pública Privada (PPP)	8	53,3
Governo Estadual	5	33,3
Governo Federal	5	33,3
Iniciativa privada	4	26,6

Por sua vez, cerca de 53,3% dos entrevistados recomendam a formação de uma PPP para reciclagem de RCC: *“Eu acredito na parceria entre o público e o privado, e a empresa privada. Apesar de não ser responsabilidade do governo, acho que as empresas privadas têm uma organização maior para estar tomando conta disso”* (MESO A). Contudo, TEDI F diverge dessa posição, já que: *“Prefeitura você vê que as coisas não funcionam, no Estado também as coisas não funcionam. Talvez, quem funcionasse melhor seria o Federal”*.

Outros entrevistados acreditam em ações conjuntas com responsabilidade compartilhada, entre as diferentes esferas de poder: *“Eu acho que isso passa muito pelo entendimento entre os órgãos”* (ENG I), por isso *“Acho que tinha que ter uma parceria de uma forma geral. Tinha que começar pelo menos pelos órgãos públicos, Governo, Prefeitura [...]”* (ENG C).

Em relação ao conhecimento dos AR, verificou-se que 33,3% confundiram com outros materiais reciclados (tijolo de solo-resíduo, telhas de embalagem longa vida e outros): *“A gente tem telha, já comprou telha pro canteiro, tapume, aqueles madeirites”* (ENG E). Devido ao desconhecimento sobre AR, esses respondentes foram conduzidos para parte final do formulário. Isso ocorreu já que se verificou que os mesmos não estavam aptos para responder questões sobre o mercado de AR no Brasil.

Ainda que 66,7% dos entrevistados conheça os AR, não usa esse material devido à inexistência de usinas de reciclagem no Espírito Santo, bem como a falta de equipamentos e procedimentos que viabilizem a reciclagem e o reuso desse resíduo no próprio canteiro. Por outro lado, aproximadamente 66,7 % dos respondentes conhecem as aplicações dos AR. Um exemplo disso é o ENG I, que conheceu esse material devido à demanda de novas tecnologias pela construtora onde trabalha: *“Já tive de argamassa em São Paulo. Eu já visitei uma empresa que já fazia isso com o resto de entulho”*. Em outros casos, o conhecimento sobre as aplicações ocorreu por meio de diferentes veículos de comunicação (Tabela 43).

Tabela 43: Veículos de comunicação utilizados para conhecimento de AR, segundo profissionais

Veículos citados	f	%
Congresso / Seminário / Palestra	6	46,1
Televisão	4	30,8
Internet	4	30,8
Livro ou revista técnica	4	30,8
Artigo	3	23,1
Treinamento	2	15,4
Comunicado interno	2	15,4
Outros veículos	4	30,8

Grande parte dos entrevistados (66,7%) usaria os AR no canteiro em função do tipo do material de construção; garantia de qualidade e conhecimento da forma de aplicação. Cabe ressaltar que esses dados referem-se às percepções dos profissionais não refletindo a posição da construtora: *“Eu utilizaria, agora acho que a empresa que eu trabalho não”* (ENG F).

Em contrapartida, o ENG G não usaria esse material, pois acredita que o mesmo pode apresentar um desempenho inadequado, quando comparado ao uso de materiais convencionais. O conhecimento das aplicações dos AR apresentou diferentes níveis, já que o ENG I *“Utilizaria se eles já tivessem sido normatizados”*.

Os respondentes citaram poucas aplicações dos AR (Tabela 44) e apenas 13,3% dos entrevistados não indicaram uma aplicação, mas recomendaram o uso nas instalações provisórias *“É porque são coisas que acabam virando lixo mesmo depois, e se for um material reciclado, vai ser até mais fácil de ser reprocessado pra botar no mercado”* (ENG C). No que diz respeito ao uso de produtos reciclados na construção civil, os respondentes ENG C e MESO E, respectivamente, mostraram-se favoráveis a essa prática: *“É eu não tenho preconceito nenhum contra material reciclado”* e *“Depende do produto reciclado”*.

Tabela 44: Possíveis aplicações para os AR na construção de edificações, segundo profissionais

Aplicações citadas	Etapa da obra	f	%
Argamassa	Revestimento	6	40,0
Concreto	Estrutura	3	20,0
Agregado miúdo e graúdo	Aterro / Enchimento	2	13,3
Não especificada	Instalações provisórias	2	13,3
Bloco de vedação	Vedação	1	6,7
Não respondeu	-	3	20,0

5.2.4.5 Agrupamento 5 – Mercado

Em relação à demanda futura por AR, 66,7% dos profissionais acreditam na ampliação, enquanto que 13,3% na manutenção e 20% na redução, comparando com a demanda atual (Tabela 45). Nesse contexto, a conscientização ambiental (53,3%) e o potencial de aplicação (33,3%) mostraram-se condicionantes influentes para alteração da demanda de AR pelos profissionais, como ampliação das atividades da construção civil no Estado do Espírito Santo, segundo TEDI F e criação de subsídio pela administração municipal para gerenciamento e reciclagem dos RCC no canteiro, segundo ENG I.

Tabela 45: Condicionantes necessários para aumento da demanda por AR, segundo profissionais

Condicionantes citados	f	%
Conscientização ambiental	8	53,3
Divulgação do potencial de aplicação como material de construção	5	33,3
Redução da oferta de agregado natural	4	26,7
Política de desenvolvimento sustentável	4	26,7
Crescimento do setor da construção civil	4	26,7
Redução do impacto ambiental	2	13,3
Não respondeu	2	13,3
Legislação ambiental eficaz	1	6,7
Crescimento populacional	1	6,7

Os profissionais atribuem a inserção de AR no mercado (Tabela 46), principalmente, à divulgação massiva dos resultados de pesquisas (60%) e a ampliação da propaganda sobre esses materiais (60%). Nesse sentido, faz-se necessária a venda de materiais (AR ou artefatos em concreto) certificados, com vistas em garantir a qualidade e desempenho, como relata ENG A “*Eu acho que tem que ter um marketing maior em estar mostrando os benefícios e mostrando, também, a questão da resistência dos materiais*”.

Tabela 46: Medidas necessárias para inserir produtos com AR no mercado, segundo profissionais

Medidas apontadas	f	%
Evidenciar o desempenho do material obtido nas pesquisas	9	60,0
Realizar propaganda e <i>marketing</i> do produto	9	60,0
Aplicar em habitações de interesse social	4	26,7
Desenvolver política pública, incluindo subsídio	3	20,0
Elaborar programa de controle de qualidade da produção	3	20,0
Conscientizar ambientalmente a população	3	20,0
Obrigar o uso em obras públicas e privadas (% mínimo)	2	13,3
Preço competitivo	2	13,3
Constituir uma rede de trabalho dos agentes envolvidos	2	13,3
Desenvolver normalização embasada em pesquisa	2	13,3
Incentivar a pesquisa	2	13,3
Outros motivos	2	13,3
Não respondeu	4	26,7

Cerca de 26,7% dos profissionais recomendam a utilização dos AR em habitações de interesse social (HIS), principalmente, nos programas habitacionais desenvolvidos pelo governo. Assim, pressupõe-se que esses profissionais podem associar o uso de materiais alternativos ou reciclados a aplicações menos nobres, ou que necessitem de baixo desempenho. Por outro lado, o mercado de materiais convencionais encontra-se consolidado junto aos profissionais visto que “*Quando pensa em materiais de obra vêm em nossa mente os manufaturados,*

normalmente, industriais” (ENG H). Portanto, as medidas citadas são indispensáveis, tendo em vista o contexto vigente em muitas construtoras brasileiras:

“As pessoas tinham que ter um conhecimento maior em relação a isso. Porque existe um pré-conceito, acho que sem base técnica das pessoas que, por exemplo, acham que por ser um material reciclado é uma coisa de menor qualidade. [...] Se você chegar hoje na empresa, se você falar: ‘Vamos usar bloco com material reciclado, o pessoal torce o nariz. Acha que, às vezes, o próprio condômino vai achar que está fazendo uma coisa de qualidade inferior’” (ENG F).

Os profissionais acreditam que a utilização, em larga escala, de produtos com AR ocorrerá nos seguintes setores: edificação de interesse social (66,7%); edificações residenciais (66,7%); edificações comerciais (40%) e construção pesada (33,3%). Entretanto, ampliando a utilização para outros setores, TEDI F acredita que *“Qualquer um deveria reaproveitar desde que não compromettesse a qualidade e a segurança da construção”*.

5.3 ETAPA 3: EXPLORANDO USINAS DE RECICLAGEM EM SÃO PAULO E MINAS GERAIS

Nessa seção caracterizam-se os gestores e as usinas de reciclagem. Devido à concentração de usinas públicas ou de economia mista na amostra selecionada, as questões relativas aos agrupamentos 3, 7 e 10, foram adaptadas à realidade dessas usinas. O agrupamento 15, que trata da identificação dos gestores, foi descrito no item 5.3.1.

5.3.1 Caracterização da amostra dos gestores

As entrevistas foram realizadas no período matutino, vespertino ou em ambos os turnos. O período de tempo em análise na entrevista corresponde ao início da atuação do gestor na usina. Os gestores das usinas eram do sexo masculino e possuíam cargos diferentes (Quadro 28). Em Belo Horizonte, o gerente geral trabalhava na unidade MG 2 e as demais unidades eram administradas por funcionários de carreira.

Em relação ao tempo de trabalho na usina, 62,5% dos entrevistados possuía entre 1 e 5 anos de experiência e 37,5% possuía acima de 10 anos. Isso pode indicar rotatividade no setor, por exemplo, na usina SP 3: *“Ela está em operação desde 2006. E então dentro deste trabalho, eu vim assumir a gerência geral em agosto de 2008”* (G 6). Isso ocorre porque as diferentes administrações municipais podem substituir funcionários com cargos comissionados e / ou transferir funcionários de carreira para outras unidades.

Quadro 28 - Breve caracterização dos gestores das usinas participantes da pesquisa

Entrevistado	Usina	Cargo	Formação	Tempo de atuação (anos)
G 1	MG 2	Gerente Geral (Funcionário de carreira)	Engenharia Elétrica (1995, PUC-MG)	3
G 2	MG 3	Agente operacional e controle (Funcionário de carreira)	Ensino médio (n.d.)	2
G 3	MG 1	Agente operacional e controle (Funcionário de carreira)	Ensino médio	13
G 4	SP 6	Sócio-gerente	Especialização <i>lato sensu</i> em Gestão Ambiental (2010, USF)	15
G 5	SP 1	Gerente (Cargo comissionado)	Estudos Sociais (FIRP, 1980)	5
G 6	SP 3	Gerente Geral (Contrato de trabalho)	Administração (1999, UNISAL)	1,25
G 7	SP 2	Diretor administrativo financeiro (Cargo comissionado)	Especialização <i>lato sensu</i> em Administração financeira (2005, FGV)	13
G 8	SP 4	Supervisor (Funcionário de carreira)	Mestre em Engenharia Civil (2006)	2
G 9	SP 5	Consultor	Engenheira Mecânica (1965, POLI-USP)	n.d.

5.3.2 Caracterização da amostra das usinas

A pesquisa de campo foi realizada em nove usinas de reciclagem de RCC: três na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) e seis no Estado de São Paulo, entre outubro e dezembro de 2009. Em relação à produção nas usinas, é importante ressaltar que três unidades não estavam em operação durante a visita: (a) MG 2 – inoperante devido a manutenção dos equipamentos de reciclagem; (b) MG 1 - inoperante devido ao elevado volume de chuvas e (c) SP 6 – inoperante devido ao dia e horário disponibilizados para a visita (sábado à tarde).

A maioria das usinas de reciclagem foi instalada em meados de 1990, e a outra parte entre 2000 e 2008, constituindo um horizonte de tempo de aproximadamente dez anos, para expansão do setor de reciclagem nos Estados de São Paulo e Minas Gerais. A caracterização das usinas da pesquisa subsidiou a construção de uma análise comparativa das mesmas (Quadro 29), a partir do levantamento das seguintes informações: (a) localização; (b) data de inauguração; (c) capital para investimento; (d) número de funcionários; (e) recepção de RCC diária; (d) triagem de RCC diária; (e) reciclagem média de RCC; (f) capacidade de estocagem dos pátios operacionais; (g) custo da produção; (h) preço de venda e (i) produtos fabricados.

Quadro 29 - Análise comparativa entre as usinas visitadas na pesquisa de campo

Usina / Município	Inauguração	Capital	Número de funcionários	Recepção RCC (m ³ /dia)	Triagem RCC (m ³ /dia)	Reciclagem média ¹ RCC (m ³ /dia)	Capacidade de estocagem (m ³)	Custo (R\$/m ³)	Venda ⁴ (R\$/m ³)	Produtos
MG 3 / Belo Horizonte	1995	Público	22	95	95	210	AR - 18.000 RCC - n.d.	n.d.	8,5	Ecobloco, Bica corrida
MG 1 / Belo Horizonte	1996	Público	17	150	150	150	AR - 4.200 RCC - n.d.	n.d.	8,5	Brita 0, Brita 1, Bica corrida
SP 2 / Piracicaba	1996	Economia Mista	3	42 - 60	n.d. ²	80 - 100	AR - 1.000 RCC - n.d.	18	n.d.	Brita 0, Brita 1, Bica corrida,
SP 6 / Socorro	2000	Privado	5	30	15	20	AR - 1.000 RCC - n.d.	10 - 15	35	Areia reciclada, Bica corrida
SP 1 / São José do Rio Preto	2005	Público	23	184	126	126	AR - 5.000 RCC - 5.000	9,82	n.d.	Areia reciclada, Pedrisco, Brita 1, Bica corrida, Artefatos em concreto
MG 2 / Belo Horizonte	2006	Público	12	90	90	81	AR - 5.000 RCC - n.d.	28	8,5	Areia reciclada, Pedrisco, Brita 1, Brita 2, Bica corrida
SP 3 / Americana	2006	Privado	52	421	421	400	AR - 40.000 RCC - n.d.	n.d.	20 - 28	Areia de cava, Terra vegetal, Brita graduada simples, Bica corrida, Composto orgânico
SP 4 / Guarulhos	2008	Economia Mista	7	60	18	70 - 180	AR - 5.000 RCC - 8.000	Variável (≈30)	n.d.	Areia Reciclada, Brita 0, Brita 1, Brita 2, Brita 3, Bica corrida
SP 5 / Guarulhos	2008	Privado	5	Variável	200 - 300	200 - 300	AR - 3.000 RCC - 5.000	9,5 - 17,1	42 - 63	Pó de concreto, Pedrisco, Brita 1, Brita 2, Brita 3, Brita 4, Bica corrida, Rachão ³

Notas: ¹ Valor limitado em função da área destinada ao pátio de estocagem da usina.

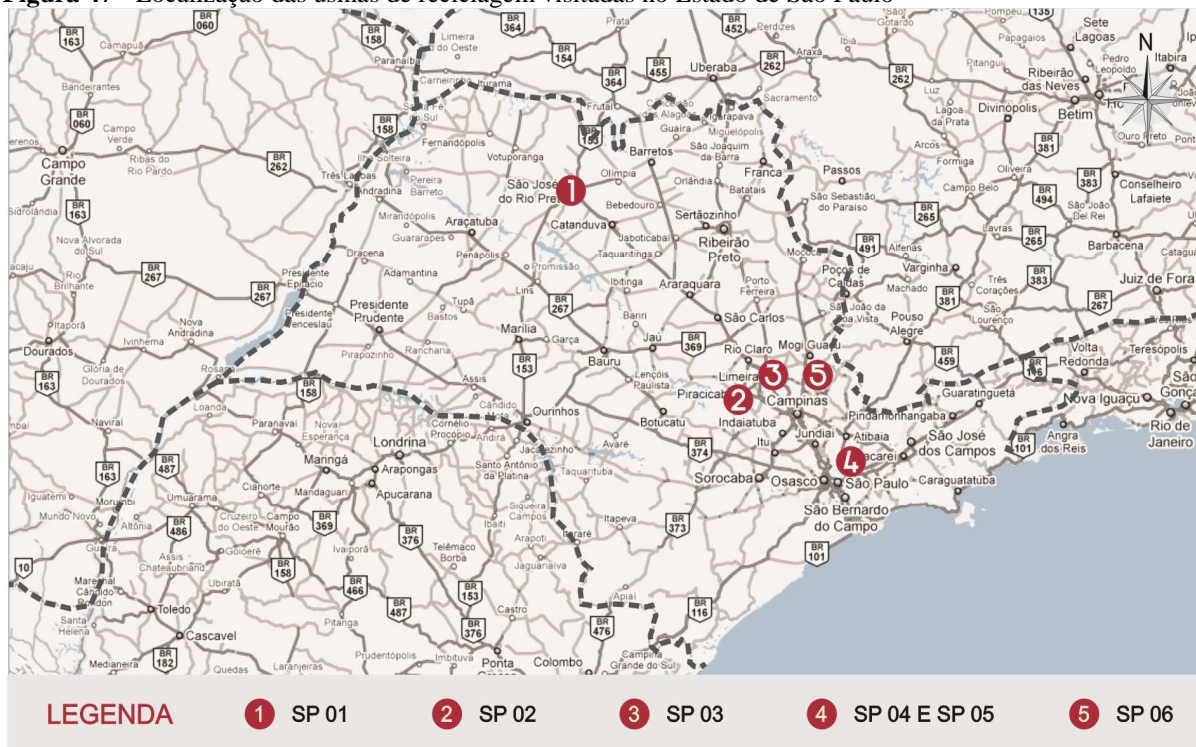
² n.d. Informação não disponível

³ Todos os produtos da SP 5 são produzidos a partir de resíduos de concreto

⁴ O valor de venda não inclui o frete.

A maioria das usinas no Estado de São Paulo situava-se em municípios próximos à capital, cuja distância era variável (Figura 47): (a) SP 01 em São José do Rio Preto (451 km); (b) SP 02 em Piracicaba (160 km); (c) SP 03 em Americana (127 km); (d) SP 04 e SP 05 em Guarulhos (16 km) e (e) SP 06 em Socorro (134 km).

Figura 47 - Localização das usinas de reciclagem visitadas no Estado de São Paulo



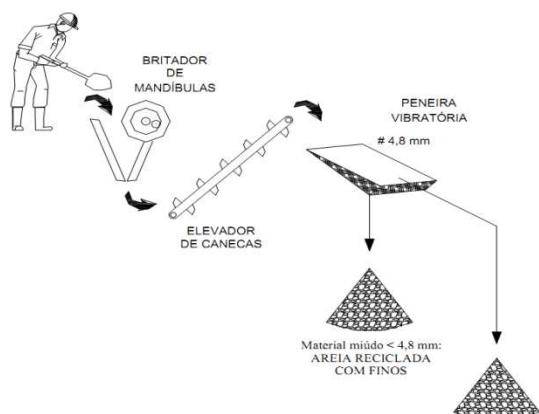
Fonte: Adaptado de LOCALIZAÇÃO... (2011).

A usina SP 6 é uma empresa de caráter familiar, inaugurada em 2000, a partir da dificuldade em dispor o volume de RCC advindo do transporte de RCC no município (Figura 49), em conjunto com a experiência dos fundadores no setor de mineração. Tal experiência foi aplicada para exploração comercial de areia reciclada e bica corrida. O processo produtivo dessa usina está ilustrado na Figura 48.

Em relação às usinas SP 3 e SP 6, o objetivo inicial da implantação era comercializar AR com a Prefeitura, devido à escassez da areia de rio na região, entretanto, esse negócio não se concretizou até a data da entrevista. Tal situação era considerada contraditória pelos gestores, devido ao êxito das experiências no setor de outros municípios, preço e qualidade dos AR.

Tendo em vista o aproveitamento de parte da produção, porque “Na britagem você não consegue pegar o entulho bruto e transformá-lo só em cascalho, você tinha areia, você tem um material mais fino” (G 4), G 4 iniciou a comercialização da areia reciclada para assentamento de alvenaria, junto aos munícipes.

Figura 48 - Processo produtivo de agregados reciclados via seca da usina SP 6



Fonte: Nascimento (2006, p.33)

Figura 49 - Vista geral da área de produção e armazenamento de AR da usina SP 6



Essa iniciativa colaborou para consolidação do mercado regional de AR (areia e bica corrida), junto aos municípios do Circuito das Águas Paulista, situados no entorno do município de Socorro, cujas estradas vicinais precisam receber cascalho para possibilitar o acesso à região no período chuvoso. De forma semelhante à realidade da usina SP 6, a usina SP 3, que realizava somente a disposição final dos RCC, iniciou suas atividades a partir da constatação do potencial de reciclagem desses resíduos pelos proprietários da empresa (Figura 50).

Figura 50 - Vista geral da área de produção da usina SP 3



Fonte: Nascimento (2007, p.2)

Em São José do Rio Preto, a aplicação das recomendações da Resolução CONAMA n.307, em conjunto com a iniciativa do administrador público, incentivaram a implantação da usina (Figura 51). De forma preliminar a administração pública iniciou a coleta dos RCC, contudo não sabia como aproveitá-lo em benefício do município. Nesse período realizou-se um trabalho de conscientização sobre a legislação municipal referente ao gerenciamento de RCC junto às construtoras e empresas transportadoras de RCC. Em 2009, além dos AR, a usina possui uma fábrica de artefatos em concreto (Figura 52) utilizados em obras municipais.

Figura 51 - Vista geral da área de produção da usina SP 1, em SJRP



Figura 52 - Fábrica de artefatos de concreto da usina SP 1, em SJRP



Em Guarulhos (Figura 53) e Piracicaba (Figura 54), as usinas surgiram a partir da iniciativa da administração pública, antes da publicação da Resolução CONAMA n.307, para tentar minimizar os problemas causados pela disposição irregular de RCC nesses municípios. As áreas destinadas para a implantação e o projeto dos equipamentos de reciclagem não estavam adequados à realidade desses municípios e, por isso, várias tentativas de operação foram realizadas até o início da produção de AR.

Figura 53 - Vista geral da área de reciclagem da usina SP 4, em Guarulhos



Figura 54 - Vista geral da área de reciclagem da usina SP 2, em Piracicaba

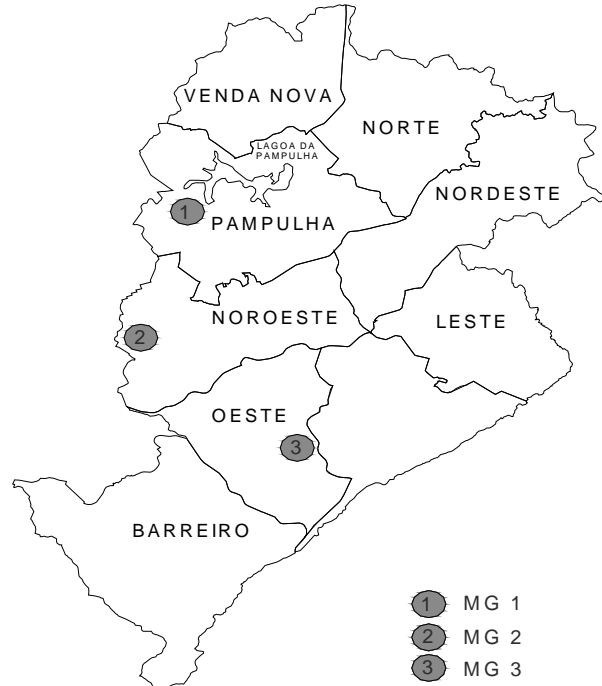


Em São José do Rio Preto, a usina foi o último ponto do sistema de gerenciamento, e não o primeiro como constatado nos municípios de Socorro, Americana, Guarulhos e Piracicaba. Conforme P 38, a implantação da usina ocorre, geralmente, antes da regulamentação do gerenciamento dos RCC e da criação de espaços para seu recebimento. Além disso, apenas os gestores de SP 1, SP 3, SP4 e SP 5 descreveram a realização de estudos de viabilidade econômica e testes dos equipamentos de reciclagem em um período antes de sua inauguração.

Enquanto isso, na RMBH, as usinas situam-se mais próximas da capital (Figura 55), a saber: (a) MG 2 (18 km); (b) MG 3 (10 km) e (c) MG 1 (12 km). Isso ocorre devido ao planejamento

da rede receptora de RCC pelo Programa de Correção das Disposições Clandestinas e Reciclagem de Entulho, iniciado em 1993. Essa rede é formada pelas usinas e pelas unidades de recebimento de pequenos volumes (URPV), gerados pelos municípios.

Figura 55 - Localização das usinas em relação às Regionais de Belo Horizonte



Fonte: Adaptado de Catapreta, Almeida, Pereira (2008)

As usinas de MG 3 (Figura 56) e MG 1 (Figura 57) foram implantadas após a realização do estudo de viabilidade técnica em 1993 (PROGRAMA..., 1993). Enquanto isso, a usina MG 2, situada na Central de Tratamento de Resíduos Sólidos (CTRS), foi inaugurada somente em 2006. Existe variação no volume de resíduos recebidos por cada usina. Segundo Catapreta, Almeida, Pereira (2008), isso ocorre devido às limitações de área; capacidade produtiva dos equipamentos de reciclagem e a geração de resíduos nas Regionais.

Figura 56 - Vista geral da área de reciclagem da usina MG 3, em Belo Horizonte



Figura 57 - Vista parcial da área de reciclagem da usina MG 1, em Belo Horizonte



5.3.3 Resultados das questões específicas da categoria

5.3.3.1 Agrupamento 1 – Identificação da usina

De acordo com os gestores, durante a implantação e operação das usinas ocorreram várias dificuldades, segundo os gestores (Quadro 30).

Quadro 30 – Síntese das dificuldades durante a implantação e operação inicial das usinas analisadas

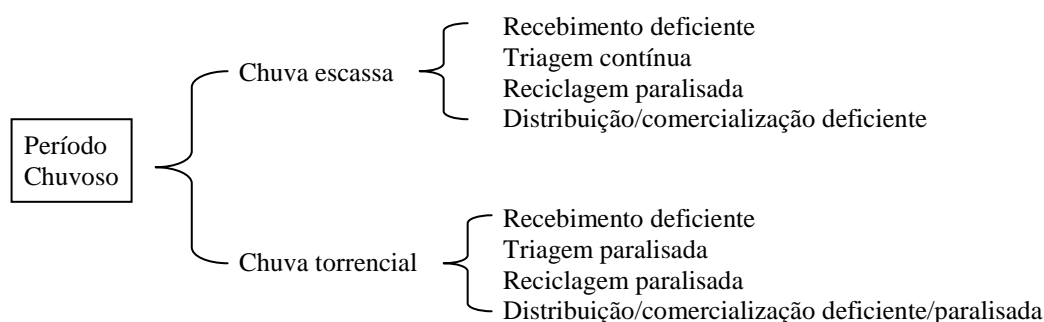
Usina	Dificuldades durante a implantação
MG 2	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de capacitação técnica dos funcionários da usina • Baixo controle do material particulado gerado no processo de reciclagem • Falta de elaboração da rotina operacional
MG 3	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento do material tipo B (vermelho), e posteriormente, material tipo A (cinza) • Baixo desempenho dos materiais produzidos na usina • Renovação do quadro de funcionários • Parceria com laboratórios para realização de ensaios no materiais
MG 1	<ul style="list-style-type: none"> • Solicitação dos moradores para instalação da usina • Área disponível para instalação da usina situada em zona residencial
SP 6	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de recursos para investimentos em equipamentos • Uso de equipamentos de mineração adaptados • Preconceito do município em relação ao material reciclado (pedreiro)
SP 1	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de conscientização ambiental das empresas transportadoras de resíduos e grandes construtoras • Realização de palestras educativas junto aos geradores durante um ano • Aplicação de multa e prisão de um proprietário de empresa transportadora • Disputas comerciais entre algumas empresas de transporte (competitividade)
SP 3	<ul style="list-style-type: none"> • Dificuldade para venda do material reciclado, levando à empresa a aterrar parte da produção inicial.
SP 2	<ul style="list-style-type: none"> • Seleção de área adequada as condicionantes de projeto • Funcionamento deficiente, após a instalação, devido a problemas operacionais • Excesso de material particulado produzido na reciclagem, gerando reclamação dos municípios
SP 4	<ul style="list-style-type: none"> • Aquisição de equipamentos antes da realização do diagnóstico de geração de RCC • Falta de capacitação técnica dos funcionários • Inexistência de logística para recepção e triagem de resíduos • Inexistência de programa municipal para utilização de agregados reciclados
SP 5	<ul style="list-style-type: none"> • Blocos de concreto para reciclagem com grandes dimensões • Problemas operacionais com o transporte dos blocos (canteiro-usina) • Contaminação dos blocos de concreto com solo, dificultando a reciclagem

Além disso, um conjunto de fatores levou à operação intermitente das usinas desde a implantação: supressão de investimentos; ausência de políticas relativas ao gerenciamento de RCC; indisponibilidade do equipamento de reciclagem e condicionantes meteorológicos. Ainda assim, o tempo médio em operação das usinas foi sete anos e três meses.

Vários condicionantes provocaram a paralisação de 77,8% das usinas, por um período superior a sete dias, excluindo-se desse contexto somente as usinas SP 3 e SP 5. Dentre esses condicionantes, os gestores destacaram: condições meteorológicas inadequadas (85,7%), indisponibilidade dos equipamentos (42,9%) e incerteza sobre investimentos futuros (14,3%).

De acordo com a intensidade da chuva ocorre mudanças na rotina da usina (Figura 58), que podem reduzir ou paralisar sua produção. Na SP 2, por exemplo, os AR ficam acumulados no pátio, devido à suspensão das obras da Prefeitura. Enquanto isso, a usina MG 1 recebe apenas 30% do volume diário de RCC. Por sua vez, a usina SP 6 consegue reciclar nesse período, pois possui um galpão para abrigar parte dos estoque de RCC e equipamentos de reciclagem.

Figura 58 – variação da rotina operacional das usinas conforme a intensidade da chuva



Durante a visita na usina MG 1, as fortes chuvas impediam a triagem e a reciclagem de RCC (Figura 59), resultando no acúmulo de grande quantidade de AR no pátio de armazenamento (Figura 60). Nesse dia percebeu-se que uma parte dos funcionários estava ociosa, devido à falta de planejamento para realização de outras atividades na usina. Diante disso, no período chuvoso os gestores poderiam: (a) armazenar parte da matéria-prima em áreas cobertas; (b) realizar a cobertura do britador; (c) direcionar os funcionários para fabricação de artefatos de concreto e (d) realizar a manutenção preventiva nos equipamentos de reciclagem.

Figura 59 - Pilha de RCC, aguardando triagem no pátio na usina MG 1



Figura 60 - Pilha de AR molhado no pátio de armazenamento da usina MG 1



O período de tempo para manutenção e a indisponibilidade dos equipamentos de reciclagem (42,9%) apresentam variações conforme a usina: “A gente já parou por 20 dias para fazer manutenção de equipamento” (G 4) e “Ficamos praticamente 90 dias parados, por conta de uma quebra no rotor do britador. Causado por quê? Por um desgaste é excessivo. Foi uma falta de conhecimento nosso com relação ao equipamento” (G 8). A paralisação da produção de AR ocasionou acúmulo de RCC, nos pátios das usinas SP 2 (Figura 61) e SP 1 (Figura 62).

Figura 61 - Pilhas de RCC, aguardando reciclagem, na usina SP 2



Figura 62 - Crescimento de vegetação sobre pilha de RCC na usina SP 1



Isso pode ser observado na SP 4, única usina que buscou diminuir o tempo de paralisação das atividades em virtude da falta de peças de reposição, pois segundo G 8: “Hoje nós temos um programa com uma manutenção preventiva. [...] A gente tem tudo sobressalente pra que a gente possa operar de forma contínua”. Nesse contexto, somente G 1 relatou a realização de contrato para manutenção dos equipamentos das usinas de Belo Horizonte. Durante a visita, a usina MG 2 estava com a operação suspensa (Figura 63), devido a manutenção planejada pelo gestor, realizada por técnicos especializados (Figura 64).

Figura 63 - Equipamentos de reciclagem inoperantes na usina MG 2



Figura 64 - Realização de manutenção nos equipamentos da usina MG 2



Além da manutenção, cerca de 88,9% das usinas já trocou alguma peça ou equipamento de reciclagem, essencial a operação. De acordo com 66,7% dos gestores, as placas dos britadores e dos jogos de martelos dos moinhos são substituídas a cada trimestre ou semestre. Segundo G3 e G5, o desgaste dessas peças reduz a produtividade e a vida útil dos britadores e moinhos.

Em geral, os equipamentos ou peças mais substituídos relacionam-se à reciclagem e o transporte de agregados (martelos, correias, raspadores). A substituição faz parte da rotina operacional, visto que em algumas usinas os equipamentos possuíam um período de uso superior a dez anos. Na usina móvel SP 5, os conjuntos de equipamentos de reciclagem móveis foram substituídos duas vezes, visando o aumento da produtividade.

Em algumas usinas a substituição ou troca de equipamentos de reciclagem ocorreu em função da competitividade com o mercado de AN, dentre outros fatores listados na Tabela 47. No entanto, para G 6, a aquisição de equipamentos na SP 3, ocorreu para atender a demanda do mercado, após a identificação da necessidade de um novo produto – a brita graduada simples.

Tabela 47: Motivos para troca de equipamentos de reciclagem nas usinas, segundo gestores

Motivos apontados	f	%
Depreciação e/ou desgaste dos equipamentos	6	66,7
Aumento da demanda por AR na região	2	22,2
Demanda por AR com granulometrias diversificadas	2	22,2
Outro motivo	2	22,2
Novo sistema e/ou tecnologia para reciclagem	1	11,1

Verificou-se que as usinas SP 5 e MG 1 realizaram a expansão da calha do britador em virtude do aumento do volume da pá-carregadeira e do tamanho dos blocos destinados a reciclagem. Enquanto isso, a usina SP 6 está substituindo gradativamente todos os equipamentos, por meio de um projeto de pesquisa junto a FAPESP, para reaproveitar, nas olarias da região, o filer oriundo da lavagem da areia reciclada.

O uso de equipamentos projetados para o setor de mineração na reciclagem de RCC é comum em todas as usinas. Devido à fase inicial do mercado de AR, o desenvolvimento e a venda de equipamentos específicos para reciclagem de RCC está muito aquém do mercado de mineração, cuja cadeia produtiva encontra-se consolidada:

“O entulho tem outras características de granulometria, de absorção de água, formato das partículas, do grão. Tudo é diferente! [...] O cara fala: ‘O meu equipamento britador produz 20 t/h’. Com o que? Com pedra britada. Aí vem com o entulho ele só produz 5. Então, os fornecedores eles estão acostumados, são gabaritados para fornecer equipamentos para mineração, mas pro resíduo às vezes você tem que fazer certas adaptações” (G 4).

5.3.3.2 Agrupamento 2 – Linhas de produtos

Quanto à produção, 66,7% das usinas possuíam produtividade média inferior a 5.000 t/mês. Por sua vez, na linha de produtos constatou-se que 66,7% das usinas produzem apenas AR, enquanto que as demais agregam valor a esse material através da fabricação de artefatos em concreto, como blocos, piso e outros. A SP 3 possuía a maior linha de produtos dentre as usinas analisadas (Figura 65). Em contrapartida, a maioria das usinas priorizava a produção da bica corrida (Figura 66), em função do direcionamento do produto para uso em pavimentação.

Figura 65 - Peneira vibratória e correias transportadoras para produção de ARC na SP 3



Figura 66 - Produção de bica corrida na usina SP 4, em Guarulhos



Fonte: Nascimento (2007, p.7)

A produção de artefatos de concreto com AR ocorre pontualmente e em pequena escala nas usinas SP 1 (Figura 67 e Figura 68), MG 1 e MG 3, o que não atende a demanda de uma indústria como a ICC. Diante disso, observa-se uma oportunidade para ampliação da participação das usinas privadas nesse mercado, a partir da agregação de valor aos AR, por meio da produção desses artefatos. As usinas MG 3 (Figura 69) e MG 1 (Figura 70) fabricam blocos de vedação sem função estrutural com ARC, direcionados para as obras da Prefeitura, enquanto que os blocos de MG 3 são comercializados pela cooperativa Ecobloco.

Figura 67 - Fabricação de artefatos em concreto na usina SP 1



Figura 68 - Exemplos de alguns produtos da fábrica de artefatos em concreto em São José do Rio Preto



Figura 69 - Cooperativa de artefato em concreto Ecobloco, situada na usina MG 3



Figura 70 – Blocos de vedação com AR fabricados na usina MG 1 para obras públicas



Em relação à aplicabilidade dos AR produzidos nas usinas, os gestores apontaram diversos processos construtivos e materiais (Tabela 48). Atribui-se esse resultado a não visualização do potencial dos AR, tendo em vista que apenas 33,3% das usinas analisadas fabricam outros materiais com AR. Entre as outras aplicações dos AR (44,4%), os gestores citaram muro de contenção, urbanização de favelas, assentamento de guias de meio-fio e pisos intertravados.

Tabela 48: Aplicações dos AR produzidos nas usinas, segundo gestores

Aplicações citadas	f	%
Base e sub-base para pavimentação	9	100
Regularização de nível (aterros)	7	77,8
Argamassa	5	50
Bloco de vedação não estrutural	4	44,4
Concreto não estrutural	4	44,4
Outras aplicações	4	44,4
Artefatos pré-moldados em concreto	2	22,2
Bloco de vedação estrutural	1	11,1

Conforme G 1, a utilização de AR para cobertura de estacionamentos, em Belo Horizonte “*É um destino menos nobre, vamos dizer assim, mas de qualquer forma você está reaproveitando o material*”. Tal opinião é compartilhada por G 9 “*Esse material é muito nobre para ir pra pavimentação*”. Por outro lado, em Socorro, não há demanda de AR para essa aplicação porque “*Aqui ainda tem fartura de terra, você entendeu? Ainda tem muita gente que cava o barranco para tirar terra, para fazer cobertura de aterro (G 4)*”. Diante disso, verifica-se que as aplicações de AR podem variar, conforme a demanda de AN na região.

O aumento de produtividade da usina está relacionado ao período de seca segundo 77,8% dos gestores, enquanto que para os demais se relaciona a quantidade de empreendimentos em execução, como assegura G 9 “*Tendo obra, tem resíduo*”. O aumento da produtividade ocorre, principalmente, entre os meses de maio e agosto (Tabela 49).

Tabela 49: Relação de meses com maior índice de recepção de RCC e produtividade de AR, segundo gestores

Mês	Usinas									Frequência	Porcentagem
	MG 2	MG 3	MG 1	SP 6	SP 1	SP 3	SP 2	SP 4	SP 5		
Janeiro		x				x				2	22,2
Fevereiro		x				x				2	22,2
Março		x				x				2	22,2
Abril		x			x	x	x			4	44,4
Mai		x	x	x	x	x	x	x		7	77,8
Junho	x	x	x	x	x	x	x	x		8	88,9
Julho	x	x	x	x	x	x	x	x		8	88,9
Agosto	x			x	x	x	x	x		6	66,7
Setembro				x	x	x	x			4	44,4
Outubro					x	x	x		x	4	44,4
Novembro						x			x	2	22,2
Dezembro						x			x	2	22,2

Nesse período, a elevação na produção ocorre porque “*É o período mais produtivo em ambas as partes: você tem entulhos mais secos e o pedreiro trabalha com mais facilidade*” (G 4). Além disso, “*para não pagar a taxa do aterro, o cara toma cuidado e traz para gente um material mais limpo*” (G 1). Em contrapartida, G 6 enfatiza que a produtividade da SP 3 mantém-se constante, pois “[...] *o incentivo do Governo ele tem gerado a quantidade praticamente igual em todos os meses. Nós não tivemos crise na área de construção civil*”.

Ainda que 90,6% dos pesquisadores acredite que a caracterização das propriedades dos AR deve ser frequente, a maioria dos gestores não respondeu de forma clara a periodicidade e os tipos dos ensaios realizados nas usinas. Dentre os citados, está Absorção, Abrasão Los Angeles, Índice de suporte Califórnia, Ensaio de compactação e análise granulométrica.

Esse resultado foi justificado pelos gestores devido aos seguintes fatores: (a) os ensaios são realizados, esporadicamente, de acordo com a demanda para aplicação em uma obra pública e (b) os resultados dos ensaios são enviados para secretarias municipais e não se verificou indicativo de repasse de informações para os gestores. Somente a usina SP 3 possuía um arquivo com os ensaios para consulta.

A par disso, questiona-se como os gestores de usinas públicas ou privadas podem garantir o desempenho e a qualidade dos AR para os consumidores e/ou usuários? Assim sendo, acredita-se que o contexto atual deve ser modificado, tendo em vista a implantação de programas de controle de qualidade para inserção do material no mercado, bem como sua utilização para fabricação de artefatos em concreto.

Na opinião dos gestores, a falta de triagem no canteiro de obras é o fator que mais influencia a qualidade dos produtos fabricados na usina, visto que *“Uma triagem mal feita ou feita de forma inadequada vai causar baixa qualidade e comprometer a produção de agregado reciclado. Compromete a produção, comercialização e uso também”* (G 8). Nesse sentido, as medidas sugeridas para melhoria da qualidade dos AR (Tabela 50), implicam em ações além dos muros das usinas de reciclagem e, portanto, de difícil execução para os gestores das usinas, havendo necessidade de interação com outros agentes intervenientes.

Tabela 50: Ações sugeridas para melhoria da qualidade dos AR, segundo gestores

Ações citadas	f	%
Realização de triagem no canteiro de obras	6	66,7
Capacitação e conscientização dos operários	4	44,4
Implantação do PGRCC nos municípios	5	55,5
Parceria entre usinas, construtoras e SINDUSCON	2	22,2
Parceria entre Prefeituras e caçambeiros	2	22,2
Redução do tempo de triagem nas usinas	2	22,2

Em relação à comercialização dos AR, os gestores sugeriram medidas necessárias para sua inserção no mercado (Tabela 51), destacando-se a divulgação do produto com bases que garantam ao consumidor sua qualidade: *“Está faltando de cara mostrar que você produz um produto de qualidade”* (G 8). No que se refere ao processo e ao produto constatou-se que nenhuma usina possuía certificação ou selo verde, apresentando apenas o alvará de funcionamento e a licença ambiental expedidos em nível municipal.

Tabela 51: Ações sugeridas para inserção dos AR no mercado, segundo gestores

Ações sugeridas	f	%
Ampliar a divulgação sobre suas características e aplicações	5	55,5
Incentivar a entrada da iniciativa privada no mercado	3	33,3
Incentivar a compra de AR pelos municípios	2	22,2
Buscar melhoria contínua no processo produtivo	2	22,2
Investir em novas pesquisas sobre aplicações dos AR	2	22,2
Investimento do setor público	2	22,2
Produzir artefatos de concreto com AR	1	11,1
Valorização do fator preço dos AR	1	11,1

A divulgação de informação sobre as características e aplicações de AR deveria ser diferenciada, conforme o tipo de público. Quanto à divulgação das características dos para a população: *“Eu acho que tinha que ter uma divulgação maior disso, tipo seminários, feiras, voltada para este tipo de material”* (G 1). Quanto à exposição de informações técnicas para profissionais e projetistas da construção civil deveria ser ampliada, pois: *“Tanta gente faz*

mestrado e doutorado com isso e a informação não chega no pedreiro.[...] Falta de divulgação, a universidade falha" (G 9).

Os gestores da iniciativa privada (G 4, G 6, G9) enfatizaram a necessidade de incentivos e subsídios governamentais para inserção de AR e construção de novas usinas: *"Incentivo do governo, incentivo de construtoras, incentivo de pavimentadoras e assim por diante" (G 6).* Por outro lado, os gestores públicos (G 1, G2, G5, G7) indicaram a divulgação das atividades desenvolvidas nas usinas e a utilização de materiais reciclados em obras públicas para conscientização da população sobre a importância do gerenciamento dos RCC. Enquanto isso, os gestores das empresas de economia mista incentivaram a realização de novas pesquisas.

Nesse contexto, verifica-se uma margem de lucro elevada, quando se percebe que produzindo AR com qualidade há mercado consumidor. A par disso, G 5 destacou a possibilidade de lucro da iniciativa privada nesse negócio: *"Porque se eu fabrico um bloco em escala econômica a 35-40 centavos ele sendo vendido no mercado a 1,50 dá uma variação absurda de percentual".* Para que isso ocorra seriam necessários alguns condicionantes: *"Se tiver produção, qualidade, é num falta mais nada. É sério! E falta agregado, falta agregado no sentido que faltam usinas de reciclagem de entulho nas diversas cidades" (G 4).*

O planejamento para ampliação da capacidade produtiva ressalta a necessidade de relatórios periódicos contendo a variação do volume de resíduos recebidos, triados e reciclados pela usina. Essa análise colaboraria para a ampliação da capacidade produtiva e avaliação da produtividade, subsidiando estudos de viabilidade e diversificação de produtos. No entanto, durante a pesquisa, relatórios como estes não foram citados e/ou fornecidos pelos gestores.

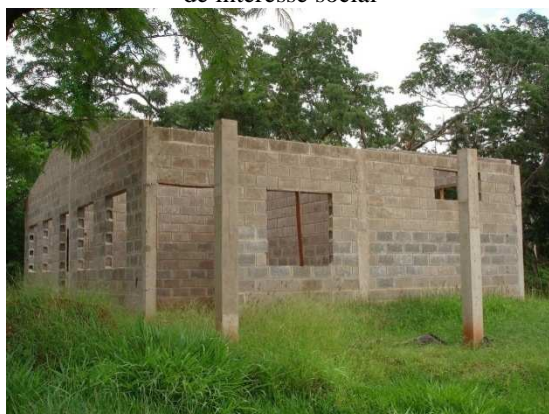
As ações referentes à ampliação da produção citadas anteriormente são relevantes na medida em que se considera a utilização dos AR, em larga escala, por outros setores da construção civil (Tabela 52). Nessa questão, permaneceu a ênfase no setor de pavimentação por que: *"Hoje no Brasil, de forma geral, você tem uma demanda muito grande pra pavimentação" (G 8)* e *"[...] pavimentação engole tudo. Você joga, é barato. Em vez de você jogar na beira do rio você joga na rua. Só que fica útil entendeu?" (G 9).*

A aplicação em pré-moldados (66,7%) condiciona-se ao uso de ARC: *"Vai ter um agregado de melhor qualidade, seja areia, brita. Qualquer coisa que produza com esse material vai ser de melhor qualidade" (G 4).* Por outro lado, a ampliação do uso necessita de *"[...] uma campanha de utilização de agregados reciclados, aonde você tenha a maior demanda para uso e aonde ele se aplica de uma melhor maneira, com relação as suas características" (G 8).*

Tabela 52: Setores da construção civil aptos ao uso, em larga escala, de produtos com AR, segundo gestores

Setores citados	f	%
Edificações interesse social	8	88,9
Edificações residenciais	8	88,9
Pavimentação	8	88,9
Elementos Pré-moldados	6	66,7
Edificações comerciais	4	44,4
Construção pesada	2	22,2

Em relação a habitações de interesse social, G 5 informou sobre o desenvolvimento de um projeto pela SP 1: “*Nós já estamos desenvolvendo uma residência, ecologicamente correta, feita exclusivamente com os materiais aqui produzidos que seria: o bloco e o contrapiso*”. Entretanto, para que isso ocorra, G 5 relatou a necessidade de ações da Prefeitura, bem como a formação de parcerias com construtoras e empreiteiras do setor. Durante a visita, observou-se que a edificação piloto estava em fase de construção na área dessa usina (Figura 71).

Figura 71 - Projeto piloto para construção de edificações de interesse social

5.3.3.3 Agrupamento 3 – Compradores e seu comportamento

As usinas públicas e as de economia mista possuem dois tipos de clientes: internos ou externos. Os clientes internos são formados pelas empreiteiras prestadoras de serviço para secretarias da Prefeitura, enquanto que os externos são os munícipes ou materiais de construção. A usina SP 3 possui clientes internos e externos (munícipes), enquanto que as demais usinas privadas possuem somente clientes externos. Os consumidores de AR podem, ainda, ser divididos em dois grupos: (a) clientes experientes – formados por construtoras ou empreiteiras que utilizam os AR em larga escala e (b) clientes principiantes – formados por munícipes que utilizam esporadicamente o material, devido ao preço reduzido.

Dentre os principais compradores ou usuários dos AR (Tabela 53), destacam-se as Prefeituras (77,8%), pois: “*Noventa por cento são obras públicas, são todas da Prefeitura do município e*

10% é comercializado” (G 1) e “Hoje o principal comprador nosso, é não digo comprador, mas o principal consumidor nosso é o próprio poder público” (G 7). Durante a pesquisa, as usinas privadas não conseguiam vender seus produtos para a administração pública.

Dentre as usinas públicas e de economia mista, a SP 4 desenvolve um programa inovador por meio de publicações e ações internas para conscientização e divulgação das características dos AR junto às secretarias do município, pois “A gente quer com esse programa aumentar a gama de utilização (dos AR), uma vez que a gente tem uma expectativa de aumento de produção e aumento na demanda de resíduos, também” (G 8, grifo nosso).

Os compradores de AR respondem por 100% da parcela de mercado das usinas (Tabela 53). Apenas nas usinas MG 2 e SP 3 foram relatadas outras situações. Na MG 2, a distribuição da produção obedecia à seguinte ordem: Prefeitura (90%), empreiteiros (8%) e munícipes (2%). A usina SP 3 destinava 80% da produção para clientes externos e 20% para clientes internos.

Tabela 53: Compradores e/ou usuários de AR, segundo os gestores

Compradores/usuários apontados	f	%
Prefeitura do município	7	77,8
Construtoras	5	55,5
Munícipes	5	55,5
Outros compradores	5	55,5
Materiais de construção	3	33,3
Prefeituras de municípios vizinhos	3	33,3
Empresas de terraplanagem	2	22,2
Aterro sanitário	2	22,2
Empresas de serviço de concretagem	2	22,2

Os gestores buscavam orientar os consumidores e / ou usuários quantos as dúvidas referentes às aplicações e limitações dos AR. As usinas SP 3 e SP 5 possuíam, respectivamente, um técnico e um consultor que especificavam os AR, conforme o uso e acompanhavam a aplicação na obra. Essa medida era necessária visto que “Nós temos que ter a venda, mas nós temos que ter a preocupação com a qualidade no nosso material que vai chegar lá” (G 6).

Em relação ao nível de satisfação quanto aos produtos comercializados pelas usinas, esses consumidores estão satisfeitos (55,5%) ou muito satisfeitos (44,4%). Tal satisfação, segundo os gestores associava-se aos seguintes aspectos dos AR: qualidade, preço reduzido, baixo impacto ambiental, assiduidade do cliente, conhecimento das características e divulgação do uso. Na prática, os gestores associavam o uso ao nível de satisfação, “Quando eles utilizam, conhecem o material e aprendem a trabalhar com ele, a satisfação é muito grande” (G 6).

Todavia, em SP 6 os munícipes possuíam preconceito quanto à identificação das obras com AR, pois acreditavam na diminuição do valor de venda de seus imóveis, como relata G 4: *“É se colocar vão falar que eu tô usando material de segunda, material velho, reciclado. E outra, o pessoal sabe que o material seu é mais barato”*. Porém, o preconceito inicial não impedia a continuidade do uso: *“Quem usa o difícil é você convencê-lo a usar a primeira vez, mas depois que ele usa, ele se torna um freguês regular”* (G 6). Em Guarulhos, G8 também citou um caso de rejeição do material: *“[...] no primeiro momento ele tem uma aversão, um pré-conceito na utilização, porque ele fala que aquilo veio de lixo”*.

Além disso, 66,7% dos gestores relataram a existência de reclamações dos consumidores referentes à cor do produto final, desempenho do material, variação da granulometria, plasticidade elevada e desconhecimento do usuário quanto à aplicação. Outra reclamação referia-se à falta de padronização sobre o nome do AR, que confunde os consumidores: *“A gente cria um nome para o produto, porque não tem o que fazer com ele e não bate com a pedreira. Ele compra pelo nome da pedreira”* (G 9).

5.3.3.4 Agrupamento 4 – Produtos substitutos

Cerca de 71,4% dos gestores relatou a existência de produtos substitutos na região da usina. No entanto, as alternativas como fibras de pneu, areia de fundição, pó de pedra e escória de aciaria ofereciam pouca ameaça. Por isso, acredita-se que os AR não competem diretamente junto aos produtos substitutos e aos AN, devido suas diferenças: preço, escala, restrições de uso e outros. Prova disso é que para 57,1% dos gestores as pedreiras situadas próximas às usinas de reciclagem conseguiam atender a demanda de agregados do mercado local.

No entanto, segundo G 1, as fontes de AN estão ficando cada dia mais distantes. Em SP 6, por exemplo, G 4 relatou que as fontes situam-se a 100 km de distância do município. As distâncias elevadas entre a fonte e o mercado consumidor colaboram para aumento de preço dos AN. Por isso, os gestores das usinas privadas visualizam possibilidades de ingresso dos AR no mercado: *“Só que eu quero a fatia de mercado (risos). [...] Porque na verdade, a produção que nós temos nós não estaríamos atingindo nenhuma pedreira”* (G 6).

Em SP 1 há oferta de areia, mas faltam outros AN, como brita e cascalho. Já em SP 4, ocorre o inverso *“A areia natural de rio ela está cada vez mais escassa e mais cara”* (G 8). Verificou-se que as pedreiras atendiam, parcialmente, a demanda dos municípios analisados, porém não se trabalhava em função da vida útil da jazida, a qual poderia ser prolongada a partir da substituição parcial dos AN pelos AR.

5.3.3.5 Agrupamento 5 – Crescimento

Em relação aos motivos que levaram a expansão da capacidade produtiva da usina, não se obteve um consenso, junto aos gestores, devido às diferentes realidades das usinas. Conforme 66,7% dos gestores existia planejamento para aquisição de equipamentos de reciclagem em um período médio de quinze meses. Essa expansão era impulsionada, principalmente, pelo uso de novas tecnologias de reciclagem (Tabela 54).

Tabela 54: Fatores influentes para a expansão das usinas de reciclagem, segundo gestores

Fatores apontados	f	%
Utilização de nova tecnologia para reciclagem	6	66,7
Melhoria no processo produtivo	4	44,4
Projetos futuros de ampliação da produção	4	44,4
Aumento da demanda por AR na região	3	33,3
Demanda por AR com características e granulometrias diversificadas	3	33,3

Os investimentos para manutenção e renovação dos equipamentos em usinas públicas dependem de ações estratégicas em nível municipal. Entretanto, observa-se que isso não é uma prática comum, por exemplo, na usina SP 2: *“A produção ela é a mesma de quando foi iniciada é o mesmo sistema. [...] O que nós não fizemos nesse período aí foi os investimentos, que deveria ser feito”* (G 7). Para G 7, a falta desse investimento ocorre *“talvez porque o poder público está aguardando a iniciativa privada entrar no ramo”*. Isso ocorre na usina SP 1, onde a aquisição de um sistema de peneiras *“vai aumentar nossa produtividade, nós vamos retirar praticamente 50% da terra”* (G 5), propiciando a redução do custo de produção.

Enquanto isso, as usinas privadas buscam alternativas para atender a demanda dos consumidores e, ao mesmo tempo, consolidar o mercado regional de AR. Na SP 5, segundo G 9 a aquisição de um conjunto de reciclagem móvel possibilitará a reciclagem de RCC na fonte geradora. De fato, o investimento em equipamentos na usina SP 3 significa que *“ao invés de eu ficar sofrendo com um mercado, de ficar procurando, olha serve essa pedra serve pra isso, serve pra aquilo, então nós vamos já dar um impacto diretamente vendendo o produto final”* (G 6), no caso da comercialização de artefatos em concreto.

Os gestores das usinas de Belo Horizonte destacaram a intenção da administração pública em readequar as usinas MG 1 e MG 3, bem como construir a quarta usina de reciclagem. Por outro lado, a renovação dos equipamentos em usinas de economia mista e privada mostra-se diferente. Em alguns casos a expansão das usinas é realizada sem a participação do gestor no projeto: *“A Prefeitura tem esse planejamento, agora eu tenho dúvida se isso é pra melhorar ou mudar realmente a usina”* (G 2).

Diante desse contexto, constatou-se que as usinas não apresentam semelhanças quanto à necessidade de aquisição de equipamentos (Quadro 31), já que isso depende do planejamento específico para expansão da capacidade produtiva em cada unidade, recursos disponíveis para investimento, bem como as limitações operacionais dos equipamentos existentes.

Quadro 31 - Planejamento para aquisição de equipamentos pelas usinas, segundo gestores

Tipos de equipamentos	Usinas								
	MG 2	MG 3	MG 1	SP 6	SP 1	SP 3	SP 2	SP 4	SP 5
Alimentador vibratório								X	
A ser definido conforme o mercado e o financiamento									X
Britador de mandíbula								X	
Classificador espiral / Lavador de rosca				X					
Conjunto de bomba e filtro				X					
Eletroímã								X	
Grelha de escalpe					X			X	
Prensa hidráulica para artefatos em concreto					X				
Rompedor elétrico								X	
Silo de armazenamento				X					
Transportador de correia				X					
Usina completa de artefatos de concreto						X			
Não respondeu	X	X	X				X		

Tendo em vista a redução do consumo de energia, a depreciação do britador e o aumento da produtividade de AR, os gestores das usinas SP 4, SP 5 e SP 1 pretendem adquirir uma grelha de escalpe. Esse equipamento promove a reciclagem somente das partículas maiores, enquanto que retém os finos pela grelha no início do processo, antes do britador.

Nesse contexto, verifica-se que a expansão da produtividade das usinas é indispensável, já que para 55,6% dos gestores a produção atual das usinas era insuficiente para suprir a demanda local. É importante ressaltar que algumas usinas públicas atendem, parcialmente, a demanda do município por bica corrida, devido sua proximidade aos centros urbanos.

As usinas privadas SP 3 e SP 6 atendem apenas ao município no qual estão instaladas, respectivamente, “*Porque o meu britador não suporta atender a região toda*” (G 6) e “*Porque os equipamentos são pequenos*” (G 4). Ainda que a produção seja limitada, G 4 acredita que a produção da usina contribui para redução da exploração dos AN da região. Por outro lado, existem posições otimistas em relação ao atendimento da demanda “*Veja, se*

trabalhar diuturnamente ela faz, porque nós estamos preparados pra fazer 300 (toneladas)” (G 5, grifo nosso), por turno de 8 horas.

A operação da usina em vários turnos seria uma alternativa para atender a demanda dos clientes internos e externos, como exemplo no caso da Prefeitura de Guarulhos; *“No ano passado (2008) foi 26 mil m³, a demanda de agregados reciclados [...] Hoje a nossa realidade é substituir pelo menos 60% dos agregados, por agregados reciclados”* (G 8, grifo nosso).

No entanto, ainda é limitada a produção de AR pelas usinas existentes, como na usina SP 5: *“Ela é pequena e a geração é muito grande. Isso não é nada, perto do que se gera (RCC) em São Paulo”* (G 9, grifo nosso). O não recebimento de RCC provenientes de bairros e municípios próximos à usina comprova a restrição da área de abrangência das usinas analisadas (Quadro 32). Por isso, o cálculo da demanda de AR das usinas, em nível municipal, deveria considerar alguns parâmetros propostos por G8, como crescimento econômico, expansão imobiliária e exigência da legislação municipal para consumo de AR.

Quadro 32 - Área de abrangência referente à recepção de RCC pela usina, segundo gestores

Usina	Área de abrangência
MG 2	Regional Noroeste, Barreiro e Oeste (aproximadamente 870 mil habitantes)
MG 3	Raio de 30km dentro da Regional
MG 1	Regional Pampulha, Venda Nova e Norte (aproximadamente vinte bairros e 580 mil habitantes)
SP 6	Município (perímetro urbano)
SP 1	Município
SP 3	Municípios de Americana, Nova Odessa e Santa Bárbara (aproximadamente 500 mil habitantes)
SP 2	Município de Piracicaba
SP 4	Relacionada ao número de PEV e desenvolvimento de obras pela Prefeitura
SP 5	Indefinida

5.3.3.6 Agrupamento 6 – Tecnologia de produção e distribuição

Em relação aos fatores influentes na variação do custo da produção e do preço de venda dos AR, todos os gestores destacaram o custo operacional e o aumento da produção mensal (Tabela 55). Essa fato pode ser observado no custo operacional da usina SP 4, em Outubro de 2009, que foi *“um custo de produção da ordem de 25 mil reais certo, e um uma produção da ordem de 1100 m³, a gente vai ter um preço girando aí, entorno de R\$22,00”* (G 8).

Tabela 55: Fatores influentes na variação do custo de produção e preço de venda dos AR, segundo gestores

Fatores apontados	f	%
Aumento da produção mensal da usina	7	77,8
Aumento do custo operacional	7	77,8
Aumento da taxa de depreciação dos equipamentos	5	55,6
Redução da oferta de matéria-prima	5	55,6
Troca de um equipamento de reciclagem	4	44,4
Grau de contaminação da matéria-prima	4	44,4
Aumento do preço do AN	4	44,4
Tipo de matéria-prima	3	33,3
Volume elevado adquirido pelo comprador	3	33,3
Granulometria do produto	2	22,2%
Não respondeu	2	22,2%

Conforme 57,1% dos gestores, o grau de contaminação da matéria-prima poderia influenciar no custo e no preço de venda (Figura 72): “*Quanto mais contaminado, mais mão de obra você tem que ter pra fazer a triagem e acaba influenciando o custo*” (G 4). Essa situação agrava-se, segundo G 5, devido à falta de conscientização de empresas transportadoras. Diante disso, as usinas privadas deveriam cobrar uma taxa para recebimento de RCC, visando incentivar a triagem no canteiro de obras. Pois, pressupõe-se que a gratuidade do serviço possa colaborar para o aumento do teor de contaminantes (Figura 73).

Figura 72 - Agentes contaminantes e RCC recebidos na usina SP 2**Figura 73 -** Agentes contaminantes recebidos junto aos RCC na usina MG 2

Além de provocar o aumento do custo operacional, esses contaminantes podem dificultar o uso dos AR, pois: “*Se eu reciclar um material impuro, com essas sujeiras, com certeza o pessoal não vai querer e a gente vai ficar com o material parado aí*” (G 7). Após a retirada, os agentes contaminantes podem ter os seguintes destinos: (a) armazenamento temporário em baias (Figura 74); (b) doação para cooperativas de catadores de materiais recicláveis (Figura 75) ou (c) envio para aterro.

Figura 74 - Baias para armazenamento de contaminantes na usina SP 4



Figura 75 - Área para armazenamento de resíduos recicláveis em SP 1



Tendo em vista a impossibilidade de registros fotográficos na usina SP 3, em Americana, observa-se a partir de Nascimento (2007), a existência de um sistema diferente para triagem. Nesse sistema, a triagem primária dos RCC ocorria na calha do alimentador vibratório (Figura 76), enquanto que a triagem secundária na esteira transportadora (Figura 77). Devido ao volume recebido e produzido, diariamente, pressupõe-se que esse sistema possa apresentar algumas limitações quanto à retirada de agentes contaminantes, bem como risco de acidentes de trabalho, em função da altura do britador e o volume despejado pela caçamba coletora.

Figura 76 - Realização de triagem primária dos RCC, por funcionários na usina SP 3



Fonte: Nascimento (2007, p.3)

Figura 77 - Realização de triagem secundária na correia transportadora na usina SP 3



Fonte: Nascimento (2007, p.5)

Outros fatores que influenciam o custo referem-se ao tipo e a vida útil do equipamento, pois segundo G 7: “A nossa máquina, como é uma máquina obsoleta, ela consome um pouquinho mais”. No entanto, esse acréscimo no custo não é considerado pela maioria dos gestores, visto que é difícil de ser mensurado. Soma-se a isso a paralisação da produção: “É que a gente tem uma manutenção e essa manutenção vai onerar o custo operacional” (G 7).

É importante destacar que as usinas privadas cobram pela recepção dos resíduos e não possuem custo advindo do sistema de extração da matéria-prima, contrário às demais

empresas de mineração de AN. Em alguns casos, segundo G 8, o valor recebido pela disposição dos RCC seria suficiente para cobrir o custo operacional. Como essas usinas comercializam AR e outros materiais recicláveis obtêm lucro de diversas fontes.

Apenas 44,4% dos gestores de usinas de economia mista e pública, afirmaram que não existe relação entre os preços dos AN e dos AR. Isso ocorre porque a maioria das usinas analisadas não comercializa os AR. No entanto, G 6 assegurou que em relação ao preço de venda “*Você trabalha meio junto com as pedreiras*”. Enquanto isso, para G 9, os preços poderiam ser influenciados por outras variáveis: “*Eu acho que não tem sentido, porque é escala*”. A troca de um equipamento de reciclagem (57,1%) influenciava somente as usinas privadas.

Ainda que não houvesse consenso entre os gestores sobre a relação entre os preços dos agregados naturais e reciclados (Tabela 56), constata-se variação elevada. Quanto às usinas privadas o preço pode variar segundo o tipo e a granulometria do AR. Prova disso é que G 9 discorda dos demais gestores ao afirmar que: “*Eu acho que não tem sentido porque é escala. [...] Como é que você vai comparar uma pedreira de 3000 metros com uma de 40 mil?*”.

Tabela 56: Relação entre os preços dos agregados naturais e reciclados nos municípios, segundo gestores

Usina	AN ⁽¹⁾ (R\$/m ³)	AR ⁽¹⁾ (R\$/m ³)	AN/AR
MG 2	30	8,5	3,5
MG 3	52	8,5	6,5
MG 1	n.d. ⁽²⁾	8,5	n.d.
SP 6	60	33	1,5
SP 1	70	9,5	7,36
SP 3	48	24	2
SP 2	32	20	1,6
SP 4	45	22	2,05
SP 5	17,1	11,4	1,5
Média	44,26	16,15	3,25

Notas: (1) Foram utilizados os preços médios informados pelos gestores.

(2) Informação não disponível.

Somente as usinas públicas e de economia mista possuíam subsídios da administração municipal para operação. Por outro lado, G 9 expõe sua opinião sobre a falta de alguma forma de incentivo junto às unidades privadas “*Não ao contrário, mete o imposto em cima*”. Na opinião de G 9 as usinas realizam uma atividade benéfica para o município, e por isso, deveriam receber algum tipo de benefício fiscal.

Diante do contexto, apenas 66,7% dos gestores acreditam que o aumento da produção promova a redução do custo operacional. Essa falta de consenso entre os entrevistados é

demonstrada por G 7: “*Mesmo que eu produza pouco o meu pessoal está ali, e seu não produzir nada?*”. Soma-se a isso a existência de custos operacionais fixos, como aluguel da área ou dos equipamentos, salários e benefícios dos funcionários.

Quando questionados sobre as medidas para contenção do material particulado e dos ruídos, originados durante a operação da usina, os gestores responderam de forma superficial. Ainda com relação aos impactos ambientais, notou-se que o consumo de água é elevado, devido à constante umectação (Figura 78 e Figura 79) dos pátios operacionais “*Então, em cada ponto estratégico a gente tem um aspensor, que fica mantendo a umidade, constantemente*” (G 2).

Figura 78 - Sistema de umectação das pilhas de RCC na usina SP 1



Figura 79 - Umectação de RCC para caçambas na usina SP 1



O tipo de espécies e a densidade da vegetação são variáveis entre as usinas (Figura 80). Em MG 3 (Figura 81), “[...] *o cinturão verde que a gente tenta quebrar tanto o impacto visual quanto o ruído*” (G 2). No entanto G 2, em outro momento da entrevista, se contradiz sobre a opinião dos moradores do entorno: “*Porque eles reclamam, costumam reclamar muito, mas por causa do barulho*”. Além do ruído dos equipamentos, existem àqueles provenientes do fluxo de veículos de carga e a movimentação da pá-carregadeira.

Figura 80 - Cinturão verde, ao fundo, da usina SP 1



Figura 81 - Cinturão verde escasso na usina MG 3



Os impactos ambientais causados em algumas usinas (MG 2, SP 3, SP 6, SP 1) não são perceptíveis à população, devido a sua localização em áreas afastadas dos centros urbanos. Por outro lado, nas usinas MG 3 (Figura 82) e SP 2 (Figura 83) o entorno é cercado de edificações, que podem sofrer interferência do fluxo de veículos e emissão de ruídos e de material particulado.

Figura 82 - Vista parcial das edificações situadas no entorno da usina MG 3



Figura 83 - Edificações situadas junto à entrada da usina SP 2



Ainda que as normas de segurança do trabalho recomendassem o uso de equipamentos de proteção individual (EPI), a maioria dos funcionários das usinas não possuía ou não o utilizava, durante a visita, apesar da seguinte afirmação: “*O que a gente obriga nosso funcionário a usar o equipamento de segurança: fone, capacete, essas coisas*” (G 7). O fornecimento de EPI para a visita ocorreu, somente, nas usinas SP 4 e SP 3.

A maioria das usinas utiliza energia elétrica em conjunto com óleo diesel para operação dos equipamentos. A viabilidade de fontes de energia alternativas para operação da usina, por exemplo, a energia solar, não foi confirmada por G 9 “*Tem que ser elétrica, porque são muitos motores que estão ligados e o sistema de transmissão ficaria muito caro*”.

A distribuição dos AR e artefatos de concreto pode ocorrer de diferentes formas. Segundo 44,4% dos entrevistados, o transporte é realizado por um veículo da própria usina, enquanto que para 66,6%, o transporte pode ser realizado tanto pelo veículo da usina quanto por uma prestadora de serviço contratada pelo cliente.

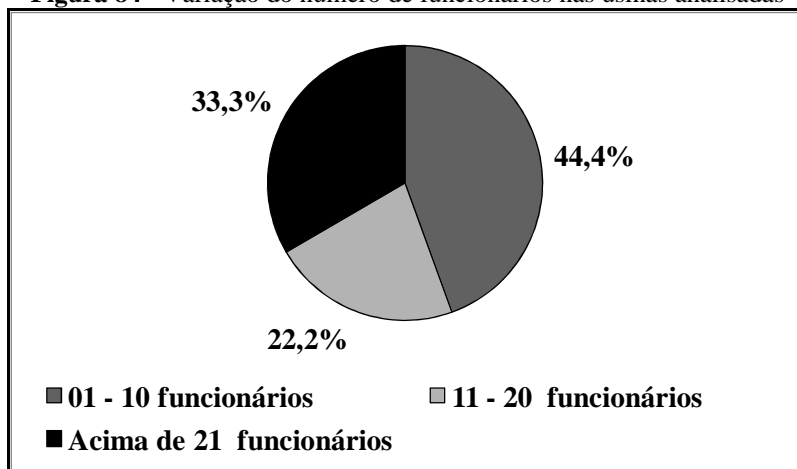
Na usina SP 4, o planejamento diário das rotas das caçambas coletoras colabora para redução do custo de transporte. Nesse sistema, as caçambas transportam AR provenientes das usinas para obras públicas próximas aos pontos de entrega voluntária (PEV), onde recolhem os RCC depositados pelos municípios. Além disso, há planejamento para o recolhimento periódico dos resíduos desses pontos.

A venda e/ou fornecimento de AR é calculada por meio do número de conchas da pá carregadeira, cuja capacidade em metros cúbicos varia conforme o fornecedor do equipamento. Além disso, o volume de material contido na concha pode variar, já que a mesma é controlada por diferentes operadores. Por outro lado, a venda de AR em pequenos volumes ocorre somente na usina SP 6: “Vendo 1 m³, até em saco eu vendo” (G 4).

Os procedimentos para retirada dos AR, conforme o tipo de cliente diferem entre as usinas públicas e as de economia mista. G 2 explica que os clientes internos, das usinas públicas, precisam apresentar um ofício com o endereço da obra e a assinatura do funcionário responsável pela solicitação do material. Enquanto isso, os clientes externos retiram o boleto para pagamento em instituições financeiras. Após a quitação, o cliente fornece uma cópia autenticada do boleto para o gestor, que autoriza a retirada do material.

O número de funcionários apresentou grande variação entre as usinas analisadas (Figura 84). Pressupõe-se que isso ocorra em função dos atributos de cada administração, bem como a meta de produtividade diária ou mensal de AR.

Figura 84 - Variação do número de funcionários nas usinas analisadas



A partir de uma lista preliminar, os gestores apontaram a quantidade de funcionários distribuídos nos cargos e setores das usinas (Quadro 33). Esses funcionários eram contratados por empresas terceirizadas ou pertenciam ao quadro funcional da Prefeitura. O inspetor e a equipe de triagem tinham como função aceitar ou recusar a recepção de RCC na usina, conforme o grau de contaminação.

Na usina SP 5, a triagem é terceirizada e os funcionários são responsáveis pela coleta do aço proveniente do desmonte das estruturas de concreto armado. A produção desses funcionários, segundo G 9, equivale a um contêiner de 20m³ de aço, durante um ou dois dias.

Quadro 33 - Distribuição dos funcionários das usinas por setor ou cargo, segundo gestores

Setor/Cargo	Usinas								
	MG 2	MG 3	MG 1	SP 6	SP 1	SP 3	SP 2	SP 4	SP 5
Administração	2	1	-	2	2	5	1	-	2
Encarregado	1	1	1	-	1	5	-	1	-
Operador de britador	1	1	2	1	-	8	2	1	2
Triagem	6	6	10	1	-	20	-	3	1
Auxiliar de serviços gerais	-	3	2	-	19	-	-	1	-
Vigilante/Inspetor	2	1	1	-	-	-	-	1	-
Técnico mecânico	-	1	1	-	-	-	-	-	-
Motorista	-	-	-	1	-	3	-	-	-
Operador de máquinas	-	1	-	-	-	6	1	-	-
Estagiário	-	-	1	-	1	-	-	-	-
Total	12	15	17	-	23	52	4	7	5

Diante da diferença exposta entre as usinas quanto ao número de funcionários, acredita-se que o uso de equipamentos de reciclagem eficientes e com alta produtividade reduza a necessidade de mão de obra. Os funcionários, indispensáveis ao processo, devem ser altamente qualificados, tendo em vista o controle da qualidade do produto e para evitar a reciclagem dos agentes contaminantes em quantidades superiores a 3%.

De acordo com 88,9% dos gestores, os funcionários são motivados a sugerir melhorias para o processo produtivo. Entretanto, a motivação ocorre de forma espontânea, já que não se observa a existência de reuniões: “*Tipo assim, a gente deixa, dá uma abertura pra pessoa participar*” (G 1). Em contrapartida, nas usinas MG 1 e SP 4, os gestores buscam conhecer as dificuldades da produção por meio de reuniões periódicas.

Nas usinas de Belo Horizonte, os gestores relataram que os novos funcionários são treinados por funcionários com maior experiência, e não por técnicos. Todavia, os processos de qualificação e capacitação são fundamentais para reduzir a quebra de equipamentos e o tempo ocioso dos funcionários: “*Habilitar o sujeito a não deixar encravar pedra, não deixar rasgar correia com ferro, entupir peneira pra dar poeira*” (G 9).

Não se verificou entre os gestores planejamento para ascensão profissional dos funcionários. Apenas G 6 descreveu que um plano de carreira, para fornecer benefícios aos funcionários, conforme o tempo de serviço. Contudo, ações como essas são importantes, uma vez que a qualidade do produto final depende, em parte, dos funcionários que: “*É um trabalho bruto e o sujeito tem que ter a habilidade*” (G 9).

5.3.3.7 Agrupamento 7 – Marketing e vendas

Aproximadamente 66,7% das usinas realizam propaganda, institucional ou comercial em diferentes veículos de comunicação, para divulgação de seus produtos e atividades. As usinas privadas utilizam a propaganda para ampliar o mercado consumidor, enquanto que as públicas buscam conscientizar a população sobre a importância do gerenciamento de RCC. Os veículos de comunicação para a propaganda são diversos (Tabela 57).

Tabela 57: Veículos de comunicação usados para divulgação dos produtos pela usina, segundo gestores

Veículos citados	f	%
Cartaz	4	44,4
Revista técnica	4	44,4
Site	4	44,4
TV	4	44,4
Jornal impresso	4	44,4
Folder	3	33,3
Rádio	2	22,2
Outro meio de comunicação	2	22,2
Outros veículos	3	33,3
Não respondeu	2	22,2

Além da propaganda, outras ações são realizadas por algumas usinas. Durante a divulgação das ações nos bairros, promovidas pela Prefeitura de Guarulhos, um funcionário da usina SP 4 explica para crianças e adultos o processo de reciclagem de RCC, por meio de uma maquete. Nesses eventos também há distribuição para os participantes de folhetos explicativos sobre as atividades da usina, em conjunto com pequenas amostras de AR.

Em relação aos veículos de comunicação (Tabela 58) que atraem mais clientes (usinas privadas) e visitantes (usinas públicas), destacam-se os programas de televisão (33,3%), como relata G 5: “*Sem dúvida a televisão foi o carro chefe*”. Contudo, nem sempre esse tipo de propaganda, promove a expansão da comercialização de agregados nas usinas privadas:

“Eu não sei se pro negócio em si, de venda de material reciclável não, mas pra atividade sim. Muita gente veio através disso. [...] Porque na televisão passa aquele negócio, e todo mundo acha que o cara está reciclando entulho e está ganhando, parece que está ganhando mundos e fundos de dinheiro” (G 4).

Dentre outras ações desenvolvidas para divulgação dos produtos, destaca-se o estabelecimento de parcerias entre a usina SP 3 e seus clientes: “*O Supermercado Dia aqui em Americana, eles utilizaram o nosso material e eles deixaram que nós colocássemos a placa, então esse retorno foi muito grande. O pessoal lia e já houve interesse*” (G 6).

Tabela 58: Veículos de comunicação com maior retorno de clientes ou usuários, segundo gestores

Veículo citados	f	%
Programa de televisão	3	33,3
Recomendação de outros clientes	2	22,2
Realização de treinamentos	1	11,1
Participação em feiras e seminários	1	11,1
Recomendação de empresas transportadoras	1	11,1
Site da usina	1	11,1
Conhecimento da empresa	1	11,1
Estabelecimento de parcerias	1	11,1
Não respondeu	3	33,3

Além dos canais convencionais para divulgação, algumas usinas possuíam sites na *internet*. As usinas públicas e de economia mista utilizavam-se, respectivamente, dos portais das Prefeituras e das empresas, enquanto que as usinas privadas possuíam uma página específica para divulgação de seus produtos e atividades.

5.3.3.8 Agrupamento 8 e 16 – O mercado e suas características

Não se verificou, entre os entrevistados, comparação entre preços de venda de AR no mercado. Isso pode ocorrer devido à distância entre as usinas e a demanda por alguns tipos específicos de AR em cada município. Dentre os gestores, somente G 6 demonstrou conhecimento sobre a realização de pesquisa de mercado de AR no Estado de São Paulo.

Ainda que todos os gestores acreditassem na ampliação da atual demanda por AR, existem divergências quanto às causas desse aumento. Para 33,3% dos entrevistados, tal aumento ocorrerá devido à conscientização ambiental dos munícipes, bem como a competitividade entre os preços dos AN e AR. Soma-se a isso o apelo ambiental associado ao material, pois *“Ajudando o meio ambiente, material com qualidade e com média de 50% mais barato, não tem porque o mercado não aderir a isso”* (G 6).

Para G 1, o aumento da demanda por AR propiciará, também, a melhoria do processo de reciclagem e da qualidade do produto final: *“Daqui a um tempo você vai ter um material mais cinza, mais classificado e os equipamentos mais elaborados”*. Além disso, outro benefício citado por G2 refere-se à ampliação da vida útil dos aterros sanitários. No entanto, vários condicionantes podem influenciar a operação futura dos mercados de agregados naturais e reciclados no Brasil (Tabela 59). A inclusão da iniciativa privada (71,4%) é necessária, tendo em vista sua habilidade no gerenciamento e a disponibilidade de novos investimentos a curto e médio prazo, para manutenção dos equipamentos e ampliação da produtividade.

Tabela 59: Condicionantes para operação dos mercados de agregados reciclados e naturais, segundo gestores

Condicionantes apontados	f	%
A partir do investimento do capital privado	5	71,4
A partir da implantação de pólos de reciclagem em diferentes regiões do Brasil	4	57,1
A partir do investimento do capital público	3	42,9
Outra opinião	3	42,9

Em relação aos capitais para investimento em novas usinas, somente G 1 sugere o modelo de PPP: *“O público, ele entra consumindo e fazendo ensaios, mostrando a resistência”*. Por outro lado, G 4 manifesta-se contrário ao gerenciamento público: *“O poder público não tem que montar usina[...] A maioria das usinas que eu conheço públicas estão paradas ou já pararam ou vão parar, por conta de n problemas”*.

A partir do conhecimento das propriedades dos AR, para aumentar o mercado G8 propõe a inserção de AR na composição de AN, desde que *“Se eu adicionar 20% de agregado reciclado no agregado natural, o meu cliente não vai sentir essa diferença, porque eu tenho controle de qualidade do agregado reciclado”* (G 8). Dentre àqueles que citaram outras opiniões, destaca-se G 6, pois: *“O que falta é a ajuda do governo, incentivo fiscal porque você tem que pagar impostos. Você está fazendo um trabalho é de limpeza na cidade”*.

Para a maioria dos gestores (71,4%), a operação conjunta dos mercados de agregados naturais e reciclados ocorrerá entre médio e longo prazo, correspondendo ao período entre seis e dez anos. Porém, a coexistência desses mercados, a partir dos investimentos da iniciativa privada, pode ser imediata: *“[...] a gente acredita que vai proliferar em 2 anos, pelo menos mais 50 empresas dessa no Brasil”* (G 4), e de forma regional, *“Talvez não 100% em nível nacional, mas ele vai estar muito melhor estruturado”* (G 9).

No que diz respeito à operação conjunta desses mercados, G 9 relata a existência de um mercado clandestino de AR, organizado por empresas de demolição que reciclam e vendem AR, no Estado de São Paulo, sem controle de qualidade ou emissão de nota fiscal. Para esse gestor, isso pode trazer prejuízos ao desenvolvimento do mercado legal: *“Então, o sujeito que tem o britador, tem que aprender a vender. Agora é tudo irregular. [...] Isso é problema do processo de regularização que nós estamos vivendo hoje”* (G 9).

Os custos de produção dos AR nas usinas analisadas são baseados nos fatores que influenciam seu processo produtivo, como volume produzido, número de funcionários das usinas, impostos, energia, água, luz, telefone, *internet*, combustível, empresa de vigilância e outros. Nas usinas SP 1 e SP 6, não há diferenciação no custo de produção dos agregados tipo bica

corrida e areia reciclada, já que *“A gente faz um custo médio. Lógico, quanto menor for pensar em granulometria, mais caro vai ficar”* (G 4).

O custo da produção de agregados, na usina SP 3, encontra-se em fase de levantamento, apesar de se tratar de uma usina privada. G 9 enfatiza que esse custo depende da escala de produção: *“Vai depender da escala, mas dados que eu tenho vão de 5 a 9 reais por tonelada. Isso numa escala que se considera 50 toneladas por hora”*. Segundo G 6, a variação do custo, também altera os preços de venda dos AR conforme o tipo, granulometria, capital predominante na usina e custo do frete.

5.3.3.9 Agrupamento 9 – Fornecedores

O aumento da demanda por AR ocorrerá em função de uma série de condicionantes que impactam o ambiente natural e o ambiente construído (Tabela 60). Dentre estes condicionantes, 55,5% dos gestores destacam a conscientização ambiental ou a elaboração de políticas para desenvolvimento sustentável. Isso ocorrerá porque *“os agregados naturais tão ficando mais escassos, mais caros e mais longe de se buscar”* (G 4).

Tabela 60: Condicionantes necessários para aumento da demanda por AR, segundo gestores

Condicionantes apontados	f	%
Conscientização ambiental	5	55,5
Política de desenvolvimento sustentável	5	55,5
Potencial de aplicação como material de construção	4	44,4
Redução da oferta de agregado natural	3	33,3
Crescimento do setor da construção civil	3	33,3
Redução do impacto ambiental	2	22,2
Escassez de áreas para destinação final	2	22,2
Legislação ambiental eficaz	2	22,2
Custo competitivo	2	22,2
Crescimento populacional	1	11,1

O crescimento populacional, apesar de pouco expressivo, é importante para aumento da demanda, visto que *“a tendência é aumentar, na medida em que a construção civil começa a se aquecer mais”* (G 5). Nesse sentido, a intervenção do governo torna-se indispensável: *“O que falta é, talvez, o poder público viabilizar essa demanda pra iniciativa privada poder investir nesse mercado”* (G 7). Somam-se a isso, a economia e a sustentabilidade associados ao uso de AR: *“Ajudando o meio ambiente, material com qualidade e com média de 50% mais barato, não tem porque o mercado não aderir a isso”* (G 6).

Na opinião dos gestores, dentre os principais fornecedores de resíduos para as usinas (Tabela 61), destacam-se às construtoras (77,8%) e as empresas transportadoras de resíduos (66,7%). Os diversos fornecedores devem ser conscientizados sobre as características e a qualidade dos resíduos destinados às usinas. No caso das empresas transportadoras, a conscientização deve ocorrer, também, junto aos geradores: construtoras ou municípios.

Na prática, nas usinas MG 2 e SP 6, respectivamente, G 1 e G 4 recebem, gratuitamente, resíduos com teor de contaminação inferior a 10% e volume superior a 2m³, provenientes de municípios. De forma semelhante em SP 2, G 7 permite essa disposição por empresas transportadoras. Contudo, isso não ocorre em SP 1 “*Porque aí eu estrago o negócio dos caçambeiros e entro em conflito com a associação*” (G 5). Enquanto que na maior parte das usinas a disposição é gratuita, as usinas SP 3 e SP 5 cobravam, respectivamente, R\$ 16,00/caçamba com quatro metros cúbicos e R\$ 100,00 o caminhão.

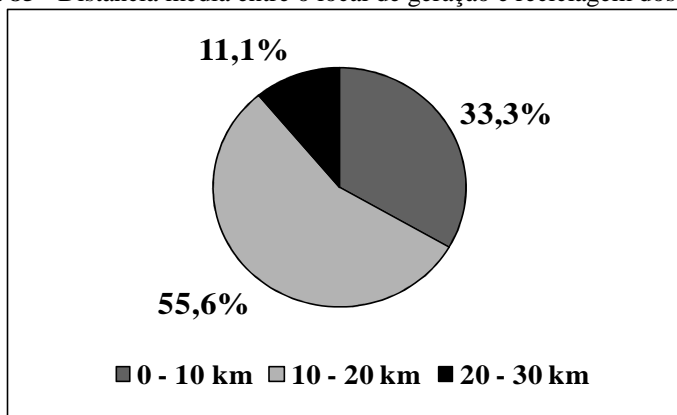
Tabela 61: Fornecedores de matéria-prima para as usinas de reciclagem, segundo gestores

Fornecedores citados	f	%
Construtoras	7	77,8
Empresas Transportadoras de RCC	6	66,7
Prefeitura Municipal	5	55,5
Outro fornecedor	5	55,5
Empresas de demolição	4	44,4
Empresas de Limpeza Urbana	2	22,2

Quanto ao resíduo recebido em maior quantidade, 66,7% dos gestores destacaram o resíduo tipo misto, seguido pelo resíduo cerâmico. Exceto G 9, já que a usina SP 5 recebe, exclusivamente, resíduos de concreto. No caso do resíduo de madeira “*Vem misturado, mas vem muita madeira a gente recebe*” (G 1) encontra-se dentro do teor de contaminantes, permitido por cada usina.

Em SP 1, os resíduos de madeira das usinas e os provenientes da limpeza urbana (podas e galhos) são recolhidos por meio de um convênio com uma empresa local: “*A usina de Serradinho pega isso e faz o cavaco e o pó de serra, coloca no seu sistema de co-geração de energia, onde funciona, junto com o bagaço de cana*” (G 5).

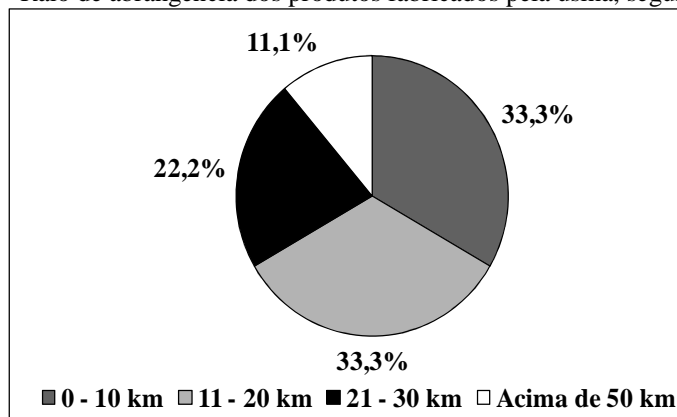
Verificou-se que as distâncias entre os locais de geração dos resíduos e as usinas são variáveis (Figura 85). Nesse contexto, observa-se que a usina de reciclagem torna-se um ponto de atração para instalação de empresas de transporte de RCC, já que a disposição é gratuita nas usinas públicas, pois a distância média entre os fornecedores e a usina equivale a 13,5km.

Figura 85 - Distância média entre o local de geração e reciclagem dos resíduos

5.3.3.10 Agrupamento 10 – Canais de distribuição

A venda de AR por outros canais de distribuição, como materiais de construção, foi relatada por poucos gestores. Na SP 3 essa comercialização ocorreu no passado, porém estava suspensa. O desinteresse dos proprietários de materiais de construção associa-se à redução das vendas de outros materiais, pois *“Como é para assentamento, o pedreiro sabe que ele usa menos cal. Se ele vender areia, ele vai vender mais cinco sacos de cal, se ele vender o meu agregado reciclado, não vende a cal”* (G4). Diante disso, a usina SP 5 contratou um consultor para venda e assessoria técnica de clientes, *“Na verdade, o consultor ele tem uma participação muito ativa nas obras e ninguém faz prédio hoje sem o consultor”* (G 9).

Em relação ao raio de abrangência dos AR e demais produtos fabricados nas usinas (Figura 86), verificou-se que grande parte encontra-se entre 1 e 20 km (66,6%), o que pode indicar o atendimento da demanda, em nível municipal, excluindo, assim, a possibilidade de uso ou comercialização em outros municípios próximos à região da usina.

Figura 86 - Raio de abrangência dos produtos fabricados pela usina, segundo gestores

5.3.3.11 Agrupamento 11 – Inovação

Cerca de 66,7% dos gestores relataram ações para inovação em processos, destacando-se treinamento e melhoria do clima organizacional: “*Capacitação e treinamento, isso foi uma grande inovação da mão de obra que tem na usina*” (G 8). Conforme G 3, as mudanças referem-se à melhoria do convívio com as empresas transportadoras de resíduos e a sensibilização dos funcionários para o trabalho em equipe.

Dentre as inovações em produto, na usina SP 6 (Figura 87), inicia-se o reaproveitamento do resíduo da lavagem (Figura 88) pela indústria cerâmica, proveniente da produção em escala piloto de areia reciclada lavada (Figura 89). Por outro lado, na SP 3 o peneiramento da bica corrida produz areia de cava e brita graduada simples (BGS).

Figura 87 - Piloto do primeiro sistema de lavagem de areia reciclada no Brasil



Figura 88 - Resíduo cerâmico originado na lavagem de areia reciclada



Figura 89 - Pilha de areia reciclada lavada para comercialização



Com relação à inovação em produto e processo, concomitantemente, constata-se que a usina SP 5 recebe somente resíduos de demolição de estruturas e pavimentos em concreto, provenientes das obras do Rodoanel de São Paulo. Além disso, essa é uma usina do tipo móvel, que pode ser transportada sobre caminhão e operar em locais desprovidos de infraestrutura, pois independe de energia elétrica para funcionamento (Figura 90 e Figura 91).

Figura 90 - Vista da usina de reciclagem móvel SP 5 preparada para operação



Fonte: SERVIÇOS... (2011)

Figura 91 - Reciclagem de concreto pela usina SP 5 em Jundiaí, São Paulo



Fonte: FOTOS... (2011)

Verifica-se falta de concordância entre os gestores sobre a melhor tecnologia para reciclagem, uma vez que “*Eu defendo a utilização de britadores de mandíbula em usinas de reciclagem e existem pesquisadores e empresas, que defendem a utilização de britadores de impacto*” (G 8). Contudo, àqueles que responderam à pergunta demonstraram preferência pelo britador de mandíbula (33,4%); britador de impacto e moinho de martelo (11,1%).

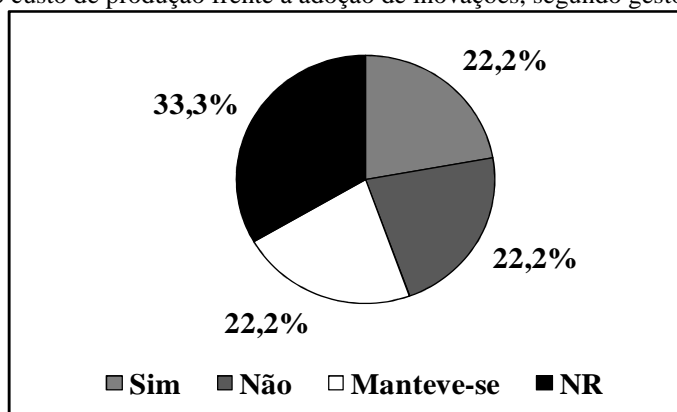
G 4 e G 8 atribuem esses resultados à algumas características do britador de mandíbula: melhor relação custo inicial versus redução das despesas com manutenção e maior nível de eficiência na redução da granulometria. O britador de mandíbula é utilizado na produção da bica corrida - material produzido em larga escala nas usinas da pesquisa. Segundo G 9, o tipo de equipamento pode variar em função de sua vida útil e do mercado:

“Britador de impacto você não acha britador velho no mercado, não temos tradição de uso dessa máquina. Então, nós começamos a usar britador de mandíbula, por que isso você acha em qualquer esquina. O mercado de britador de mandíbula no Brasil é de 100 anos atrás e as máquinas não tem fim”.

A aquisição desses equipamentos de reciclagem pode ocorrer em função dos recursos disponíveis ou da influência do representante: “*Todo mundo quer vender britador de impacto. [...] O que mais fornece equipamento de reciclagem é a Maqbrit e eles querem vender de impacto*” (G 4). Isso ocorre porque “*Eles (os compradores) aceitam e os argumentos são tão óbvios e não é caro. É mais barato que mandíbula, quando novo*” (G 9, grifo nosso).

Dentre as usinas que inovaram, em processo ou produto, G8 destaca que o treinamento dos funcionários da SP 4 aumentou o envolvimento entre as equipes de trabalho, reduzindo o índice de quebra de equipamentos. G8 e G9 concordam que a capacitação dos funcionários colabora para a redução do tempo ocioso e, conseqüentemente, aumento da produtividade da usina. Contudo, não há consenso entre os gestores sobre a redução dos custos operacionais da usina em função da adoção de inovações em processo ou produto (Figura 92).

Figura 92 - Redução do custo de produção frente à adoção de inovações, segundo gestores



5.3.3.12 Agrupamento 12 – Concorrentes

Os gestores das usinas públicas e de economia mista não acreditam na concorrência entre os agregados naturais e reciclados, visto que se trata de uma situação futura, a partir de investimentos da iniciativa privada e a redução da produção de AN: *“Eu acho que talvez diminua a produção da brita natural e a brita reciclada entre nesse nicho, nesse mercado”* (G 7). Tal concorrência é observada, somente, pelos gestores das usinas privadas (33,3%).

A concorrência, entre esses agregados, pode ser influenciada por estratégias de publicidade e pela diferença de preço, segundo G 6: *“Eu acredito que preço é o primeiro não tenha nem dúvida. O segundo você vai por qualidade”*. Em contrapartida, para G 9, a produção das usinas privadas não concorre com a produção das pedreiras, pois *“Se não tiver oferta não tem que preocupar com preço, com nada”*.

5.3.3.13 Agrupamento 13 – Meio Social, Político e Legal

De acordo com 56,6% dos gestores, existe preconceito por parte de munícipes quanto ao uso de AR. Para os demais gestores, aos poucos esse preconceito é vencido pela mudança de comportamento dos consumidores: *“Todos que eu converso, pelo contrário o pessoal fica: ‘Nossa!! É verdade? Então posso usar, posso fazer isso?’”* (G6).

Por outro lado, o preconceito pode ser causado devido ao desconhecimento das características dos AR, como relatam G 4 e G 9, respectivamente: *“Mas tem pedreiro que não usa, ele nunca experimentou o material e ele fala: ‘Olha esse material não presta, esse material é ruim’”* e porque *“RCC, ainda é lixo na cultura do brasileiro”*. Verifica-se receio, por parte dos empreendedores, na divulgação da aplicação de AR em edificações residenciais de alto padrão, como no condomínio construído em Guarulhos: *“A Setin é um caso emblemático do mercado, que não teve muita divulgação porque é um negócio muito comercial, e se teve medo que pudesse prejudicar um pouco a imagem da qualidade da habitação”* (G 9).

Em relação ao uso dos AR pelas Prefeituras, ocorrem situações similares nos municípios de Socorro e Americana, respectivamente: *“Montamos um britador com a intenção de comercializar esse agregado para a Prefeitura, não conseguimos até hoje”* (G 4) e *“É cômodo você usar um material que vem há anos sendo trabalhado[...]Então não é uma resistência é a comodidade!”*(G 6).

Em relação ao tipo de público visitante, os gestores destacaram, conforme a frequência: (a) 1º lugar, funcionários de Prefeituras e estudantes (nível médio e técnico) e (b) 2º lugar, estudantes universitários e empresários. Em 66,7% das usinas, a quantidade média de

visitantes, por mês, está entre 1 e 20; em 22,2% das usinas entre 21 e 40, e em 11,1% das usinas entre 50 e 70 visitantes. Entretanto, somente as usinas MG 3 e SP 1 possuíam controle da quantidade de visitantes correspondendo, respectivamente, a 4.556 e 2.000. Para esses gestores, esses números não expressam o valor real, já que muitos visitantes não registram a presença ou são desconsiderados durante a contagem mensal.

As usinas SP 5 e SP 1 são visitadas com frequência por empresários, segundo G 9 e G 5, respectivamente: “*Os empresários são em primeiro lugar, gente que o vendedor leva pra conhecer*” e “*Estão vindo muitos empresários junto com a Prefeitura*”. Essas visitas podem motivar os empresários para implantação de usinas. Diante disso, verifica-se que os visitantes possuem objetivos específicos em relação à usina (Quadro 34).

Quadro 34 - Relação entre os tipos de visitantes e seus objetivos durante a visita as usinas

Tipo de visitante	Objetivo estimado
Funcionários públicos	Visita técnica, seguida de reunião com o gestor, visando implantar um modelo similar em sua cidade de origem.
Empresários	
Estudantes (em geral)	Visita técnica, seguida de entrevista, visando obter dados para realização de trabalho acadêmico.
Pesquisadores	Investigação das características operacionais, AR ou RCC, visando à elaboração de trabalho científico.
Jornalistas	Elaboração de reportagem para veículo de comunicação em nível regional ou nacional.
Municípios	Visita devido à curiosidade sobre o funcionamento da usina.

O elevado número de visitantes provocou mudanças em algumas usinas privadas. Em uma usina de São Bernardo do Campo, por exemplo, para realização da visita durante duas horas existe a cobrança de taxa de R\$ 150,00/pessoa. Por outro lado, G 6 restringiu o número de visitantes, pois “*Se eu fosse autorizar todas as visitas eu não trabalharia*”. Essa restrição visa garantir a segurança dos visitantes na área operacional:

“Então uma movimentação de 200 caminhões aqui, diariamente, fora terceiros, fora carretas e fora o maquinário que eu tenho: retroscavadeira, pá carregadeira, esteira. É um ambiente que você tem que ter muito cuidado, não é simplesmente chegar e ir visitando” (G 6).

O planejamento para criação de uma associação de usinas de reciclagem, incluindo estudos de viabilidade, foi citado pelos gestores G 6 e G 9. Quando indagados sobre a existência de legislação referente ao gerenciamento dos RCC e uso dos AR, grande parte dos gestores não soube informar as características desses instrumentos, em nível municipal. Em Guarulhos e Americana, conforme G 8 e G 6 respectivamente, existiam decretos que recomendavam o uso de um percentual dos AR em obras públicas.

5.3.3.14 Agrupamento 14 – Meio Macroeconômico

Em relação à produção das usinas, a recente crise econômica mundial não alterou a produção, segundo 77,8% dos gestores, devido à continuidade de programas governamentais de infraestrutura, habitação e redução do ICMS de materiais de construção. Ao contrário, esses fatos impulsionaram a construção civil: *“Em 2008 foi o ano em que mais recebemos em toda história do nosso tempo de reciclagem”* (G 1), e devido a isso *“[...] nós tivemos até que limitar o número de recepções aqui, devido a falta de espaço”* (G 2).

Por outro lado, nesse mesmo período, segundo G 4, houve redução na quantidade de caçambas coletoras alugadas em sua empresa de transporte. Essa situação foi impulsionada pelo uso de meios inadequados para transporte e disposição de RCC, visto que: *“O cara tem um trator ou tem um caminhão que está parado ou tem um amigo que faz um preço mais barato. Como não tem uma regulamentação, cada um joga onde quer”* (G 4).

Na opinião dos gestores, o sucesso de uma usina depende de vários fatores (Tabela 62), destacando-se a aquisição de equipamentos eficientes, operados por funcionários treinados. Para G 6 *“[...] ela depende de vendas em primeiro lugar”*. Somam-se a isso: *“Conhecer os geradores de resíduos, saber a quantidade e a qualidade do que esses geradores vão entregar na usina. [...] saber quem são os usuários, quanto eles vão consumir, como abordar esses usuários pra vender a idéia da utilização de agregados reciclados”* (G 8).

Tabela 62: Características de usinas bem sucedidas, segundo gestores

Características apontadas	f	%
Controle das variáveis intervenientes no processo produtivo	7	77,8
Utilizada de equipamentos de reciclagem modernos	5	55,6
Capacitação contínua dos funcionários	4	44,4
Produção de materiais com qualidade comprovada	4	44,4
Controle das emissões (ruídos e material particulado)	2	22,2
Estabelecimento de parcerias	2	22,2
Aumento da participação no mercado consumidor	2	22,2

Em relação ao planejamento estratégico das usinas, conforme G 4, G 7 e G 8 essas ações referem-se à readequação e aquisição de equipamentos de reciclagem, bem como aumento da produção e diversificação de produtos. Essas medidas visam atender o aumento da demanda: *“Porque o município precisa muito disso e o que a gente produz não é suficiente”* (G 7). Enquanto isso, para G 4 é preciso que o poder público desenvolva a legislação municipal para gerenciamento de RCC, pois ainda que a usina opere há mais de dez anos, o município de Socorro não possui um PGRCC.

Somente 33,3% dos gestores teceram outros comentários sobre o tema ao final da pesquisa, já que a resposta dessa questão era facultativa. Esses entrevistados destacaram a importância de ações realizadas pelo poder público referentes ao gerenciamento de RCC. Nesse contexto, G 3 afirmou a necessidade de conscientização constante dos agentes intervenientes a respeito do elevador teor de contaminantes nos resíduos recebidos pela usina MG 3. Tal ação é indispensável, embora o projeto seja desenvolvido há mais de treze anos pela Prefeitura, em relação aos munícipes e transportadores: *“Eles têm umas idéias de que aqui é um lixão”* (G 3).

Alguns gestores apresentaram benefícios gerados pela usina, como redução do custo da limpeza urbana e uso de artefatos de concreto em obras de infraestrutura. G 1 enfatiza que o ganho da Prefeitura de Belo Horizonte: *“É isso deixar de ir pro aterro [...] Segundo ganho é isso deixar de ir pra irregularidade, onde ele custa entorno de R\$100/m³, para ser removido”*. De forma semelhante, G 5 ressalta que *“O ganho social é muito substancial e o compromisso maior é uma cidade limpa”*.

A percepção sobre a privatização da usina é relatada por G 5 e G7, em diversos momentos da entrevista. No caso de São José do Rio Preto, isso poderá ocorrer devido à mudança da administração municipal. Por outro lado, em Piracicaba, G 7 propõe que a legislação permita o ingresso da iniciativa privada nesse tipo de empreendimento, *“Porque pro município manter é difícil, porque o município não tem recurso hoje, pra atender a demanda”*.

5.3.3.15 Agrupamento 17 – Características produtivas e operacionais

G 2 e G 5 estimaram que cada funcionário da equipe de triagem consiga triar 16m³/h de resíduos. Observa-se, assim, que o treinamento dessa equipe é fundamental para aumentar a produtividade do equipamento de reciclagem. Prova disso é que a usina SP 3 possui vinte funcionários nesse setor, pois *“95% eu reciclo, tudo que vem eu trio”* (G 6). Ainda que a triagem apresente bons resultados nessa usina, seu gestor estuda a mecanização desse processo visto que: *“O que é interessante pra nós? Redução de custo de funcionário, de mão de obra e agilidade no processo de produção”* (G 6).

Em relação à capacidade de armazenamento na usina, os gestores não demonstraram segurança quanto aos volumes referentes à matéria-prima e ao produto: *“Eu nunca fiz isso, na realidade deve ser, em espaço, uns 600 m³ - 700 m³, se chegar no máximo 1000m³”* (G 4); *“Hoje nós temos aqui, mais ou menos, a capacidade de estocagem acima de 5 mil toneladas”* (G 5). A pesquisa de campo revelou, ainda, que as pilhas de materiais apresentavam alturas diferentes e ocupavam áreas sem demarcação no solo.

O horário de funcionamento é semelhante nas usinas (Quadro 35), exceto nas unidades SP 6, SP 3 e SP 2, que também operam durante aos sábados. No entanto, a capacidade produtiva e operacional de algumas usinas é limitada devido sua localização em zonas urbanas, acentuada pelas solicitações e reclamações dos moradores do entorno sobre a emissão de ruído e material particulado durante a operação.

Quadro 35 - Turnos operacionais das usinas de reciclagem analisadas

Usina	Horário de funcionamento (De segunda à sexta-feira)	Usina	Horário de funcionamento (De segunda à sexta-feira)
MG 2	7:30 às 11:30h e 12:30 às 17:00h	SP 3	7:30 às 20:00 h (intervalo = 1,5h) Sábado expediente interno
MG 3	9:00 às 12:00h e 14:00 às 17:30 h		
MG 1	7:30 às 11:30h e 12:30 às 17:00h	SP 2	7:00 às 11:00 e 12:00 às 17:00h Sábado expediente normal
SP 6	7:00 às 11:00 e 13:30 às 17:00h Sábado 7:00 às 11:00 h	SP 4	7:00 às 16:00 h
SP 1	7:00 às 11:30 e 13:00 às 17:00 h Sábado reservado para visitas	SP 5	7:00 às 17:00 h

A SP 3 possui horário de funcionamento diferenciado, que inclui parte do período noturno. A usina busca, dessa forma, ampliar a capacidade produtiva dos equipamentos, “*Porque eu tenho um britador que me limita a produção e eu tenho que dar essa produção, em média 400 m³(40 t/h)? Então, para que eu não utilize o aterro, eu faço essa produção*” (G 6).

5.3.3.16 Percepções a partir do diário de visita

Em relação às informações das usinas registradas no diário de visita, foram observados procedimentos operacionais cujo nível de controle pelos gestores era variável. Esses itens foram classificados em controlados, semicontrolados e não controlados (Quadro 36). Verifica-se que o treinamento dos funcionários é importante, durante a implantação da usina, visando garantir a segurança e a integridade do colaborador, bem como a qualidade do produto final.

Para a maioria dos gestores, o volume de RCC recebido na usina, diariamente, varia em função do mês, condições meteorológicas, quantitativo das caixas estacionárias e outros. Enquanto que o volume triado pode ser igual ou inferior ao volume recebido, alterando-se em função do grau de contaminação, número de funcionários, condições climáticas, capacidade de armazenamento e outros.

Quadro 36 - Nível de controle observado de alguns procedimentos operacionais das usinas analisadas

Itens controlados
<ul style="list-style-type: none">▪ Custo de produção▪ Custo operacional▪ Volume de resíduo reciclável▪ Volume de resíduo recebido▪ Quantidade de artefatos de concreto▪ Balanço financeiro mensal
Itens Semicontrolados
<ul style="list-style-type: none">▪ Infraestrutura operacional▪ Grau de contaminação da matéria-prima▪ Quantitativo de visitantes▪ Horário e dia das visitas▪ Registros fotográficos▪ Manutenção preventiva dos equipamentos de reciclagem▪ Material de propaganda▪ Histórico da usina
Itens Não Controlados
<ul style="list-style-type: none">▪ Volume de material estocado (matéria-prima e produto final)▪ Produtividade (funcionários e equipamentos)▪ Desperdício de material reciclado▪ Uso de equipamentos de proteção individual.▪ Formulário para agendamento de visitas▪ Previsão do tempo na região▪ Sinalização da unidade nas principais vias de acesso

5.4 SÍNTESE DAS PERCEPÇÕES COMUNS AOS PARTICIPANTES

As questões comuns aos grupos de participantes subsidiaram a análise das respostas em uma amostra maior, possibilitando a identificação de tendências em relação às percepções.

5.4.1 Resultados das questões comuns às três categorias

De acordo com as três categorias analisadas, o aumento da demanda por AR ocorrerá nos próximos anos, segundo 81,8% dos participantes (Tabela 63). Entretanto, a demanda pode estagnar (9,1%) ou até mesmo diminuir (6,5%), em relação à demanda atual. Infere-se, assim, que há uma tendência de desenvolvimento do setor de reciclagem de RCC.

Nesse contexto, verifica-se que os maiores percentuais dessa questão foram obtidos nas categorias dos pesquisadores (83%) e gestores (100%). Tais valores podem ser atribuídos ao conhecimento desses participantes sobre o potencial de aplicação dos AR. Por outro lado, o percentual de ampliação entre os profissionais (66,7%), pode estar relacionado à indisponibilidade de AR e/ou a inexistência de usinas em Vitória (Espírito Santo).

Tabela 63: Expectativa de aumento da demanda por AR no Brasil, segundo os participantes

Expectativa	Pesquisadores		Profissionais		Gestores		Todos os grupos	
	f	%	f	%	f	%	f	%
Positiva	44	83,0	10	66,7	9	100	63	81,8
Negativa	2	3,8	3	20	-	-	5	6,5
Mantém-se	5	9,4	2	13,3	-	-	7	9,1
Não Respondeu	2	3,8	-	-	-	-	2	2,6
Total	53	100	15	100	9	100	77	100

Entretanto, vários condicionantes são necessários para aumento da demanda de AR (Tabela 64). Os condicionantes mais apontados pelos participantes referem-se à conscientização ambiental da população (37,7%), redução da oferta de agregado natural (36,4%) e potencial de aplicação do AR como material de construção (28,6%). Ainda que os demais condicionantes sejam preponderantes para demanda, a mudança no comportamento dos consumidores e a falta de AN no mercado levarão ao uso de produtos substitutos. Nesse nicho de mercado, conforme a aplicação o AR pode substituir de forma parcial ou total os AN.

Tabela 64: Condicionantes necessários para aumento da demanda por AR, segundo participantes

Condicionantes apontados	Pesquisadores		Profissionais		Gestores		Todos os grupos	
	f	%	f	%	f	%	f	%
Redução da oferta de AN	21	48,8	4	26,7	3	33,3	28	36,4
Conscientização ambiental	16	37,2	8	53,3	5	55,5	29	37,7
Potencial de aplicação como material de construção	13	30,2	5	33,3	4	44,4	22	28,6
Redução do impacto ambiental	9	20,9	2	13,3	2	22,2	13	16,9
Escassez de áreas para novos aterros	8	18,6	-	-	2	22,2	10	13,0
Legislação ambiental eficaz	7	16,3	1	6,7	2	22,2	10	13,0
Política de desenvolvimento sustentável	6	13,9	4	26,7	5	55,5	15	19,5
Custo competitivo	3	6,9	-	-	2	22,2	5	6,5
Crescimento do setor de construção	2	3,8	4	26,7	3	33,3	9	11,7
Crescimento populacional	-	-	1	6,7	1	11,1	2	2,6
Não respondeu	2	3,8	2	13,3	-	-	4	5,2

O aumento da demanda relaciona-se a grande parte dos participantes acreditar que os setores de EIS (76,6%), edificações residenciais (64,9%) e pavimentação (63,6%) apresentam capacidade para utilizar, em larga escala, os produtos fabricados com AR (Tabela 65). Apesar disso, pressupõe-se que os setores da construção pesada e artefatos pré-moldados de concreto também possam contribuir nesse uso.

Tabela 65: Setores da construção civil aptos a utilização de produtos fabricados com AR, segundo participantes

Setores apontados	Gestores		Profissionais		Pesquisadores		Todos os grupos	
	f	%	f	%	f	%	f	%
Edificações de interesse social	8	88,9	11	66,7	40	75,5	59	76,6
Edificações residenciais	8	88,9	10	66,7	32	60,4	50	64,9
Edificações comerciais	4	44,4	6	40,0	12	22,6	22	28,6
Construção pesada	2	22,2	5	33,3	16	30,2	23	29,9
Pavimentação	8	88,9	-	-	41	77,3	49	63,6
Pré-moldados	6	66,7	-	-	15	28,3	21	27,3
Não respondeu	-	-	2	13,3	1	1,9	3	3,9
Outros	-	-	-	-	6	11,3	6	7,8

Em relação às medidas apontadas pelos participantes (Tabela 66), para inserção de AR no mercado consumidor, verifica-se que as mais citadas relacionam-se a estruturação do mercado. No entanto, cabe aos órgãos públicos incentivar seu desenvolvimento e evidenciar o desempenho dos materiais por meio de pesquisas (42,8%) e propagandas institucionais (37,7%) que promovam a conscientização ambiental da população (35,1%).

Tabela 66: Medidas necessárias para inserir produtos com AR no mercado, segundo participantes

Medidas apontadas	f	%
Evidenciar o desempenho do material obtido nas pesquisas	36	42,8
Desenvolver política pública (subsídio)	34	44,1
Realizar de propaganda e marketing do produto	29	37,7
Conscientizar ambientalmente a população	27	35,1
Desenvolver normalização embasada em pesquisa	14	18,2
Elaborar programa de controle de qualidade da produção	14	18,2
Desenvolver novos produtos com AR	11	14,3
Planejar a logística operacional (coleta e distribuição)	11	14,3
Incentivar a pesquisa	10	13,0
Obrigar o uso em obras públicas e privadas (% mínimo)	9	11,7
Preço competitivo	8	10,4
Outras medidas	6	7,8
Constituir uma rede de trabalho de agentes intervenientes	5	6,5
Aplicar em habitações de interesse social	4	5,2
Elevar o número de usinas de reciclagem	2	2,6
Não respondeu	7	9,1

5.4.2 Resultados das questões comuns aos pesquisadores e profissionais

Predomina, entre 91,2% de pesquisadores e profissionais, a existência da relação e / ou influência das características dos projetos da edificação sobre a geração de RCC (Tabela 67). Uma das alternativas para reduzir essa influência seria a concepção projetual em ambientes colaborativos, nos quais os projetistas pudessem interagir em tempo real avaliando em conjunto as consequências das mudanças nos sistemas construtivos.

Tabela 67: Influência das características dos projetos e geração de RCC, segundo pesquisadores e profissionais

Existência de relação	Pesquisadores		Profissionais		Dois agrupamentos	
	f	%	f	%	f	%
Sim	48	90,6	14	93,3	62	91,2
Não	1	1,9	1	6,7	2	2,9
Não respondeu	4	7,5	-	-	4	5,9
Total	53	100,00	15	100,00	68	100,00

Entretanto, para reduzir a influência do projeto sobre a geração de RCC, é necessário adotar medidas em diferentes etapas da obra (Tabela 68). Nesse sentido, as medidas mais citadas pelos participantes foram racionalização de projetos (86,8%), práticas de logística (85,3%) e treinamento da mão de obra (70,6%). Essas medidas estão relacionadas às etapas de planejamento e construção da edificação e dependem de ações integradas entre projetistas, engenheiros, mestres, técnicos, clientes e outros.

Tabela 68: Medidas necessárias para evitar a geração de RCC no canteiro, segundo pesquisadores e profissionais

Medidas apontadas	Pesquisadores		Profissionais		Dois agrupamentos	
	f	%	f	%	f	%
Racionalização dos projetos	49	92,4	10	66,7	59	86,8
Treinamento da mão de obra	35	66,0	13	86,7	48	70,6
Especificação	38	71,7	7	46,7	45	66,2
Adoção de práticas de logística no canteiro	47	88,7	11	73,3	58	85,3
Outra medida	20	37,7	2	13,3	22	32,4
Não respondeu	-	-	-	-	-	-

Não se verificou consenso entre os pesquisadores e profissionais em relação às entidades responsáveis pelo avanço das normas para uso de AR em materiais de construção (Tabela 69). Todavia, as entidades mais citadas foram ABNT (73,5%), centro de pesquisa (60,3%) e órgãos ambientais (58,8%). A falta de consenso pode estar relacionada à responsabilidade atribuída as várias entidades, na percepção dos participantes, bem como a diversidade de agentes que participam dos comitês de estudo da ABNT.

Tabela 69: Entidades responsáveis pelo avanço das normas para utilização de AR, segundo pesquisadores e profissionais

Entidades responsáveis citadas	Pesquisadores		Profissionais		Dois agrupamentos	
	f	%	f	%	f	%
Órgãos ambientais em nível regional e nacional	33	62,3	7	46,7	40	58,8
Prefeituras	24	45,3	6	40,0	30	44,1
SINDUSCON	22	41,5	8	53,3	30	44,1
ABNT	40	75,5	10	66,7	50	73,5
Construtoras	10	18,9	-	-	10	14,7
CONAMA	27	50,9	6	40,0	33	48,5
Câmara dos vereadores	9	17,0	1	6,7	10	14,7
Câmara dos deputados	5	9,4	1	6,7	6	8,8
Centros de Pesquisa	34	64,2	7	46,7	41	60,3
Outros	6	11,3	1	6,7	7	10,3
Não Respondeu	1	1,9	-	-	1	1,5

É importante destacar que a análise da categoria dos profissionais revelou que grande parte desconhece a Resolução CONAMA n.307 (66,6%) e atribui a reciclagem de RCC à Prefeitura (73,3%). Esses resultados podem demonstrar desconhecimento da categoria, quanto ao gerenciamento de RCC e os condicionantes para o desenvolvimento do setor de reciclagem.

Comparando as duas categorias de participantes, observa-se a semelhança entre os tipos de resíduos reaproveitados (Tabela 70), seja para regularização de nível no canteiro, seja para desenvolvimento de programas experimentais no laboratório. Nesse caso, os resíduos mais citados pelos participantes foram os resíduos mistos e resíduos de concreto, ambos com 52,5%, e resíduos cerâmicos, com 50% da preferência.

Tabela 70: Tipos de resíduos utilizados, segundo pesquisadores e profissionais

Tipos utilizados	Pesquisadores		Profissionais		Dois agrupamentos	
	f	%	f	%	f	%
Cerâmico	17	58,6	3	27,3	20	50
Concreto	17	58,6	4	36,4	21	52,5
Gerados em laboratório	5	17,2	-	-	5	12,5
Mistos	15	51,7	6	54,5	21	52,5
Solo	-	-	2	18,2	2	5
Outros	13	44,8	-	-	13	32,5

A análise da Tabela 71 demonstrou a diversidade de aplicações de AR e RCC realizadas por pesquisadores e profissionais, considerando que ambas as categorias podem apresentar restrições quanto ao uso devido a fatores financeiros, tecnológicos e outros. Mesmo assim, as aplicações mais citadas foram argamassa (43,6%) e concreto (35,9%).

Tabela 71: Produtos e aplicações com AR e RCC desenvolvidos, segundo pesquisadores e profissionais

Produtos e aplicações apontados	Pesquisadores		Profissionais		Dois agrupamentos	
	f	%	f	%	f	%
Bloco de vedação estrutural	5	17,9	-	-	5	12,8
Bloco de solo-cimento	3	10,7	-	-	3	7,7
Concreto estrutural	11	39,3	-	-	11	28,2
Argamassa	15	53,6	2	18,2	17	43,6
Bloco de vedação não estrutural	11	39,3	-	-	11	28,2
Tijolo de solo-cimento	5	17,9	-	-	5	12,8
Concreto não estrutural	14	50,0	-	-	14	35,9
Base / sub-base para pavimentação	6	21,4	3	27,3	9	23,1
Aterro	-	-	5	45,4	5	12,8
Outro	6	21,4	1	9,1	7	17,9
Não Respondeu	25	-	4	-	-	-

Ainda que ocorra geração de resíduos, a categoria dos profissionais não visualiza aplicações para esse material no próprio canteiro. Isso pode ocorrer devido à falta de experiência no uso de RCC como material de construção; a falta de segregação dos resíduos ou o preconceito dos profissionais em relação ao material. Além disso, as limitações de área e infraestrutura dos canteiros dificultam a produção de artefatos em concreto e outros materiais.

5.4.3 Resultados das questões comuns aos gestores e pesquisadores

Nas categorias dos gestores e pesquisadores existem semelhanças quanto às condicionantes para operação dos mercados de agregados naturais e reciclados (Tabela 72). Para esses participantes a operação ocorrerá, predominantemente, a partir da implantação de polos de reciclagem (51,6%) e investimento da iniciativa privada (35,5%). Condicionantes como investimento do setor público (21%) e realização de PPP (1,6%) foram poucos expressivos.

Tabela 72: Condicionantes para operação dos mercados de AR e AN, segundo gestores e pesquisadores

Condicionantes apontados	Gestores		Pesquisadores		Todos os grupos	
	f	%	f	%	f	%
Implantação de polos de reciclagem	4	44,4	28	52,8	32	51,6
Investimento do setor Público	3	33,3	10	18,9	13	21,0
Investimento do setor Privado	5	55,6	17	32,1	22	35,5
PPP	1	11,1	-	-	1	1,6
Talvez ocorrerá	-	-	8	15,1	8	12,9
Não acontecerá	-	-	3	5,7	3	4,8
Outra opinião	6	66,7	8	15,1	14	22,6
Não Respondeu	2	22,2	1	1,9	3	4,8

Em relação ao período de tempo (Tabela 73) para que os mercados operem ao mesmo tempo, 24,2% dos participantes estimaram em cinco anos (curto prazo) ou dez anos (médio prazo). Esses períodos podem estar relacionados ao prazo necessário para implantação de usinas de reciclagem, tendo em vista ao desenvolvimento do projeto, captação de recursos, licenciamento ambiental, fabricação e instalação dos equipamentos. Entretanto, o período de tempo médio para que isso ocorra foi, aproximadamente, doze anos.

Tabela 73: Estimativa de tempo para operação dos mercados de agregados reciclados e naturais, segundo pesquisadores e gestores

Período (anos)	Pesquisadores		Gestores		2 agrupamentos	
	f	%	f	%	f	%
2	2	3,8	1	11,1	3	4,84
2-3	1	1,9	-	-	1	1,61
5	14	26,4	1	11,1	15	24,2
6	1	1,9	1	11,1	2	3,2
8	1	1,9	-	-	1	1,6
10	12	22,6	3	33,3	15	24,2
10-15	2	3,8	-	-	2	3,2
15	2	3,8	-	-	2	3,2
15-20	1	1,9	-	-	1	1,6
20	3	5,7	1	11,1	4	6,4
Não respondeu	14	26,4	2	22,2	16	25,8
Tempo médio (anos)	7,64		8,9		12,1	

Na prática, pressupõe-se que os agentes intervenientes dos setores público e privado estejam aguardando um cenário mais favorável o setor de reciclagem no país, formado pela consolidação do uso e das aplicações dos AR; a concessão de incentivos fiscais para os agentes envolvidos e a obrigação legal da reciclagem no município e em grandes obras.

5.5 PERCEPÇÃO DOS PESQUISADORES INTERNACIONAIS

Visando conhecer o contexto internacional do setor de reciclagem de RCC foram realizadas três entrevistas com pesquisadores de países europeus, a saber: Lauritzen (2009) da Dinamarca, Vazquez (2009) da Espanha e Bassan (2009) da Itália. Entretanto, o excesso de ruído ambiente na entrevista com o pesquisador a Jörg Kropp da Alemanha impossibilitou a transcrição das informações.

5.5.1 Agrupamento 1 – Histórico da reciclagem

Na Dinamarca a reciclagem teve início em meados de 1980, enquanto que na Espanha, em 1990. Nesses países, a elaboração de leis para financiamento de pesquisas, normas para utilização de materiais reciclados e o intenso desenvolvimento de investigações sobre reciclagem de RCC, viabilizaram o ingresso dos AR no mercado (LAURITZEN, 2009; VAZQUEZ, 2009). Inicialmente, na Espanha, os AR eram utilizados para regularização do nível em pedreiras desativadas e recuperação de áreas ambientais degradadas.

De acordo com Lauritzen (2009), a Dinamarca atingiu um nível de reciclagem de 90% em dez anos devido ao investimento de US\$ 10 milhões. Para tanto, a reciclagem de RCC ocorreu em larga escala, ao mesmo tempo em que um conjunto de medidas governamentais viabilizava investimentos no setor. Além disso, a demolição seletiva tornou-se obrigatória e o governo impôs taxas às empresas de demolição que não reciclassem os resíduos no canteiro.

Para atingir esse nível, Lauritzen (2009) afirma que foi necessário integrar as ações de todos os proprietários de empresas de demolição e de empresas de mineração do país. Nesse sentido, desenvolveram-se ações demonstrando que não haveria competição entre os empresários, pois os AN e AR teriam aplicações distintas nos canteiros de obra.

Enquanto isso, a Itália iniciou as atividades de reciclagem somente no fim da década de 80 do século passado. Nesse país, segundo Bassan (2009), em um primeiro momento era proibido o uso de AR. Posteriormente, o uso foi permitido com incorporação máxima de 5% de AR no concreto sem função estrutural. Até 2009, teores de incorporação superiores a esse apenas poderiam ser utilizados com autorização do governo.

5.5.2 Agrupamento 2 – Compradores e seu comportamento

Na Espanha e na Dinamarca, conforme Vazquez (2009) e Lauritzen (2009), os órgãos públicos e as construtoras utilizam os AR, principalmente, para execução de base e sub-base de estradas. Entretanto, na Itália, segundo Bassan (2009), esse uso é exclusivo das construtoras, devido as restrições de incorporação dos AR impostas pelo governo. Por outro lado, na Espanha, foi superada a barreira cultural em relação ao uso de AR.

5.5.3 Agrupamento 3 – Tecnologia de produção e distribuição

De acordo com Vazquez (2009) a qualidade do AR está relacionada às características da usina de reciclagem e a demanda pelo material. Enquanto isso, para Lauritzen (2009) os AR apresentam desempenho superior aos naturais no que se refere à aplicação em pavimentação. Todavia, em função da demanda por materiais com elevado nível de pureza, a retirada dos agentes contaminantes é fundamental para aumento da qualidade dos AR.

Nesse sentido Vazquez (2009) e Lauritzen (2009) recomendam o uso preferencial de AR, em nível mundial, para execução de base e sub-base para pavimentação de estradas, tendo em vista que essa aplicação consome grande quantidade de AR e necessita de um controle de qualidade menos rigoroso, durante a triagem e reciclagem de RCC.

Conforme Lauritzen (2009), grande parte das empresas de demolição possui usinas de reciclagem móveis na Dinamarca. Geralmente, essas usinas são alugadas para as construtoras reciclarem seus resíduos no próprio canteiro e, assim, reduzirem o custo com o transporte, taxas para aterro e aquisição de materiais de construção, já que reutilizam os AR nas obras. Bassan (2009), também, relata esses benefícios nas construtoras italianas.

5.5.4 Agrupamento 4 – Mercado

A maioria das usinas de reciclagem da Espanha, segundo Vazquez (2009), concentra-se em Madri e na Catalunha, e as demais estão distribuídas pelo país. A legislação específica de cada comunidade autônoma desse país determina a existência de usinas. Para Vazquez (2009) o aumento da parcela de mercado dos AR condiciona-se à aprovação de leis e normas sobre as aplicações e requisitos de desempenho de materiais com AR.

Enquanto isso, Lauritzen (2009) atribui o aumento da parcela à mudança de atitude das empresas de demolição, pois algumas destinam os RCC para aterros, devido às dificuldades para o controle da qualidade do AR durante a reciclagem. Por outro lado, Bassan (2009), acredita que a existência de reservas naturais (rochas, areia), a preferência dos consumidores pelos materiais convencionais e o valor reduzido das taxas para aterro de RCC contribuam para o atual parcela de mercado do AR.

Em relação à competição entre agregados naturais e reciclados, existe espaço para os dois no mercado, entretanto *“Você sempre tem competição, mas ela deve ser controlada”* (LAURITZEN, 2009, tradução nossa). Diante disso, Lauritzen (2009) recomenda a

fiscalização das empresas de demolição e a intervenção do governo no mercado. Considerando que a Dinamarca é um país pequeno, o controle sobre a demolição seletiva torna-se mais fácil, tendo em vista que o êxito desse processo beneficia a reciclagem de RCC.

Um breve panorama sobre o mercado de agregados foi elaborado por meio de informações fornecidas pelos entrevistados. Na Tabela 74 verificam-se semelhanças entre os preços praticados no mercado de agregados dinamarquês e italiano. Por outro lado, os AR ocupam maior parcela de mercado na Espanha. Entretanto, a comparação entre a quantidade de usinas nesses países foi prejudicada, devido à falta de informações sobre as usinas móveis.

Tabela 74: Variação do preço, número de usinas e parcela de mercado dos AR, em países europeus

País	Preço AR (US\$/m ³) ⁽¹⁾	Preço AN (US\$/m ³) ⁽²⁾	AR/AN (em média)	Usinas fixas (un)	Usinas móveis (un)	Parcela de mercado AR (%)
Espanha	5 – 10	10 – 12 ⁽²⁾	0,68	150	- ⁽³⁾	25
Dinamarca	10 – 15	20 – 25	0,55	20	- ⁽³⁾	10
Itália	11	23 – 30	0,41	110	350	10
Média	10,3	20	0,54	-	-	15

Fonte: Adaptado de Bassan (2009); Lauritzen (2009); Vazquez (2009)

Nota: (1) 1 US\$ = 0,66 EUR = R\$ 1,72 (Cotação em dezembro/2009)

(2) Na Espanha, o preço do AN varia conforme a região.

(3) Não há cadastro para usinas móveis das empresas de construção e demolição.

5.5.5 Agrupamento 5 – Inovação

Segundo Vazquez (2009), os países mais desenvolvidos em relação à reciclagem e uso de AR são Holanda, Alemanha e Dinamarca, seguidos por Inglaterra, Espanha e Itália. Ainda que existam tecnologias avançadas para reciclagem de RCC, para Lauritzen (2009) é importante desenvolver produtos de boa qualidade e colocá-los no mercado, considerando que existe uma grande demanda por materiais sem função estrutural.

Mesmo que os AR sejam utilizados massivamente para pavimentação, o mesmo não ocorre para sua aplicação em elementos com função estrutural (BASSAN, 2009; LAURITZEN, 2009; VAZQUEZ, 2009). Para esses pesquisadores, o desenvolvimento de pesquisas possibilitará a incorporação de níveis elevados de AR em concreto estrutural viabilizando, assim, a elaboração de normas para materiais e, conseqüentemente, a venda de produtos e sistemas construtivos que atendam a demanda do mercado consumidor.

Nesse sentido, as diferentes investigações realizadas pelos pesquisadores colaboram para o desenvolvimento da reciclagem de RCC. Lauritzen (2009) elabora recomendações para os construtores e empresas de demolição sobre aspectos da reciclagem e uso de AR. Enquanto

isso Vazquez (2009), desde 1978, estuda assuntos relacionados ao gerenciamento de RCC e propriedades dos AR. Por sua vez, por meio de incentivos governamentais Bassan (2009) desenvolve concretos com função estrutural incorporando AR.

5.5.6 Agrupamento 6 – Meio Legal

A Espanha utiliza as normas da União Européia para AR, que apresentam as possibilidades de aplicação desse material. Porém, segundo Vazquez (2009), cabe aos países membros dessa entidade estabelecerem normas próprias sobre os requisitos de desempenho dos materiais com AR. Nesse caso, a criação de legislação e normalização na Espanha é responsabilidade das instituições do governo e das comunidades autônomas.

De acordo com Bassan (2009), na Itália existe um impasse entre os pesquisadores e os órgãos governamentais em relação ao teor de incorporação de AR nos materiais. Enquanto que as normas da União Européia permitem a incorporação de até 30% de AR, as normas desse país permitem o máximo de 5% de incorporação.

5.6 PERCEPÇÃO DE OUTROS AGENTES INTERVENIENTES

5.6.1 Representante de equipamentos para mineração e reciclagem

O mercado de equipamentos para reciclagem de RCC no Brasil, segundo EMP 1 divide-se em: (a) máquinas de grande porte, atendido por empresas multinacionais; (b) máquinas de médio porte, atendido por quatro empresas nacionais e (c) máquinas usadas. Existe concorrência entre estes mercados, entretanto há casos em que o empresário *“Pegou o catálogo e copiou. Então é sempre gente entrando no mercado, porque acha que é fácil. [...] O mercado não se sustenta com uma estrutura dessas”*, relata EMP 1.

Conforme EMP 1, a publicação da Resolução CONAMA n.307 aumentou a comercialização de equipamentos para reciclagem de RCC, cujo reajuste de preço segue a inflação, e eventualmente, o preço do aço. Existe variação de preço entre os equipamentos, em função do produto final e de capacidade nominal de produção. Grande parte dos novos empreendedores desse mercado busca investidores para financiar a fabricação de equipamentos em escala comercial. No entanto, durante este processo, não investem em pesquisa e inovação e, por isso, a apropriação indevida da tecnologia não apresenta bons resultados.

Ao comparar a tecnologia de reciclagem no Brasil e nos países europeus, EMP 1 acredita que o sistema brasileiro ficará obsoleto em função da utilização de equipamento de reciclagem móvel. Prova disso é que a importação de equipamentos neste setor já é uma realidade. Segundo EMP 1, alguns equipamentos em funcionamento apresentam, respectivamente, como procedência e local de operação: (a) Alemanha – Caraguatatuba (SP); (b) Áustria – Rio de Janeiro; (c) Itália – São Paulo e (d) Áustria – São Paulo.

Apesar de ser uma alternativa viável, o custo do equipamento e a contaminação do RCC podem retardar a utilização de equipamentos de reciclagem móveis. O preço inicial destes conjuntos varia entre US\$ 500 e US\$ 800 mil. Caso o conjunto possua um sistema de peneiras este valor aproxima-se de US\$ 1,2 milhões. Todavia, para EMP 1 estes valores tornam-se economicamente viáveis se a produção de agregado variar entre 100 e 300 t/h. Neste caso, a triagem dos contaminantes *in loco* é inviável, pois apenas um funcionário opera o conjunto.

Ainda que EMP 1 tenha realizado, em 2009, aproximadamente quatrocentos orçamentos de equipamentos para usinas de reciclagem, até o início de dezembro do mesmo ano, comercializou apenas três unidades para empresas da iniciativa privada. Em contrapartida, “*A Maqbrit, que é a concorrente nossa, vende muito pra órgãos públicos*” (EMP 1).

Conforme EMP 1, a instalação da usina fornecida por sua empresa dura uma semana, devido à pré-montagem dos equipamentos e da estrutura física. Em relação à disposição dos equipamentos fixos, EMP 1 recomenda que “*É bom sempre ter um barranco, colocar o britador embaixo do barranco e fazer a triagem aqui em cima.*”

O treinamento oferecido para os clientes de EMP 1, após a instalação dos equipamentos, ocorre na própria usina. O tempo de duração desse treinamento pode ser variável: “*Depois, quando começar a operar, a gente fica o tempo que precisa até ganhar confiança uma semana, 15 dias, um mês*”. Durante as entrevistas, verificou-se que esse treinamento não foi relatado pelos gestores das usinas públicas.

As usinas de reciclagem podem apresentar problemas operacionais de diversos tipos. Dentre estes, EMP 1 relata o caso de um gestor que comprou equipamentos ‘adaptados’ de empresas iniciantes no setor e “*Eles demoraram dois dias pra abrir o moinho pra trocar as peças*”, comprometendo, desse modo, a produtividade mensal da usina. Em contrapartida, outro gestor adotou um posicionamento diferente “*A moça ficou um ano conversando comigo. Eles vieram visitar aqui (...) e pegaram informação. Ela fez estudo de viabilidade de tudo*”.

O conhecimento sobre as características operacionais da usina é fundamental para sua permanência no mercado. EMP 1 relata um exemplo de uma usina que *“Também foi vendida no entusiasmo do dinheiro”*, como outros casos semelhantes no país. Na verdade, o problema dessa unidade estava na matéria-prima, equipamentos e técnicas de triagem *“Tem 50% de madeira, como é que vai construir uma casa? Mas nem favelado quer uma pedra disso daqui”*. No período da pesquisa, EMP 1 estava orçando um sistema com correia transportadora para facilitar a triagem dos agentes contaminantes nesta usina.

A experiência e o conhecimento adquiridos no setor de mineração são importantes para o setor de reciclagem. Segundo EMP 1, no início da produção de areia reciclada em outra usina, o gestor preferiu não adquirir um secador, ainda que fosse alertado pelo representante sobre o teor de umidade do AR. Diante disso, EMP 1 optou por *“Então, vamos fazer uma planta que no dia que estiver chovendo você num faz (risos)”*.

Na visão de EMP 1, o mercado de reciclagem de RCC apresenta potencial para expansão nos próximos anos, *“É só disciplinar o consumo e aplicação”*. Outro aspecto relevante do mercado é a intermediação do agente transportador na comercialização. Em resumo, para EMP 1, o desenvolvimento do mercado de AR está vinculado a três desafios (Quadro 37), incluindo a operação de usinas de reciclagem exclusivamente pela iniciativa privada.

Quadro 37 - Desafios e recomendações para o desenvolvimento do mercado de AR no Brasil, segundo EMP 1

Desafios	Recomendações
Desenvolvimento de aplicações	<i>“Eu acho que é um processo educativo, que tem que começar na área de aplicação. [...] Tem que ter o aval dos engenheiros conceituados, dos professores, para não deixar dúvida na cabeça do pedreiro e do usuário”</i> .
Garantia de matéria-prima com qualidade	<i>“Educar a coleta seletiva. [...] O transportador que hoje é o vilão. Porque ele aluga a caçamba barato e fala para o sujeito: ‘Pode jogar qualquer coisa que eu levo’. Então, ele estimula o sujeito a botar lixo”</i> .
Utilização de equipamentos adequados	<i>“Isso significa, britadores com potência boa, peneiras com área suficiente para peneirar”</i> .

5.6.2 Proprietário de área de transbordo e triagem

A dificuldade e o custo para disposição final dos resíduos da empresa de transporte de EMP 2 levaram-no a agregar valor à atividade, em 2003, com a implantação da primeira ATT de Guarulhos: *“Porque o que eu gerava de entulho por mês, na minha empresa, bancaria o negócio. Comecei a funcionar sem licença um tempinho [...] se você não sabe se vai dar certo”*(EMP 2). Além desta, existiam mais duas ATT em Guarulhos no período da pesquisa.

A ATT recebe, aproximadamente, 400m³ de resíduos por dia (Figura 93), depositados pelas caçambas coletoras no pátio de armazenamento provisório e triagem (Figura 94), sendo 20% deste total é proveniente da empresa de EMP 2. No entanto, EMP 2, reduz esse volume em função da variação nos horários de operação do aterro de inertes de Guarulhos. Isso é necessário para evitar o fechamento da área e causar prejuízo aos clientes.

Figura 93 - Vista geral da ATT com pilha da resíduos de madeira à esquerda



Figura 94 - Deposição de RCC e triagem dos resíduos classe B no mesmo local



A ATT opera 24 horas por dia e conta com doze funcionários, enquanto que a unidade de reciclagem de madeira possui dez funcionários, operando no horário comercial. Os RCC recebidos neste período passam por uma triagem manual (Figura 95), na qual é retirada grande parte dos agentes contaminantes, como plástico, madeira, metal e outros. Estes materiais, posteriormente, são enviados para usinas de reciclagem em São Paulo (Quadro 38). Os RCC, após a triagem, são destinados o aterro de inertes privado de Guarulhos (Figura 96).

Quadro 38 – Procedimentos e destinos de alguns materiais triados pela ATT

Material (is)	Procedimentos
Bobina de madeira	Recuperação do material para revenda pela própria ATT
Madeira	Triagem e transformação em cavaco para utilização em olarias e caldeiras industriais, comercializado pela própria ATT
PVC	Triagem e comercialização direta com empresa de reciclagem de plástico
Cobre, alumínio, papelão, ferro, plástico e outros	Triagem e comercialização com intermediários que repassam os materiais para usinas de reciclagem

Contrapondo-se ao informado pelos gestores das usinas de reciclagem, para EMP 2 os meses com maior receptividade de RCC na unidade são novembro e dezembro, “*Porque é um período que todo mundo tem um pouco mais de dinheiro, devido ao décimo terceiro*”. Por outro lado, EMP 2 concorda com os referidos gestores afirmando que o período chuvoso diminui a produtividade nas obras, e conseqüentemente, a geração de resíduo.

Figura 95 - Coletores de resíduos classe B junto a caçamba de resíduos de plásticos



Figura 96 - Transporte de resíduos triados para aterros de RCC situados em Guarulhos



As inovações em processo, relatadas por EMP 2, referem-se a capacitação de funcionários e a conscientização de transportadores e clientes, sobre a importância do envio de RCC segregados e isentos de agentes contaminantes. Em dezembro de 2009, o custo para deposição de resíduo na ATT era R\$18,75/m³, enquanto que o custo para envio deste material para o aterro era R\$ 14,37/m³, excluindo-se os custos operacionais. A operação intermitente, a distância entre o aterro e a ATT e a demanda por agregados municipal, impulsionaram EMP 2 a comprar uma área e buscar investidores para implantação de uma usina de reciclagem.

Apesar do investimento próprio para implantação, operação e comercialização de cavaco de madeira na usina de reciclagem, EMP 2 sentiu necessidade de buscar parceiros comerciais para subsidiar a implantação da usina, “*Para entrar assim amador, eu preferi não entrar. Porque tem que ter acompanhamento técnico para acompanhar a aplicação do material*”. Neste caso, os parceiros interessados “*Estavam ao contrário de mim, eles queriam entrar no mercado e queriam alguém que já estivesse adiantado*”.

O recebimento de RCC na nova usina ocorrerá por meio de caminhão tipo *truck*, pois a capacidade de carga deste veículo equivale a cinco caçambas coletoras convencionais. Esta medida também é relevante para redução do fluxo de veículos na área operacional da usina. Caso o material possua agentes contaminantes, terá obrigatoriamente que ser triado na ATT. Por outro lado, se o material vier de construtoras que realizem a segregação de resíduos, os resíduos classe A poderão ser levados diretamente para a usina.

O EMP 2 estima que, dentre os resíduos recebidos pela ATT, cerca de 40% serão passíveis de reciclagem pela nova usina, correspondendo a produção de 12.000 m³/mês de AR e a economia de R\$ 24.000,00, com a redução do custo de transporte e aterramento. Esse baixo percentual de reaproveitamento ocorre, pois “*Eu não posso considerar que todo o material*

que eu mando pro aterro, eu vou mandar pra lá". Quando questionado sobre o percentual de reaproveitamento superior a 90%, informado por outros gestores consultados, EMP 2 mostrou-se descrente: *"É impossível porque dos 100%, 20% são os recicláveis: madeira, ferro, plástico, papelão. Sobra 80% e terra"*.

Um dos desafios para consolidação do mercado de AR, segundo EMP 2, relaciona-se ao desconhecimento sobre a reciclagem e as propriedades dos AR, por isso é importante *"Divulgar que tem NBR, divulgar que o IPT já fez um o ensaio e foi aprovado"* (EMP 2). Nesse contexto, para EMP 2 as características de uma ATT e usina de reciclagem bem sucedidas são: *"Organização, limpeza, equipamentos em quantidade ideal e de boa qualidade, funcionários treinados pra uma boa triagem"* e *"O recebimento de um bom material e equipamentos"*.

5.6.3 Recomendações para desenvolvimento do setor de reciclagem

Desde 1991, o setor de reciclagem de RCC busca consolidar-se no país. Entretanto, esse setor apresenta elementos limitantes que influenciam a inserção de AR no mercado consumidor. Diante disso, faz-se necessário levantar as boas práticas das usinas e as competências dos agentes intervenientes no processo de reciclagem, com vistas ao desenvolvimento do setor, atendimento à demanda e melhoria da qualidade dos AR produzidos no Brasil. Para tanto, as listas de recomendações (Quadro 39) buscam fornecer subsídios para evidenciar a importância de ações integradoras entre os agentes intervenientes.

A análise das informações da pesquisa permitiu a divisão das recomendações de ordem mercadológica, tecnológica, organizacional, cultural e ambiental. Esse conjunto de recomendações pode ser utilizado por: (a) proprietários de construtoras e gerentes de obras; (b) pesquisadores na área de resíduos; (c) gestores de usinas de reciclagem, em fase de operação ou implantação; (d) Prefeituras; (e) empresas da iniciativa privada; (f) proprietários de empresas de transporte de RCC; (g) entidades representativas de classe; (h) agências de fomento a pesquisa e outros agentes relacionados ao tema.

Quadro 39 – Matriz de recomendações para desenvolvimento do setor de reciclagem de RCC

(continua)

Elementos influentes	Recomendações	Agentes intervenientes							
		Prefeituras	Construtoras	Gestores	Empresas da iniciativa privada	Agências de fomento à pesquisa	Empresas transportadoras	SINDUSCON	Pesquisadores
Mercadológico	Realizar estudo de viabilidade técnico-econômica e de impacto ambiental, para evitar a desativação da usina, após início da operação	X			X				X
	Levantar oferta e demanda por AR no entorno da usina para definição do produto alvo	X		X	X			X	X
	Na elaboração do Plano Diretor Municipal, destinar áreas próximas aos centros urbanos para implantação de usinas e ATT	X			X		X		X
	Incentivar a produção de artefatos de concreto, em usinas públicas e privadas	X	X	X	X	X			X
	Divulgar materiais com AR em feiras e eventos do setor da construção civil		X	X	X	X		X	X
	Incentivar e construir parcerias com depósitos de materiais de construção para venda de AR			X	X		X	X	
	Incentivar parcerias para otimizar o transporte de RCC e a venda de AR em usinas privadas		X	X	X		X	X	
	Incentivar a comercialização de RCC e AR na bolsa de resíduos, em nível Estadual		X	X	X		X	X	
	Incentivar a utilização de usinas de reciclagem móveis pelas empresas de demolição	X	X	X	X				
	Criar instrumentos para avaliação do nível de satisfação dos clientes das usinas	X	X	X	X			X	
	Favorecer a formação de associações de produtores de AR	X		X	X			X	
	Criar incentivos fiscais para gerenciamento, reciclagem e reaproveitamento de RCC nos canteiros de obra	X	X		X			X	
	Levantar a geração e o custo de destinação de RCC, por área construída ou tipo de edificação		X		X		X	X	X
	Favorecer a aquisição, de forma consorciada, de usinas de reciclagem móveis por construtoras de grande porte	X	X		X			X	
	Levantar e analisar as características do mercado de AN e AR, em nível municipal		X	X	X				X
	Incentivar o desenvolvimento de materiais com AR, conforme a demanda, em nível municipal	X	X		X	X			X
	Incentivar o uso de AR e materiais reciclados, em obras públicas, quando comprovada sua viabilidade técnica, econômica e ambiental	X	X	X	X				X

Quadro 39 - Matriz de recomendações para desenvolvimento do setor de reciclagem de RCC

(continua)

Elementos influentes	Recomendações	Agentes intervenientes							
		Prefeituras	Construtoras	Gestores	Empresas da iniciativa privada	Agências de fomento à pesquisa	Empresas transportadoras	SINDUSCON	Pesquisadores
Tecnológico	Desenvolver equipamentos específicos para reciclagem de RCC e / ou aprimorar os equipamentos existentes	X		X	X	X			X
	Criar sistemas eficientes para controle da emissão de ruídos e material particulado, nas diversas áreas operacionais das usinas	X		X	X	X			X
	Calcular a vida útil dos equipamentos de reciclagem, embasada no planejamento de sua manutenção preventiva	X		X	X				X
	Realizar estudos climáticos para planejar as atividades da usina no período chuvoso	X		X	X				X
	Realizar ensaios para caracterização dos AR, objetivando garantir suas propriedades	X		X	X				X
	Avaliar o surgimento de patologias em obras que utilizaram materiais com AR	X		X	X				X
	Incentivar à pesquisa sobre reciclagem de concreto para uso em estruturas pré-fabricadas			X	X	X			X
	Favorecer o desenvolvimento de programas experimentais com AR provenientes de usinas			X	X	X			X
	Organizar e disponibilizar as pesquisas brasileiras sobre AR em um portal na <i>internet</i>				X	X			X
	Determinar o teor de substituição de AR, em diferentes tipos materiais de construção				X	X			X
	Incentivar à pesquisa sobre reciclagem de resíduos mistos, para uso em pavimentação e concreto não-estrutural	X		X	X	X			X
	Desenvolver projetos de pesquisa sobre materiais com AR e técnicas de reciclagem de RCC, para captação de recursos				X	X			X
	Aumentar o controle da qualidade de materiais com AR, para garantir sua entrada e permanência no mercado	X		X	X				X
	Realizar estudos multidisciplinares para identificar variáveis que influenciam na reciclagem de RCC e consumo de AR		X	X	X				X
	Promover cursos <i>online</i> sobre gerenciamento de RCC para treinamento dos profissionais do canteiro	X	X		X		X	X	

Quadro 39 - Matriz de recomendações para desenvolvimento do setor de reciclagem de RCC

(continua)

Elementos influentes	Recomendações	Agentes intervenientes							
		Prefeituras	Construtoras	Gestores	Empresas da iniciativa privada	Agências de fomento à pesquisa	Empresas transportadoras	SINDUSCON	Pesquisadores
Legal	Elaborar e implantar Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil	X	X		X		X	X	X
	Divulgar a Resolução CONAMA n.307, bem como a legislação municipal, entre os agentes intervenientes	X	X		X			X	
	Fiscalizar as práticas de gerenciamento em construtoras e empresas transportadoras	X						X	
	Elaborar um conjunto de normas para ensaio e caracterização de materiais com AR			X	X	X		X	X
Ambiental	Realizar e implantar PGIRCC, antes do estudo de viabilidade técnica-econômica e aquisição de usinas de reciclagem	X		X	X			X	X
	Favorecer a criação de selos verdes e certificações para usinas e materiais com AR	X		X	X	X			X
	Cobrar taxa para recepção de RCC, com teor de contaminação superior a 10%			X	X		X		
	Incentivar à utilização de veículos polínguidaste para transportar RCC, visando à redução da emissão de gases poluentes	X	X	X	X		X		
	Divulgar empresas licenciadas para transporte e destinação final de RCC, em nível regional	X					X	X	
	Incentivar o debate sobre gerenciamento de RCC em eventos técnicos e científicos	X	X	X	X	X	X	X	X
Cultural	Levantar o comportamento e o perfil de consumidores de materiais com AR		X	X	X			X	X
	Valorizar os materiais com AR, por meio de campanhas publicitárias em nível regional	X	X		X				
	Divulgar a aplicabilidade de materiais com AR por meio de entidades setoriais		X	X	X			X	
	Conscientizar as empresas transportadoras de resíduos, sobre a importância da destinação final adequada dos RCC	X	X				X	X	
	Elaborar cartilhas, sobre gerenciamento de RCC, para treinamento de novos funcionários e conscientização dos munícipes	X	X		X		X	X	
	Desenvolver caderno com aplicações e recomendações para uso de AR, em obras públicas e privadas	X	X		X				X
	Tirar proveito do uso de AR e materiais de construção reciclados, para divulgação de empreendimentos e de atividades do setor	X	X	X	X		X	X	

Quadro 39 - Matriz de recomendações para desenvolvimento do setor de reciclagem de RCC

(conclusão)

Elementos influentes	Recomendações	Agentes intervenientes							
		Prefeituras	Construtoras	Gestores	Empresas da iniciativa privada	Agências de fomento à pesquisa	Empresas transportadoras	SINDUSCON	Pesquisadores
Organizacional	Estabelecer cláusulas contratuais, entre usinas públicas e empreiteiras, para remoção e aceitação de RCC de obras públicas	X	X	X	X		X		
	Incentivar e estabelecer parcerias com associações de catadores de materiais recicláveis para operação na área da usina	X		X	X		X		
	Promover cursos e palestras para capacitação de gestores de usinas	X		X	X		X		X
	Promover campanhas de valorização dos funcionários, objetivando à melhoria do clima organizacional e aumento da produtividade	X		X	X				
	Fornecer equipamentos de proteção individual para todos os visitantes das usinas	X		X					
	Capacitar a alta direção e os funcionários das construtoras, sobre o gerenciamento de RCC		X					X	X
	Designar equipe específica para controle do gerenciamento de RCC, no canteiro de obras		X		X				
	Promover o envolvimento e o treinamento contínuo dos funcionários, sobre gerenciamento de RCC no canteiro de obras		X				X	X	
	Investir recursos financeiros obtidos na venda de resíduos classe B, em benefício dos funcionários		X	X	X				
	Aumentar a carga horária destinada à reciclagem e reaproveitamento de RCC, nos cursos de graduação e pós-graduação				X				X
	Incentivar e estabelecer parcerias com indústrias e associações de catadores de materiais, licenciados junto aos órgãos municipais, para doação de resíduos classe B	X	X	X	X		X	X	
	Contratar, exclusivamente, empresas transportadoras de RCC licenciadas junto aos órgãos municipais	X	X				X	X	
	Destinar resíduos classe A, provenientes de laboratórios de caracterização de materiais de construção, para beneficiamento nas usinas	X		X	X		X		X

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo apresentam-se as considerações finais referentes aos procedimentos metodológicos e a investigação, embasado nos resultados da pesquisa. Dessa forma, descrevem-se as perspectivas para investigações futuras, relativas à temática em estudo. Ainda que existam limitações referentes aos procedimentos metodológicos e ao universo amostral, os resultados contribuíram com evidências relevantes, para o problema da pesquisa.

6.1 REFERENTES AOS PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A distribuição de questionários e as entrevistas dos pesquisadores, respectivamente, nos eventos científicos e nas instituições de ensino e pesquisa, apesar de não conseguirem a adesão de todos os pesquisadores, mostraram-se satisfatórias, tendo em vista o contato e os debates, bem como a construção de um panorama sobre as pesquisas em desenvolvimento.

Em relação à categoria dos profissionais, não foi possível entrevistar os diretores das construtoras, para conhecer sua percepção sobre o gerenciamento de resíduos. Apesar de uma construtora desistir da participação na pesquisa, conclui-se que a sequência de procedimentos metodológicos adotados nessa categoria obteve êxito, visto que as construtoras permitiram o estudo de caso e os profissionais aceitaram o registro da entrevista e de imagens do canteiro.

Ainda que tenham ocorrido alguns contratemplos, durante a pesquisa de campo em Minas Gerais e São Paulo, as entrevistas com os gestores, em conjunto com o conhecimento da rotina operacional e da realidade das usinas, colaboraram para análise dos resultados e elaboração de recomendações. Da mesma forma que nas demais categorias, a sequência dos procedimentos metodológicos colaborou para o alcance dos resultados esperados.

Em relação aos questionários e formulários para entrevistas, as perguntas abertas demandaram maior tempo, durante a sistematização e análise dos resultados. Entretanto, essas respostas por extenso enriqueceram e fundamentaram os resultados das perguntas fechadas, que colaboraram para quantificação das respostas e o estabelecimento de relações de similaridade, convergência ou divergência, entre as percepções dos participantes.

A observação, os registros fotográficos e as informações do diário de visita subsidiaram a construção de análises comparativas dos canteiros de obra e das usinas de reciclagem analisadas. Esses instrumentos permitiram visualizar outras características das categorias em estudo, que não estavam contempladas pelos formulários das entrevistas.

A transcrição dos arquivos de áudio colaborou para a obtenção das verbalizações das categorias dos participantes, que subsidiaram a análise dos resultados e a inclusão de parte de suas percepções no trabalho. No entanto, em estudos futuros, sugere-se a utilização de programas que façam a conversão automática de arquivos de áudio para arquivos de texto, devido à longa duração dessa etapa e extenuante tarefa de audição repetitiva das informações.

Entretanto, os ruídos ambientes dos locais das entrevistas, dificultaram a compreensão das palavras, durante a transcrição de alguns trechos. Além disso, alguns entrevistados solicitaram o desligamento do gravador, pois acreditavam que certas informações poderiam gerar prejuízos ao planejamento e a imagem da construtora e/ou usina.

6.2 REFERENTES AO AGRUPAMENTO DOS PESQUISADORES

A caracterização dos pesquisadores demonstrou que a maioria possuía pós-graduação do tipo *stricto sensu*, concluindo o curso de nível mais elevado, entre 2001 e 2010, em instituições da Região Sudeste, e no período da pesquisa, estava vinculada a Instituições de Ensino e Pesquisa, em nível federal ou estadual. A distribuição dos pesquisadores, entre várias instituições, indica a necessidade de uma nova investigação, adotando uma amostra representativa de participantes, por Estado ou região geográfica.

No desenvolvimento de materiais de construção com AR, os pesquisadores utilizavam, principalmente, resíduos cerâmicos ou de concreto, para produção de argamassa ou concreto não-estrutural. Entretanto, verificou-se a utilização de outros resíduos, como escória de aciaria e borracha de pneu, o que demonstra o potencial de outros setores econômicos para reaproveitamento de resíduos, gerados na produção ou após o fim da vida útil do material.

Em relação à influência do projeto da edificação na geração de RCC durante a construção, existe um consenso entre os pesquisadores, devido à perda e a falta de padronização dos materiais. Dessa forma, os pesquisadores acreditam que a racionalização de projetos e a adoção de práticas de logísticas sejam medidas importantes para minimizar a geração.

Por outro lado, não se verificou consenso com relação às propriedades dos AR fabricados em usinas brasileiras, visto que as propriedades podiam ser similares ou inferiores as propriedades dos AN, ou ainda, não serem passíveis de classificação, variando conforme a matéria-prima, processo de reciclagem e tipo de aplicação. Esse resultado pode ser atribuído aos fatores que influenciam a qualidade e a variabilidade dos AR: segregação e qualidade.

Diante do exposto, grande parte dos pesquisadores acredita que a avaliação dessas propriedades deve ser periódica, com vistas ao controle da qualidade do AR e do tipo RCC. Essas medidas são necessárias para verificação do teor de contaminação e composição do material, garantindo a confiabilidade aos AR para uso como insumo e inserção no mercado.

A ampliação do referencial legal e normativo foi atribuída a ABNT, centros de pesquisa e órgãos ambientais, cujas ações, nos próximos anos, em conjunto com outras entidades podem favorecer o aumento da demanda por AR no mercado brasileiro. Esse aumento deve acontecer devido às restrições ambientais relativas à exploração de AN, escassez de áreas para novos aterros e conscientização ambiental da população.

Conforme os pesquisadores, a operação paralela dos mercados de AN e AR ocorrerá em curto e médio prazo, a partir de investimentos públicos e privados em novas pesquisas, atendimento a demanda e divulgação do uso do material. O mercado de AR poderá fornecer materiais, em larga escala, para pavimentação, habitação de interesse social e edificações residenciais.

No entanto, segundo os pesquisadores, faz-se necessário intervir em alguns elementos que dificultam o desenvolvimento desse mercado: (a) tecnológicos, variabilidade dos AR e desconhecimento das aplicações; (b) mercadológicos, falta de incentivo do governo e (c) culturais, preconceito dos consumidores, devido ao desconhecimento dos materiais. Diante disso, são necessárias ações integradoras entre os agentes intervenientes no setor, para inserção dos AR no mercado e disseminação do uso, como ocorre em outros países.

Dessa forma, ainda que os resultados da categoria dos pesquisadores não sejam passíveis de generalização, por se tratarem de cinquenta e três participantes, distribuídos de forma variável pelas regiões brasileiras, pode-se verificar por meio dos resultados alcançados, um indicativo de suas percepções, com relação ao gerenciamento de RCC e uso de AR em materiais.

6.3 REFERENTES AO AGRUPAMENTO DOS PROFISSIONAIS

Na maioria das construtoras analisadas, situadas no município de Vitória (Espírito Santo), o gerenciamento de resíduos nos canteiros ocorria de forma parcial, mesmo que essas construtoras, de médio e grande porte, possuíssem empreendimentos, em nível estadual e regional, além de certificações da série ISO 9000 e PBQP-H nível A.

Grande parte dos canteiros abrigava empreendimentos residenciais verticais de médio e alto padrão de acabamento. Nesses locais existiam diferentes procedimentos e profissionais para coleta e transporte de resíduos, além de vários tipos de recipientes para seu acondicionamento temporário. Entretanto, dentre as nove construtoras pesquisadas, somente as construtoras B e C atenderam aos critérios de avaliação, estabelecidos no diário de visita.

Os profissionais entrevistados possuíam diferentes níveis qualificação profissional, porém uma parte tinha formação na área de atuação e experiência média de mercado, acima de onze anos. Ainda que a maioria desses profissionais tenha relatado o gerenciamento de RCC nos canteiros, durante um tempo médio de vinte e seis meses, as informações dos registros fotográficos e das observações do diário de visita demonstraram outra realidade nos canteiros, como a falta de segregação dos resíduos e sua disposição junto aos materiais de construção.

Neste contexto, verifica-se que a mistura de RCC após a segregação colabora para elevação do custo da destinação final e o reaproveitamento dos resíduos classe A. Para reverter isso, faz-se necessário a construção de baias com dimensões adequadas para acondicionamento desses resíduos. A utilização de caçambas coletoras seria viável, desde que não fiquem descobertas em vias públicas, possibilitando o depósito de outros materiais pelos transeuntes.

Os treinamentos sobre gerenciamento dos RCC ocorriam, apenas, em uma parte das construtoras e eram ministrados por profissionais internos e externos ao canteiro, com periodicidade variável. Contudo, em algumas construtoras existiam reuniões semanais nos canteiros, onde os engenheiros responsáveis abordavam esse tema. No entanto, a conscientização dos funcionários deveria ser contínua, para melhoria do gerenciamento.

Mesmo que, inicialmente, haja uma resistência na adoção de práticas de gerenciamento, após a obtenção de resultados preliminares, como melhoria da limpeza, organização das atividades e fluxos de materiais, conscientização ambiental e reaproveitamento de parte dos resíduos, pressupõe-se que ocorrerão mudanças nas atitudes dos profissionais. No entanto, constatou-se pouca valorização dos RCC, para reaproveitamento e reciclagem no próprio canteiro.

Verifica-se um consenso sobre a influência das características dos projetos e de determinadas fases da obra na geração de RCC. Contudo, essas fases podem ser específicas para cada canteiro, de acordo com o sistema construtivo, tipo de empreendimento e outros fatores. Para reverter essa situação, os profissionais recomendam o treinamento da mão de obra, adoção de práticas de logística e racionalização de projetos da edificação.

O volume de resíduos gerado e o número de caçambas coletoras alugadas, durante a construção de uma edificação, eram desconhecidos pela maioria dos profissionais. Além disso, no meio profissional era elementar o conhecimento sobre a Resolução CONAMA n.307 e trabalhos científicos, referentes às aplicações de AR em materiais de construção. Prova disso é que grande parte dos entrevistados utilizaria os AR apenas em argamassas, enquanto que muitas pesquisas são referentes à pavimentação de vias e aterros.

Entretanto, uma parte dos profissionais acredita no aumento da demanda por AR, associado à conscientização da população e disseminação de sua aplicação, atribuindo a diferentes esferas do poder público a responsabilidade pela reciclagem de RCC. A inserção de materiais com AR no mercado ocorrerá a partir da divulgação dos resultados de pesquisas e realização de propaganda, nos setores de habitação de interesse social e edificações residenciais.

Para esse agrupamento, o gerenciamento de RCC nos canteiros de obras depende da implantação do Plano de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil, pelas construtoras, antes da liberação do alvará de construção. Esse plano deve promover a interação entre os agentes intervenientes no processo, de acordo com a legislação municipal, para reaproveitamento ou a reciclagem dos RCC. Soma-se a isso, a elaboração de relatórios para acompanhamento e fiscalização do gerenciamento pelo órgão municipal competente.

Os benefícios econômicos e ambientais, além dos preliminares obtidos pelas construtoras, estendem-se ao longo do setor de reciclagem de RCC. Prova disso, é a importância dos processos de triagem e acondicionamento, pois se realizados poderiam: (a) reduzir o tempo de triagem nas usinas; (b) reduzir o teor de contaminantes nos AR; (c) aumentar a produtividade das usinas e (d) aumentar a qualidade e valor agregado aos materiais reciclados.

Ainda que os resultados desta etapa da pesquisa não possam ser generalizados, por se tratarem de nove estudos de caso em canteiros de obras de um município brasileiro, contemplando quinze profissionais da construção civil, pode-se verificar por meio dos resultados, um indicativo da situação em relação às práticas de gerenciamento de RCC e conhecimento da Resolução CONAMA n.307 (BRASIL, 2002).

6.4 REFERENTES AO AGRUPAMENTO DOS GESTORES

Internacionalmente a reciclagem dos RCC já é uma realidade em muitos países, principalmente, àqueles que apresentam profundas restrições de matérias-primas convencionais para uso na ICC, como Holanda, Japão e Alemanha. Nestes países, a ausência de AN parece ter sido elemento determinante do início do desenvolvimento deste segmento, porém, as pressões por melhores práticas ambientais, também, se revelou elemento importante na promoção de inovações de produto e de processo em momento subsequente.

No caso do Brasil, a escassez de AN é pontual. Assim, algumas localidades, situadas próximas a pedreiras, apresentam escassez de areia e abundância de brita e cascalho, como no município de Socorro, em São Paulo. Outras localidades como São José do Rio Preto e Piracicaba, localizadas próximas a leitos de rios arenosos, apresentam abundância de areia e escassez de brita e cascalho. Os produtos das usinas de reciclagem tendem a alinhar-se com a restrição de algum desses AN, de modo que em Socorro o principal produto seja a areia reciclada lavada, e em São José do Rio Preto e Piracicaba seja produzida a bica corrida.

Apesar da oferta de AN ainda não ser crítica no Brasil, está em claro processo sua redução, como relatado pelos gestores de usinas, indicando que esse segmento deverá se expandir para atendimento de uma demanda devido à expansão da Indústria da Construção Civil. Particularmente, nos próximos anos desta década, a necessidade de construção de grandes obras civis para que o país sedie eventos esportivos, dentre outros empreendimentos, gerarão pressão de demanda sobre os AN e deverá estimular o desenvolvimento do segmento de AR.

Se por um lado a redução de AN é uma realidade que se configura de forma heterogênea entre as diversas localidades, por outro, a pressão para que se produzam AR é homogênea no país, dada a necessidade de melhores práticas de reaproveitamento, reciclagem e destinação de recursos não-renováveis.

A resolução CONAMA n.307 impõe aos geradores de RCC e às autoridades municipais o correto gerenciamento desses resíduos. Observa-se, porém, que um percentual mínimo de municípios brasileiros possui PGIRCC que incluem usinas (34/5565, o que corresponde a 0,61% dos municípios brasileiros), demonstrando a falta de mecanismos que garantam o cumprimento da Resolução, bem como a aceleração da implantação de usinas.

O panorama das usinas de reciclagem de RCC no Brasil, no período que se estende da instalação da primeira usina em 1991 até 2008 revela um número igual de usinas públicas e

privadas, contudo, as usinas públicas foram as pioneiras. Apesar do pioneirismo, em 2008, cerca de 39% delas já estavam desativadas. No período anterior à implantação das usinas, seus idealizadores não vislumbravam o elevado potencial de geração e, concomitantemente, de reaproveitamento de RCC. Prova disso, é a baixa produtividade atribuída à maioria dos equipamentos de reciclagem das usinas públicas e de economia mista. Assim, a renovação dos equipamentos é fundamental para suprir, no futuro, a demanda regional por AR.

A década de 2000 assistiu ao florescimento das usinas privadas de reciclagem, as quais apresentaram melhor taxa de sobrevivência e aparecem no cenário nacional atual de forma predominante. A análise das entrevistas revela, porém, que o negócio das usinas de reciclagem tem como principais empecilhos para seu bom funcionamento: a qualidade de RCC e o desenvolvimento do mercado local de AR.

A qualidade de RCC, recebido pelas usinas, é totalmente dependente dos processos de segregação e acondicionamento, realizados no local de sua geração. Diante disso, para que se obtenham AR com boa qualidade e, portanto, maior valor agregado, há necessidade de modificação de processos nos canteiros de obras e nas empresas transportadoras de RCC. A SP 5, no entanto, consegue produto de maior valor ao reciclar, apenas, resíduos de concreto.

O mercado para AR ainda está em fase de abertura. Os AR são muito utilizados pelas próprias Prefeituras que controlam usinas de reciclagem, mas não são adquiridos da iniciativa privada pelas Prefeituras que não tem usinas. Outra situação refere-se aos AR de usinas privadas, utilizados por outros empreendimentos do mesmo controlador, sem alcançar o mercado.

O uso de AR torna-se uma prática sustentável, uma vez que minimiza o impacto ambiental causado pelos RCC, colaborando com a redução dos custos com a limpeza urbana e a saúde pública, devido à diminuição do número de áreas irregulares para sua disposição, é financeiramente viável e agrega valor à cadeia produtiva de materiais de construção. As ações institucionais públicas, nos últimos anos, favoreceram o surgimento da demanda por AR, já que esses impactos ambientais ocorrem na maioria dos municípios. Tal demanda pode ser sustentada pelo crescimento populacional conjugado à expansão das atividades da ICC.

Uma relação comparativa dos preços de AN/AR revela que os AR são significativamente mais baratos que os AN, em média, 3,25 vezes. Os custos de produção são baixos em um negócio que recebe pela matéria-prima, sendo que é possível que o recurso proveniente desse recebimento, seja suficiente para cobrir os custos operacionais das usinas privadas.

Entretanto, a comercialização de AR e artefatos de concreto, atualmente, é limitada. Por isso, esta ação poderia ser realizada por meio de uma ferramenta computacional disponibilizada no *site* da usina. Essa ferramenta poderia informar, em tempo real, o estoque de material disponível, facilitando o processo de comercialização.

As aplicações de AR são limitadas pela normatização insuficiente no país. A falta de um conjunto de normas e ensaios específicos, que subsidiem sua utilização na fabricação de concreto estrutural e outros materiais, impede que esses sejam utilizados em larga escala. A principal inovação identificada neste segmento nascente e que pode ser significativa em sua alavancagem são as usinas móveis, como a SP 5.

Não obstante, constatou-se que são elementos de influência significativa sobre o desenvolvimento desse novo segmento econômico: (a) a oferta local de AN; (b) a demanda local por AR; (c) a atuação do setor público local tanto na oferta quanto na demanda por AR; (d) a atuação das diversas esferas do poder público na regulamentação, regulação e fiscalização de práticas de uso e destinação final de RCC e (e) as características dos empreendedores, sejam eles do setor privado ou público.

Como foi observado, a reciclagem dos RCC é um tipo de negócio dependente das condições locais, que podem ser variáveis quando há construção de grandes empreendimentos. A proximidade da usina ao gerador de resíduos pode significar qualidade superior do mesmo, eliminar o custo e geração de gases de efeito estufa, proveniente do transporte até a usina, e efetivamente, prestar um serviço que contribua econômica, social e ambientalmente. Uma vez que as usinas do tipo móvel não apresentam limitação referente à distância, as mesmas poderiam ser deslocadas na malha urbana em função do crescimento imobiliário regional.

Em virtude da demanda de água pelas usinas, seria importante inserir durante a revisão das normas NBR 15112 (ANBT, 2004) e NBR 15114 (ANBT, 2004), a obrigação da construção de cisternas para captação da água pluvial, a partir do estudo do índice pluviométrico regional. O conhecimento desse índice colaboraria para o planejamento operacional da usina, durante o período de chuvas, reduzindo o tempo ocioso dos funcionários.

Desse modo seria interessante sob a ótica econômica a implantação da usina na zona rural, devido à redução na tarifa de energia para esse tipo de usuário, como já acontece nos municípios de Socorro, Guarulhos, Americana, São José do Rio Preto e BR 040, em Belo Horizonte. Contudo, estudos de impacto ambiental, deveriam preceder esta instalação, para minimizar possíveis impactos advindos da atividade de reciclagem.

Alguns elementos podem ser considerados como potenciais inibidores do processo de difusão de usinas, a serem investigados posteriormente. No surgimento de um novo segmento, como no caso de reciclagem dos RCC, a atratividade do negócio é fator decisivo para o empreendedor decidir pela sua entrada. A atratividade depende da oportunidade percebida e do grau de apropriabilidade dos ganhos sobre os investimentos feitos na abertura do negócio.

A percepção dos gestores deixa claro que existe oportunidade nesse segmento, porém, essa oportunidade local parece ser dependente da escassez de AN ou da implantação do PGIRCC. A apropriabilidade dos resultados neste caso é baixa e, portanto, fator que não estimula sua alavancagem. A baixa apropriabilidade advém da baixa complexidade do negócio, uso de equipamentos novos ou usados facilmente encontrados, mão de obra de baixa qualificação, ou seja, o segmento é pouco intensivo em conhecimento. Neste caso, há poucas barreiras à entrada para potenciais novos entrantes e pouco estímulo à inovação.

A indisponibilidade de dados sobre a geração municipal, estadual e nacional de RCC, dificulta o planejamento de estruturas para o gerenciamento, delimitando-se, a estudos isolados. Além disso, é imprescindível para o êxito deste processo, a elaboração, pelo poder público, de incentivos fiscais como isenções, redução de taxas e impostos sob equipamentos e serviços, no setor da reciclagem dos RCC, bem como ações de *marketing*, para estimular o consumo de materiais de construção reciclados no país.

O surgimento do segmento industrial de AR, que nasce no novo paradigma técnico-econômico, considerando a economia subordinada ao meio ambiente e não o contrário permite concluir que nesse novo paradigma a complexidade do problema da produção estende-se para além de um único agente individual, a empresa que produz, e até mesmo para além do setor privado. Surge, assim, a necessidade do desenvolvimento de um novo empreendedor que vise ganhos ambientais, sociais e econômicos não apenas para si, mas também para a coletividade. Esse novo empreendedor é um elemento indispensável ao desenvolvimento desse paradigma no setor privado, no setor público e no terceiro setor.

Alinhadas com este novo empreendedor são necessárias novas ‘superestruturas’, que aproximem e permitam funcionar em harmonia os referidos setores. A viabilidade econômica dos empreendimentos avaliada somente sob a lógica do lucro para o agente do setor privado, não é adequada ao novo paradigma e, portanto, há necessidade do estabelecimento e uso de métodos de avaliação da viabilidade dos empreendimentos que considerem além do lucro para o setor privado, o ganho social e ambiental dos mesmos.

6.5 REFERENTES AOS DEMAIS AGRUPAMENTOS

6.5.1 Pesquisadores internacionais

Nessa pesquisa, as entrevistas com pesquisadores internacionais possibilitaram uma contextualização da percepção dos mesmos sobre a reciclagem de RCC na Dinamarca, na Espanha e na Itália. Nesses países, a partir do final do século XX, verificou-se que as restrições ambientais referentes à exploração de AN, construção de novos aterros e legislação para uso de AR, em materiais de construção, impulsionaram a inserção de AR no mercado.

Soma-se a isso, o investimento massivo em pesquisa aplicada, pelo setor público e privado, alinhado ao uso de AR para pavimentação de estradas e fabricação de alguns materiais, na Espanha e na Dinamarca, onde o preconceito dos consumidores quanto à utilização desses materiais já foi superado. Enquanto isso, na Itália, devido às limitações da legislação e do preconceito, somente, as construtoras podem utilizar os AR de forma restrita.

Nesse contexto, verifica-se a existência de centenas de plantas móveis e fixas, que produzem AR a preço competitivo com os AN e com baixo teor de agentes contaminantes. Algumas dessas plantas possuem avançados sistemas de separação das fases dos RCC, produzindo material com elevado valor agregado.

Além disso, a obrigatoriedade da demolição seletiva das edificações e infraestruturas urbanas priorizam a reciclagem de RCC, no próprio canteiro de obras. Por fim, o desenvolvimento do referencial legal e normativo, embasado nas normas da União Europeia, também, contribui para a consolidação do setor da reciclagem nos países analisados.

6.5.2 Empresário do setor de reciclagem 1

O mercado de equipamentos de reciclagem, nacionais e importados, tende a aumentar nos próximos anos, impulsionado por investimentos públicos e privados em novas usinas, a partir do desenvolvimento do PGIRCC, nos municípios brasileiros. Entretanto, tendo em vista as limitações orçamentárias e legais das Prefeituras, os Estados poderiam reduzir os impostos sobre esses equipamentos, para incentivar a implantação de usinas pela iniciativa privada.

Ainda que existam poucas unidades em operação no país, verifica-se que as usinas de reciclagem móveis proporcionam mais vantagens, quando comparadas às usinas fixas, devido à mobilidade, compatível à dinâmica da Indústria da Construção Civil, e custos reduzidos para

instalação e operação. No entanto, independente do tipo de usina, faz-se necessário desenvolver equipamentos adequados a reciclagem de RCC.

Dessa forma, cabe aos empresários do setor de equipamentos de reciclagem conhecer as necessidades dos clientes, tais como recursos para investimento, área disponível para implantação, tipo de material a ser fabricado e produtividade desejada. Isso é necessário para que esse agente possa especificar os equipamentos apresentando, ao mesmo tempo, viabilidade técnica e econômica. A par disso, esse agente pode, inclusive, identificar possíveis mudanças operacionais nesses equipamentos no decorrer do tempo.

Soma-se a isso, a responsabilidade do representante e/ou técnico especializado, no treinamento dos funcionários da usina e seu acompanhamento, durante as fases de pré-operação, operação inicial e manutenção preventiva. Essas medidas são fundamentais para prolongamento da vida útil dos equipamentos, redução dos custos de manutenção corretiva e produção de materiais de qualidade. Nesse contexto, para desenvolvimento do mercado de AR no Brasil, faz-se necessário vencer os desafios em relação ao fornecimento de matérias-primas com baixo teor de contaminação, passíveis de reciclagem em equipamentos adequados e que subsidiem novas aplicações em materiais de construção.

6.5.3 Empresário do setor de reciclagem 2

A área de transbordo e triagem torna-se uma alternativa de destinação final nos seguintes casos: (a) em construtoras com dificuldade para triagem no canteiro de obra; (b) grande distância entre os aterros de RCC e os centros urbanos e (c) restrição de operação de usinas de reciclagem. Entretanto, os construtores devem solicitar uma cópia do controle de transporte de resíduos, bem como ter ciência sobre a licença para operação dessa área.

Essa área configura-se como um novo tipo de negócio, dentro do setor de reciclagem de RCC, na medida em que obtém recursos financeiros provenientes da recepção de RCC e da comercialização de resíduos (classes A e B), viabilizando, dessa forma, sua operação. Contudo, de forma semelhante às usinas, existem poucas ATT em operação.

Não obstante, há possibilidade de operação de outros negócios em paralelo a ATT, a saber: (a) empresa de transporte de RCC e ATT; (b) ATT e usina de reciclagem; (c) usina de reciclagem e aterro de RCC. Essa operação simultânea possibilitaria, ao empresário, redução de custos operacionais referentes ao transporte de RCC, matéria-prima, funcionários e outros. Prova disso, é a existência de operações similares nas usinas Irmãos Preto e Cemara.

A experiência de empresários, provenientes de outros setores, como mineração e transporte de RCC pode favorecer o desenvolvimento do mercado de AR. EMP 2 e EMP 1 foram alguns dos empresários pioneiros no país, respectivamente, na operação de ATT e comercialização de equipamentos / implantação de usinas. A análise dessas entrevistas indica que o setor expandirá, nos próximos anos, desde que haja parcerias entre agentes intervenientes, públicos e privados, e planejamento integrado de redes para recepção, triagem e reciclagem de RCC.

6.6 PERSPECTIVAS PARA INVESTIGAÇÕES FUTURAS

Diante da fase elementar do gerenciamento de resíduos em canteiro de obras e o desenvolvimento recente do mercado de AR no Brasil, sugere-se o desenvolvimento de algumas linhas de pesquisa, tendo em vista a realização de investigações futuras sobre o tema.

A primeira linha refere-se ao desenvolvimento de uma ferramenta computacional com interface homem-máquina amigável, que auxilie as construtoras na implantação do gerenciamento de resíduos no canteiro, na organização de documentos e dados referentes à geração de resíduos, conforme a etapa construtiva. O cruzamento desses dados possibilitaria a elaboração de indicadores, para avaliar e comparar a eficiência do gerenciamento de RCC ao longo do tempo e entre diferentes obras.

Em relação à segunda linha, recomenda-se a pesquisa de levantamento com uma amostra representativa nas seguintes categorias: (a) empresas construtoras do município de Vitória certificadas pela série ISO 9000; (b) pesquisadores brasileiros referentes à temática e (c) usinas de reciclagem de RCC, por região geográfica ou por Estado.

A terceira linha refere-se à realização do estudo de medidas de opinião e atitudes dos consumidores de AR, nos municípios com usinas de reciclagem privadas, através da aplicação de uma pesquisa de levantamento.

Em relação à quarta linha, indica-se a elaboração de um cadastro nacional das usinas de reciclagem, com dados básicos da unidade, como mapa de localização, endereço e telefones para contato, fotografias e vídeos institucionais. Tais informações seriam disponibilizadas no portal do Ministério do Meio Ambiente ou Ministério das Cidades.

Como quinta linha, recomenda-se a ampliação e a variação da amostra da pesquisa. Dessa forma, poderiam ser incluídos funcionários públicos da administração direta, como Secretários e Prefeitos, bem como representantes de associações de transporte de RCC.

E, por fim, recomenda-se a criação de um portal que congregue os distintos tipos de pesquisas sobre o gerenciamento e reciclagem de RCC, por meio de uma pesquisa documental e o desenvolvimento de um portal. Tal ferramenta poderia ser trilingue e colaborar para difusão do conhecimento técnico e científico entre os agentes envolvidos. Neste sentido, para ampliar a disseminação da temática em estudo, alguns artigos foram publicados a partir dos resultados intermediários da presente pesquisa¹.

¹ REMBISKI, F. D.; CALMON, J.L.; PINTO, M.de M. Análise das percepções de arquitetos e engenheiros sobre a gestão de resíduos da construção civil. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS NA CONSTRUÇÃO, 2; SEMINÁRIO SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 2, Maceió, 2011. **Anais...** Maceió: ANTAC, 2011.)

REMBISKI, F. D.; CALMON, J.L.; PINTO, M.de M. Recomendações para o desenvolvimento sustentável da indústria da construção civil no Espírito Santo. In: ENCONTRO DE ECONOMIA DO ESPÍRITO SANTO (I EEES), Vitória, 2010. **Anais...** Vitória: CORECON-ES, IJSN, BANDES, UFES, 2010.

REMBISKI, F. D.; CALMON, J.L.; PINTO, M.de M.; ARAÚJO, M.D. Gestão dos resíduos de construção e demolição: Estudos de caso em canteiros de obras. In: SUSTAINABLE BUILDING 2010 BRAZIL (SB10Brazil), 3, São Paulo, 2010. **Anais...** São Paulo: CBCS, 2010.

REMBISKI, F. D. CALMON, J.L.; PINTO, M.de M.; ARAÚJO, M.D. Gestão dos resíduos de construção e demolição: Análise da percepção dos profissionais da construção civil em canteiros de obras do município de Vitória (ES). In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 13, Canela, 2010. **Anais...** Canela: ANTAC, 2010.

REMBISKI, F. D.; CALMON, J.L.; PINTO, M.de M. Agregados reciclados de RCD: Diretrizes preliminares para inserção na cadeia produtiva da construção civil. In: SEMINÁRIO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E RECICLAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 9, São Paulo, 2009. **Anais...** São Paulo: IBRACON, 2009.

REMBISKI, F. D.; CALMON, J.L.; PINTO, M.de M. Construction and demolition wastes: applications, innovations and limitations of recycled aggregates in Brazil. In: WASTE MATERIALS IN CONSTRUCTION (WASCON 2009), Lyon (France), 2009. **Proceedings...** Lyon: EEDEMS, ISCOWA, 2009. (France), 2009. **Proceedings...** Lyon: EEDEMS, ISCOWA, 2009.

REFERÊNCIAS

ALFARO, A. T. S.; ALFARO, J. C.; PEREIRA FILHO, N. A. **Influência do ruído em uma usina de reciclagem de resíduos de construção civil**. 2005. 47 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Departamento de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa.

ALMEIDA, T.G.M. de; CARNEIRO, A.P.; ALBERTE, E.P.V.; CARELI, E.D.; RAMOS, R.M.C. Análise da implantação de programa de gestão diferenciada de resíduos em canteiro de obras. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 4, ENCONTRO LATINO AMERICANO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 1, 2005, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2005.

ANGULO, S. C. **Variabilidade de agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados**. 2000.155 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo.

ANGULO, S.C.; JOHN, V. M.; ULSEN, C. (2); KAHN, H. Caracterização de agregados de resíduos de construção e demolição reciclados separados por líquidos densos. In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL; ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10, 2004, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ANTAC, 2004.

ANGULO, S.C. **Caracterização de agregados de resíduos de construção e demolição reciclados e a influência de suas características no comportamento de concretos**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.167 f.

ASNANI, P.U. Municipal solid waste management in India. **Waste management workshop**, Cyprus, Nicosia, 1996.

ARAÚJO, M.D. **Gerenciamento de resíduos de construção e demolição em canteiros de obra: estudos de caso**. 92 f. Monografia (Trabalho de conclusão de curso em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória 2009.

ARAÚJO, N. M. C. ; MEIRA, A. R. ; NOBREGA, C. C. ; MEIRA, G. R. Empresas construtoras Pessoaenses x resolução nº 307 do CONAMA: pontos positivos e negativos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 4, ENCONTRO LATINO AMERICANO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 2005, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2005.

ARAÚJO, N.M.C. de; MEIRA, A.R.; MEIRA, G.R. Resolução n.307 do CONAMA: realidade ou utopia? In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 5, 2007, Campinas. **Anais...** Campinas: ANTAC, 2007.

ARAÚJO, V.M.; CARDOSO, F. F. Diretrizes para gestão ambiental em canteiros de obras. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 5, 2007, Campinas. **Anais...** Campinas: ANTAC, UNICAMP, 2007.

ARAUJO, J.M.de; GÜNTHER, W.M.R. Caçambas coletoras de resíduos da construção e demolição no contexto do mobiliário urbano: uma questão de saúde pública e ambiental. **Saúde e Sociedade**, São Paulo, v.16, n.1, p.145-154, jan./abr. 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2010**. 200 p. São Paulo: ABRELPE, 2011. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/download_panorama.php>. Acesso em: 29 abr. 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004/2004: Resíduos sólidos - Classificação**. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 15112/2004: Resíduos da construção civil e resíduos volumosos - Áreas de transbordo e triagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação**. Rio de Janeiro, 2004 a.

_____. **NBR 15113/2004: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes - Aterros - Diretrizes para projeto, implantação e operação**. Rio de Janeiro, 2004b.

_____. **NBR 15114/2004: Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação**. Rio de Janeiro, 2004c.

_____. **NBR 15115/2004: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação**. Rio de Janeiro, 2004 d.

_____. **NBR 15116/2004: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural**. Rio de Janeiro, 2004e.

ATHAYDE JÚNIOR, G.B.; FERRARI JÚNIOR, M.J.; PAULA, E. A. de; BORLINI, F. R.; DINIZ, M. D.; ALMEIDA, M. O. de. Viabilidade econômica de uma usina de reciclagem de entulhos em Governador Valadares – MG. 2003. Disponível em: <<http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/bds.nsf/cab3f008df2e175e03256d110062efc4/3dcbc3be6112afb783256f70006366cd?OpenDocument&TableRow=1.0#1>>. Acesso em: 31 maio 2010.

BASSAN, M. **Características do gerenciamento de resíduos de construção civil e do mercado de agregados reciclados na Itália**. 2009. Entrevista concedida a Fabrícia Delfino Rembiski pelo professor da Politécnica de Milão (Itália), São Paulo, 3 dez.2009. Gravada em inglês.

BANDEIRA DE MELLO, R. *Softwares em pesquisa qualitativa*. In: GODOI, C.K.; BANDEIRA DE MELLO, R.; SILVA, A. B. da (Org.). **Pesquisa qualitativa em estudos organizacionais: paradigmas, estratégias e métodos**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2010. p.429-460.

BEGUM, R.A.; SIWAR,C.; PEREIRA,J.J.; JAAFAR, A.H. A benefit–cost analysis on the economic feasibility of construction waste minimisation: The case of Malaysia. **Resources, Conservation and Recycling**, v.48, n.1, p.86-98, jul. 2006.

BEGUM, R.A.; SIWAR,C.; PEREIRA,J.J.; JAAFAR, A.H. Factors and values of willingness to pay for improved construction waste management – A perspective of Malaysian contractors. **Waste Management**, v.27, n.12, p. 1902–1909, 2007.

BEGUM, R.A.; SIWAR, C.; PEREIRA, J.J.; JAAFAR, A.H. Attitude and behavioral factors in waste management in the construction industry of Malaysia. **Resources, Conservation and Recycling**, v.53, n.6, p.321-328, abr. 2009.

BLENGINI, G.A.; GARBARINO, E. Resources and waste management in Turin (Italy): the role of recycled aggregates in the sustainable supply mix. **Journal of Cleaner Production**, v.18, n.10-11, p.1021-1030, jul. 2010.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução n. 307, de 5 de julho de 2002**. 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Acesso em: 11 out. 2009.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução n. 431, de 24 de maio de 2011**. 2011. Altera o art. 3º da Resolução n. 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente, estabelecendo nova classificação para o gesso. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=649>>. Acesso em: 2 jun. 2011.

BRASIL. Portaria MTb n.º 3.214, de 08 de junho de 1978. Dispõe sobre as atividades e operações insalubres, estabelecendo limite de tolerância de exposição para diversos agentes, que poderão causar danos a saúde do trabalhador. 85 f. Disponível em: <http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/nr_15.pdf>. Acesso em: 15 fev.2011.

BRASIL. Ministério das Cidades. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010b. 218 p. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoodevida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf>. Acesso em: 24 set. 2010.

BRASIL. Lei n.12305, de 2 de agosto de 2010. Dispõe sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, 3 ago. 2010. Seção 1, p.3-9.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de Pesquisas. Coordenação de População e Indicadores Sociais. Gerência de Estudos e Análises da Dinâmica Demográfica. **Projeção da População do Brasil por Sexo e Idade para o Período 1980-2050**. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/projecao_da_populacao/default.shtm>. Acesso em: 21 fev. 2011.

CALMON, J.L. Resíduos industriais e agrícolas para a construção civil. *In*: ISAIA, G. C. (Ed). **Materiais de Construção Civil e Princípios de ciência e Engenharia de Materiais**. São Paulo: IBRACON, 2007.p.1591-1627.

CARNEIRO, F. P.; NASCIMENTO, C. F.; GUSMÃO, A.D.; BARKOKÉBAS, B.; SOUZA, P. C. M. Análise dos benefícios gerados pela implantação de um modelo de gestão de resíduos em canteiros de obras de construção civil na cidade do Recife. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11, 2006, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ANTAC, 2006.

CARELI, E.D. **A Resolução CONAMA 307/2002 e as novas condições para gestão dos resíduos de construção e demolição**. 2008. 154 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia: Gestão, Desenvolvimento e Informação, Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo.

CARRIJO, P.M. **Análise da influência da massa específica de agregados graúdos provenientes de resíduos de construção e demolição no desempenho mecânico do concreto**. 2005. 129 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

CATAPRETA, C.A.A.; ALMEIDA, J. da C.; PEREIRA, A.H. de. Avaliação do desempenho das usinas de reciclagem de resíduos de construção civil de Belo Horizonte, Brasil. In: CONGRESSO INTERAMERICANO AIDIS, 31, Santiago, 2008. **Anais...** Santiago: AIDIS, 2008.

CHATEAU, L. Environmental acceptability of beneficial use of waste as construction material—State of knowledge, current practices and future developments in Europe and in France. **Journal of Hazardous Materials**, v.139, n.3, p.556-562, ago. 2007.

CHICK, A.; MICKLETHWAITE, P. **Specifying recycled: understanding** UK architects' and designers' practices and experience. **Design Studies**, v.25, n.3, 251-273, maio 2004.

CRESWELL, J.L. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2007. 248 p.

COSTA, D. B. ; CARNEIRO, A.P.; BURGOS, P.C.; ALBERTE, E. P.V. Viabilidade técnica e econômica para utilização de entulho reciclado de Salvador em pavimentação urbana. In: ENCONTRO NACIONAL, 2, ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 2001, Canela. **Anais...** Canela: ANTAC, 2001.

COSTA, M.D.; NÓBREGA, C.C. Situação dos resíduos sólidos de construção civil oriundos de construções verticais na cidade João Pessoa—PB—Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24, Belo Horizonte, 2009. **Anais....** Rio de Janeiro: ABES, 2009.

CUNHA, N.A. **Resíduos da construção civil: análise de usinas de reciclagem**. 2007.175 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

DURAN, X.; LENIHAN, H.; O'REGAN, B. A model for assessing the economic viability of construction and demolition waste recycling – the case of Ireland. **Resources, Conservation and Recycling**, v.46, n.3, p.302-320, mar. 2006.

EVANGELISTA, P.P. de A.; COSTA, D.B.; ZANTA, V.M. Alternativa sustentável para destinação de resíduos de construção classe A: sistemática para reciclagem em canteiros de obras. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 10, n. 3, p. 23-40, jul./set. 2010.

FARIAS, G.B.de L. de; NEVES, L.A. Análise Preliminar da Gestão dos Resíduos de Construção Civil em duas empresas Construtoras em Belém-PA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 52, 2010, Ceará. **Anais...** Ceará: IBRACON, 2010.

FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 405 p.

FOTOS Britex. Disponível em:< http://www.britex.com.br/BRITEX_SOLUCOES_AMBIENTAIS/gerdau.html>. Acesso em: 2 jun.2011.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002. 175 p.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2007. 206 p.

GODOY, A.S. Estudo de caso qualitativo. In: GODOI, C.K.; BANDEIRA DE MELLO, R.; SILVA, A. B. da (Org.). **Pesquisa qualitativa em estudos organizacionais: paradigmas, estratégias e métodos**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2010. p.115-146.

- GONÇALVES, M. A.; BLUMENSCHNEIN, R. **PEL-Programa Entulho Limpo** (Coleta Seletiva – Uma forma de tratar os resíduos sólidos gerados nos canteiros de obra). Grupo Gestor: Eco-Atitude, Sinduscon-DF e UnB. Disponível em: <www.sinduscondf.org.br/entulho.htm>. Acesso em: 06 ago. 2005.
- GONZALES, M.A.S., RAMIRES, M.V.V. Análise de gestão dos resíduos gerados dentro dos canteiros de obras. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 4, 2005, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: ANTAC, UFRGS, 2005.
- Guia profissional para uma gestão correta dos resíduos de construção. Tarcísio de Paula Pinto, Juan Luís Rodrigo Gonzáles (Coordenadores). São Paulo, CREA-SP, 2005. 44 p. Disponível em: <http://www.cepam.sp.gov.br/arquivos/sisnama/meio_ambiente_em_temas/manual_crea_ma.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2008.
- HASHIMOTO, S.; TANIKAWA, H.; MORIGUCHI, Y. Framework for estimating potential wastes and secondary resources accumulated within an economy – A case study of construction minerals in Japan. **Waste Management**, v. 29, n.11, p.2859-2866, nov. 2009.
- HENDRIKS, Ch. F.; NIJKERK, A.A.; VAN KOPPEN, A.E. **O ciclo da construção**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2007.250p.
- HSIAO, T.Y.; HUANG, Y. T.; YU, Y. H.; WERNICK, I. K. Modeling materials flow of waste concrete from construction and demolition wastes in Taiwan. **Resources Policy**, v.28, n.1-2, p. 39-47, mar./jun. 2002.
- JADOVSKI, I. **Diretrizes técnicas e econômicas para usinas de reciclagem de resíduos de construção e demolição**.2005. 177 f. Dissertação (Mestrado profissionalizante em Engenharia) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- JAILLON, L.; POON, C.S.; CHIANG, Y.H. Quantifying the waste reduction potential of using prefabrication in building construction in Hong Kong. **Waste Management**, v.29, n.1, p. 309-320, jan. 2009.
- JOHN, V.M. **Reciclagem de Resíduos na Construção Civil**: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. 2000. 113 f. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica, Departamento de Engenharia de Construção Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo,
- JOSEPH, K. Stakeholder participation for sustainable waste management. **Habitat International**, v.30, n.4, p.863–871, dez. 2006.
- KARPINSKI, L. A.; PANDOLFO, A.; PANDOLFO, L. M.; REINEHR, R.; GUIMARAES, J. Elaboração de uma ferramenta computacional com aplicação em web site para a gestão de resíduos de construção e demolição. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 12, 2008, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: ANTAC, 2008.
- KATZ, A.; BAUM, H. A novel methodology to estimate the evolution of construction waste in construction sites. **Waste Management**, v.31, n.2, p.353-358, fev. 2011.
- KIBERT, C.J. Deconstruction as an essential component of sustainable construction. In: Strategies for a Sustainable Built Environment, **Proceedings...** Pretoria, 23-25 August 2000. Disponível em: <<http://www.sustainablesettlement.co.za/event/SSBE/Proceedings/kibert.pdf>> Acesso em: 29 dez. 2008.

KORNHAUSER, A.; SHEATSLEY, B.P. Apêndice C – Construção de questionário e processo de entrevista. In: SELLTIZ, C. *et al.* **Métodos de pesquisa nas relações sociais**. São Paulo: EPU, EDUSP, 1975. p.613-657.

KOURMPANIS, B.; PAPADOPOULOS, A.; MOUSTAKAS, K.; STYLIANOU, M.; HARALAMBOUS, K.J.; LOIZIDOU, M. Preliminary study for the management of construction and demolition waste. **Waste Management & Research**, v.26, n.3, p.267-275, jun. 2008.

LAURITZEN, E.K. **Características do gerenciamento de resíduos de construção civil e do mercado de agregados reciclados na Dinamarca**. 2009. Entrevista concedida a Fabrícia Delfino Rembiski pelo consultor em engenharia da DEMEX A/S (Dinamarca) São Paulo, 4 dez.2009. Gravada em inglês.

LAVEE, D.; REGEV, U.; ZEMEL, A. The effect of recycling price uncertainty on municipal waste management choices. **Journal of Environmental Management**, v.90, n.11, p.3599–3606, ago. 2009.

LEITE, J.A.G.; NEVES, R.M. das; GOMES, M.de V.C.N. Diretrizes para gerenciar os resíduos sólidos de construção e demolição nos canteiros de obras verticais de Belém utilizando o método do ciclo PDCA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 25, Recife, 2009. Anais.... Rio de Janeiro: ABES, 2009.

LEVY, S.M. **Contribuição ao estudo da durabilidade de concretos, produzidos com resíduos de concreto e alvenaria**. 2001. 194 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

LEVY, S.M. Materiais reciclados na construção civil. In: ISAIA, G. C. (Ed). **Materiais de Construção Civil e Princípios de ciência e Engenharia de Materiais**. São Paulo: IBRACON, 2007. p.1629-1657.

LEVIN, J.; FOX, J.A. **Estatística para ciências humanas**. 9 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004. 497 p.

LOCALIZAÇÃO das usinas de São Paulo. Disponível em:< <http://maps.google.com.br>>. Acesso em: 30 maio 2011.

LÔRDELO, P. M., EVANGELISTA, P. P. A., FERRAZ, T. G. A. Programa de gestão de resíduos em canteiros de obras: método, implantação e resultados. 2007. **Artigo científico**. SENAI-BA, Salvador. 2007, 10 p.

LORDSLEEM JR., A.C.; SILVEIRA, A. M. ; OLIVEIRA, B. ; PIRES, G. ; LEITE, S. Implantação, monitoramento e ações para a gestão de resíduos: a experiência em canteiros de obras da cidade de São Paulo. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11, 2006, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ANTAC, 2006.p.1872- 1881.

MACULAN, L.S.; MARTINS, M.S.; PANDOLFO, A. Análise de viabilidade econômica na implantação de um centro de reciclagem de resíduos no município de Passo Fundo, RS. In: ENCONTRO DE SUSTENTABILIDADE EM PROJETO DO VALE DO ITAJAÍ, 2, 2008, Balneário Camboriú. **Anais...** Balneário Camboriú: UNIVALI, 2008.

MAITELLI, C.W.S.P.; MELO, L.B. D.D.; NASCIMENTO, M. V. N.; DE SOUSA, V. G. Potencial de utilização de concreto reciclado oriundo das centrais dosadoras e de resíduos de concreto provenientes de RCD (resíduos de construção e demolição) – o caso de Natal-RN. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 47, 2005, Olinda. **Anais...** Olinda: IBRACON, 2005.

MANFRINATO, J.W. de S.; ESGUÍCERO, F.J.; MARTINS, B.L. Implementação de usina para reciclagem de resíduos da construção civil (RCC) como ação para o desenvolvimento sustentável - estudo de caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28, 2008, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2008.

MARCONDES, F.C.S.; CARDOSO, F.F. Gerenciamento de resíduos de construção e demolição: a experiência de construtoras Paulistas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 4, ENCONTRO LATINO AMERICANO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 1, 2005, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2005.

_____. Proposta de método para planejamento operacional do sistema de gerenciamento de resíduos de construção e demolição para grandes geradores. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11, 2006, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ANTAC, 2006.

MARCONI, M.de. A.; LAKATOS, E.M. **Técnicas de pesquisa**: planejamento e execução de pesquisas, amostragem e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2007. 289 p.

MARIANO, L.S. **Gerenciamento de resíduos da construção civil com reaproveitamento estrutural**: estudo de caso de uma obra com 4.000 m². 2008. 110 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

MARINKOVIĆ, S.; RADONJANIN, V.; MALEŠEV, M.; IGNJATOVIĆ, I. Comparative environmental assessment of natural and recycled aggregate concrete. **Waste Management**, v.30, n.11, p.255–2264, nov. 2010.

MARTINS, G.B.; THEÓPHILO, C.R. **Metodologia da investigação científica para ciências sociais aplicadas**. São Paulo: Atlas, 2007. 225 p.

MAY, T. **Pesquisa social**: questões, métodos e processo. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

MELO, A.V.S. **Diretrizes para a produção de agregado reciclado em usinas de reciclagem de resíduos da construção civil**. 232 f. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental Urbana, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.

MERINO, M.del R.; GRACIA, P.I.; AZEVEDO, I.S.W. Sustainable construction: construction and demolition waste reconsidered. **Waste Management & Research**, v.28, n. 2, p.118-129, fev.2010.

MIRANDA, L.F. R; ANGULO, S.C.; CARELI, E.D. A reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil: 1986-2008. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.9, p.55-71. jan./mar.2009.

MIZUMOTO, C.; SEGANTINI, A.A. da S.; SALLES, F.M. Pavimentos intertravados com agregados reciclados de concreto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 49, 2007, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: IBRACON, 2007.

MULDER, E.; DE JONG, T.P.R.; FEENSTRA, L. Closed Cycle Construction: An integrated process for the separation and reuse of C&D waste. **Waste Management**, v.27, n.10, p.1408–1415, 2007.

NASCIMENTO, R.A. **Produção de areia reciclada lavada de resíduos classe A da construção civil**: contribuição ao desenvolvimento de processo via úmida na usina de Socorro/SP.2006. 251 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

- NASCIMENTO, R.A. **Relatório de visita a usina de reciclagem de RCC de Americana (SP)**. 11 p. 19 nov.2007. [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <frembiski@gmail.com> em 17 nov.2009.
- NIANG, A. N; SOARES, C.A.P. Canteiros sustentáveis: recomendações para a realidade brasileira sob a ótica do programa experimental francês Chantiers Verts. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10, 2004, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ANTAC, 2004.
- NUNES, K.R.A. **Avaliação de investimentos e de desempenho de centrais de reciclagem para resíduos de construção civil e demolição**. 2004. 276f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- NUNES, K.R.A.; MAHLER, C.F.; VALLE, R.de A. Diagnósticos das gestões municipais de resíduos sólidos de construção. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23, 2005, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: ABES, 2005.
- NUNESMAIA, M.de. F. A gestão de resíduos e suas limitações. **Revista Baiana de Tecnologia**, Salvador, v.17, n.1, p.120-129, jan/abr.2002. Disponível em: <www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd48/limitacoes.pdf>. Acesso em: 15 jul.2009.
- NUNESMAIA, M.de. F. **Gestion de déchets urbains socialement intégrée: le cas Brésil**. 279 f. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais). Université Cergy-Pontoise, Cergy-Pontoise, 2001.
- OKIMOTO, F.S.; FRUTEIRO, C.S. Proposta de implementação de uma central de resíduos de construção e demolição em Presidente Prudente/SP. In: ENCONTRO NACIONAL, 5, ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADE SUSTENTÁVEIS,3, 2009, Recife. **Anais...** Recife: ANTAC, 2009.
- OTTAIANO, L.M.B. **Gestão de resíduos na construção civil: percepção ambiental dos alunos de arquitetura e engenharia**. 94f. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental) - Faculdade Brasileira (UNIVIX), Vitória, 2007.
- PANDOLFO, A.; BRANDLI, L. L. ; BERTOLETTI, R.; PANDOLFO, P.; REINEHR, R. ; KUREK, J. Abordagem inicial para implantar uma gestão de resíduos em canteiros de obras. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 5, 2007, Campinas. **Anais...** Campinas: ANTAC, UNICAMP, 2007.
- PAPPU, A.; SAXENA, M.; ASOLEKAR, S.R. Solid wastes generation in India and their recycling potential in building materials. **Building and Environment**, v.42, n.6 , p.2311–2320, jun. 2007.
- PETKOVIC, G.; ENGELSEN,C.J.; HÅØYA, A-O.; BREEDVELD,G. Environmental impact from the use of recycled materials in road construction: method for decision-making in Norway. **Resources, Conservation and Recycling**, v.42, n.3, p.249–264, nov. 2004.
- PINTO, T.de P.; GONZÁLES. J. L. R. (Coord.). **Manejo e gestão de resíduos da construção civil**. Manual de orientação: como implantar um sistema de manejo e gestão nos municípios. Brasília: CAIXA, 2005 a. v.1.196 p.
- PINTO, T.de P.; GONZÁLES. J. L. R. (Coord.). **Manejo e gestão de resíduos da construção civil**. Manual de orientação: procedimentos para a solicitação de financiamento. Brasília: CAIXA, 2005b. v.2. 68 p.

PINTO, T.P. **Metodologia para gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 189f. 1999. Tese (Doutorado em Engenharia) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo.

PORTER, M. E. **Estratégia competitiva: técnicas para análise de indústrias e da concorrência**. 7 ed. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1991.

PROGRAMA para correção das deposições e reciclagem em Belo Horizonte. Belo Horizonte: Secretaria de Limpeza Urbana, I&T, 1993.89p. (datilografado).

REGGIO, A.; OHASHI, T. Novo panorama para resíduos de construção e demolição (RCD). **Areia e Brita**, São Paulo, v.,n.44 p.26-27, Outubro/Novembro/Dezembro 2008. Disponível em: < http://www.anepac.org.br/21/pdf_revistas/044.pdf> Acesso em: 20 jul. 2009.

REMBISKI, F. D. **Arquitetura e Sustentabilidade: Reciclagem de Resíduos da Construção Civil**. 157f. 2007. Monografia (Projeto de Graduação em Arquitetura e Urbanismo). Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.

REMBISKI, F. D. ; ALVAREZ, C. E. ; BISSOLI, M. Diretrizes projetuais alicerçadas no conceito de sustentabilidade para implantação de um Centro de reciclagem e pesquisa dos resíduos de construção e demolição. In: CONGRESO INTERAMERICANO DE RESIDUOS SÓLIDOS, 3, 2009, Buenos Aires. **Anais...** Buenos Aires: AIDIS, 2009.

REMBISKI, F. D. CALMON, J.L.; PINTO, M.de M.; ARAÚJO, M.D. Gestão dos resíduos de construção e demolição: Análise da percepção dos profissionais da construção civil em canteiros de obras do município de Vitória (ES). In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 13, Canela, 2010. **Anais...** Canela: ANTAC, 2010.

REMBISKI, F. D.; CALMON, J.L.; PINTO, M.de M. Análise das percepções de arquitetos e engenheiros sobre a gestão de resíduos da construção civil. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS NA CONSTRUÇÃO, 2; SEMINÁRIO SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 2, Maceió, 2011. **Anais...** Maceió: ANTAC, 2011.

RICCI, G.; BALBO, J.T. Estudo de resistências e módulo de elasticidade do concreto compactado com rolo com agregados reciclados de construção e de demolição para pavimentação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 50, 2008, Salvador. **Anais...** Salvador: IBRACON, 2008.

RICHARDSON, R.J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2007.334 p.

RINO, C.A.F.; MARAN, D.J. Gestão dos resíduos de construção civil no município de Ribeirão Preto – SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23, 2005, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: ABES, 2005.

ROSA, M.P. da; HOCHHEIM, N. Viabilidade econômico-financeira e benefícios ambientais da implantação de uma usina de reciclagem de resíduos da construção civil produzidos em Florianópolis-SC. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11, 2006, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ANTAC, 2006.

ROUSSAT, N.; DUJET, C.; MÉHU, J. Choosing a sustainable demolition waste management strategy using multicriteria decision analysis. **Waste Management**, v.29, n.1 , p.12–20, jan. 2009.

SAMPAIO, A.M.M; KLIGERMAN, D.C.; FERREIRA JÚNIOR, S. Dengue, related to rubble and building construction in Brazil. **Waste Management**, v.29, n.11, p.2867–2873, nov. 2009.

SCRIBE.EXE: Express Scribe Transcription Playback Software. Versão 5.01. Austrália: NCH Software, 2010. Disponível em: <<http://www.nch.com.au/scribe>>. Acesso em: 11 jan.2010.

SCHNEIDER, D.M.(a). Plano de Gestão Sustentável para Resíduos e Cooperação Técnica. In: SEMINÁRIO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS- LIXO E ENTULHO - RECURSOS RECICLÁVEIS, 2003, Atibaia. **Anais...** Atibaia: JICA, Prefeitura de Atibaia, 2003. 49p.

SCHNEIDER, D.M. (b). **Deposições Irregulares de Resíduos da Construção Civil na Cidade de São Paulo**. 2003. 130 f. Dissertação (Mestrado em Saúde pública) - Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SELLTIZ, C.; WRIGHTSMAN, L.; COOK, S.; KIDDER, L. Coleta de Dados – II Questionários e entrevistas. In: SELLTIZ, C. *et al.* **Métodos de pesquisa nas relações sociais**. São Paulo: EPU, EDUSP, 1975. p. 264-311.

SILVA, J.C. da *et al.* Reciclagem de entulho da construção civil. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 10, ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 6, 2006, São José dos Campos. **Anais....** São José dos Campos: UNIVAP, 2006.

SILVA, M.C.E.S.P. da. **Sistema de gestão de segurança e saúde no trabalho em usinas de reciclagem de entulho**: um estudo da exposição ocupacional ao ruído. 2006. 179 f. Monografia (Especialização em Gestão Integrada da Qualidade, Meio Ambiente, Segurança e Saúde no Trabalho e Responsabilidade Social) - Centro Universitário SENAC, São Paulo.

SILVA, P.J.; BRITO, M.J. de. Práticas de gestão de resíduos da construção civil: uma análise da inclusão social de carroceiros e cidadãos desempregados. **GESTÃO & PRODUÇÃO**, v.13, n.3, p.545-556, set-dez. 2006.

SILVERMAN, D. **Interpretação de dados qualitativos**: métodos para análise de entrevistas, textos e interações. 3 ed. Porto Alegre: ArtMed, Bookman, 2009. 376 p.

SOUZA, U. E. L.; PALIARI, J. C.; AGOPYAN,V.; DE ANDRADE, A. C. Diagnóstico e combate à geração de resíduos na produção de obras de construção de edifícios: uma abordagem progressiva. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 4, n. 4, p. 33-46, out./dez. 2004.

STENIS, J. Construction waste management based on industrial management models: a Swedish case study. **Waste Management & Research**, v.23, n.1, p.13–19, fev. 2005.

STERNIERI,L.C.; PIMENTEL, L.L.; LINTZ, R.C.C. Análise dos benefícios gerados pela implantação de modelo de gestão de resíduos em canteiros de obras de construção civil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 50, Salvador, 2008. **Anais...** São Paulo: IBRACON, 2008.

STRAUSS, A. L.; CORBIN, J. **Pesquisa qualitativa**: técnicas e procedimentos para o desenvolvimento de teoria fundamentada. 2 ed. Porto Alegre: ArtMed, Bookman, 2008. 288 p.

TAM; V.W.Y.; TAM, C.M. A review on the viable technology for construction waste recycling. **Resources, Conservation and Recycling**, 47, n.3, p.209–221, jun. 2006.

TAM, V.W.Y. On the effectiveness in implementing a waste-management-plan method in construction. **Waste Management**, v. 28, n.6, p.1072–1080, 2008.

TAM, V.W.Y.; TAM, L.; LE, K.N. Cross-cultural comparison of concrete recycling decision-making and implementation in construction industry. **Waste Management**, v.30,n.2, p. 291–297, fev. 2010.

TELES, R.C.; ASSUNÇÃO, L.T. de; JESUS, L. de F.O. de. Principais aplicações dos resíduos de construção e demolição (RCD) visando a redução e o reaproveitamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 49, 2007, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: IBRACON, 2007.

UNION EUROPÉENNE DES PRODUCTEURS DE GRANULATS (European Aggregates Association). UEPG Annual Review 2009 – 2010. Bélgica: UEPG, 2010. Disponível em: <<http://www.uepg.eu/index.php?pid=7>>. Acesso em: 14 jan. 2011.

VALENÇA, M.Z.; WANDERLEY, L.S.O.; MELO, I.V. de. O papel das empresas de coleta e transporte na gestão integrada e sustentável dos resíduos da construção civil na cidade do Recife: o que mudou com a resolução CONAMA 307/2002? In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE, 9, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FEA/USP; FGV/EAESP, 2007.

VALENÇA, M.Z.; WANDERLEY, L.S.O.; MELO, I.V. de. Gestão dos Resíduos Sólidos da Construção Civil: por uma prática integrada de sustentabilidade empresarial. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 26, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: ABREPRO, 2006.

VAZQUEZ, E. **Características do gerenciamento de resíduos de construção civil e do mercado de agregados reciclados na Espanha.** 2009. Entrevista concedida a Fabrícia Delfino Rembiski pelo professor da Universidade Politécnica da Catalunha (Espanha), São Paulo, 3 dez. 2009. Gravada em espanhol.

ZORDAN, S.E. **A utilização de entulho como agregado na confecção do concreto.** 1997. 140 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade de Estadual de Campinas, Campinas.

WIMALASENA, B. A. D. S.; MADANAYAKE, H. L. S. P.; WEERASINGHE, I. P. T. R.; RUWANPURA, J. Y.; HETTIARATCHI, J. P. A. Recycling as a construction waste management technique. **Waste and Resource Management**, v.163,n.2, p. 49–58, maio 2010.

WILLIAMS, M. *Surveys sociais: do desenho à análise.* In: MAY, T. **Pesquisa social: questões, métodos e processo.** 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.109-143.

YAHYA, K.; BOUSSABAIN, A.H. Eco-costing of construction waste. **Management of Environmental Quality: An International Journal**, v.17, n.1, p. 6-19, 2006.

YIN, R. K.; BATEMAN, P. G.; MOORE, G. B. Case Studies and Organizational Innovation: strengthening the Connection. **Science Communication**, vol. 6, n. 3, p. 249-260, mar. 1985.

YIN, R.K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 2010. 248p.

YOST, P.A.; HALSTEAD, J.M. A methodology for quantifying the volume of construction waste. **Waste Management & Research**, v. 14, n.5, p. 453–461, set. 1996.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Recomendações para treinamento da pesquisadora

Baseado em: SELLTIZ et al. (1975); KORNHAUSERA, SHEATSLEY(1975)

1. Com relação à preparação do entrevistador

- Deve **repassar a ordem das perguntas** antes de sair de casa, para tirar alguma dúvida quanto à seqüência e conferir o **material necessário** para a entrevista (mp3, câmera fotográfica, cópias do formulário e diário de visita, caneta e outros).
- Deve compreender integralmente o objetivo geral de cada pergunta, conhecendo exatamente o que precisa medir nas respostas.
- O entrevistador deve usar roupas discretas, que não influam nos respondentes de classe mais humilde. Além disso, deve entrevistar em particular, evitando assim a influência na resposta de uma terceira pessoa, por exemplo, um colega de trabalho.
- A qualidade da entrevista depende do **planejamento** adequado do estudo. Quanto melhor o entrevistador, menor o número de erros que ele fará.

2. Com relação ao ambiente da entrevista

- O entrevistador deve chegar pelo menos **dez minutos** antes do horário marcado, para evitar atrasos e atropelos durante a realização da entrevista.
- A entrevista flexibiliza a obtenção da informação, pois a maioria das pessoas prefere falar a escrever e ficam “honradas”, por serem selecionadas para entrevista.
- É importante a **verificação da validade da resposta**, durante a entrevista. Para tanto, o entrevistador deve adotar uma linguagem informal com o respondente.
- A entrevista permite que o respondente questione o entrevistador sob alguns aspectos em relação às perguntas.

3. Com relação a introdução da entrevista

- A apresentação do entrevistador deve ser **rápida, informal e positiva**.
- O entrevistador deve citar que a entrevista já foi aplicada anteriormente, mas evitar citar o nome das construtoras que responderam.

4. Com relação à postura do entrevistador

- Deve ser **amistoso**, delicado, acessível e imparcial. Não deve ser muito sério, nem muito agitado; nem muito falador, nem muito tímido. Deve estimular um **clima de liberdade e honestidade** da expressão entre ele e o respondente.
- Realiza o trabalho de **um repórter**, por isso obter uma resposta específica e completa é talvez a parte mais difícil do seu trabalho. Pois, frequentemente as pessoas limitam ou “enfeitam” suas opiniões e respondem as questões parcialmente.
- Deve **aceitar naturalmente** todas as opiniões e nunca demonstrar surpresa ou desaprovação diante do entrevistado.
- Nunca deve apresentar suas opiniões pessoais. **A missão é obter e não dar opiniões**.
- Deve **desestimular** conversas que não estejam ligadas à entrevista e procurando conservar o respondente dentro do assunto.
- Em caso de dúvida do respondente, o entrevistador pode **repetir a pergunta vagarosamente, com acentuação e pausas adequadas**. Nesse caso, o entrevistador pode apresentar explicações planejadas anteriormente. Caso isso não seja suficiente para compreensão, deve-se anotar tal situação na folha de respostas.

5. Com relação ao respondente

- Deve **estar à vontade** de forma que fale livre e integralmente.
- Às vezes pode parecer que o respondente já forneceu a resposta na pergunta anterior, sobre sua opinião da pergunta seguinte. Mesmo assim, **o entrevistador precisa fazer a pergunta seguinte**.
- Caso a pessoa selecionada para entrevista não compareça e envie outra em seu lugar, isso deverá ser escrito na pesquisa, para não prejudicar a amostra.

6. Com relação às perguntas

- O entrevistador deve **conhecer as perguntas** muito bem, para apresentá-las em tom de conversa e não em tom de leitura forçada.
- Deve evitar “pular” a ordem das perguntas.
- Devem lembrar a importância da **apresentação exata de cada pergunta**, com as mesmas palavras, pois uma pequena modificação na pergunta pode mudar a intenção da resposta do respondente.

- As perguntas devem ser apresentadas com as **mesmas palavras** e na mesma **ordem** para todos os respondentes.
- Se a pergunta for fechada, o entrevistador deve somente assinalar a resposta do respondente. Nesse tipo de questionário, os **erros** e as **omissões** no registro constituem uma **fonte frequente de erros** dos entrevistadores. Não se deve solicitar a explicação do respondente, mas se ele quiser justificar, o entrevistador deverá anotar sua resposta. Esse tipo de **informação espontânea** colabora muito com o resultado do trabalho.
- Se a pergunta for aberta, o entrevistador deve **registrar integralmente a resposta**. Neste caso, é importante a realização de registros completos, palavra por palavra.
- A **explicação improvisada** das perguntas é **totalmente proibida**, pois pode mudar a opinião do respondente. Deve limitar-se à simples repetição da pergunta, quantas vezes for necessário, ou parte desta, ou com verificações não-orientadoras.

7. Com relação às respostas

- O entrevistador deve **diferenciar** os possíveis tipos de respostas “**não sei**”.
- Deve estar preparado para **escrever logo** após a pergunta, enquanto o respondente fala. Para tanto, deve usar **abreviações comuns**, **riscar os erros cometidos**, e buscar, principalmente, não acelerar o ritmo de suas anotações através do registro de algumas palavras fundamentais em pontos diferentes.
- Deve ter o hábito automático de perguntar a si mesmo, depois de cada resposta recebida: “**Será que isso responde integralmente a pergunta que fiz? Será que o respondente não respondeu a pergunta de maneira inadequada ou incompleta?**” Caso contrário deve perguntar ao respondente: “Você gostaria de complementar sua resposta?”
- Durante todo o tempo, o entrevistador deve ter o cuidado de **não sugerir uma possível resposta**.
- Deve-se **verificar o conteúdo escrito no formulário e registrado no mp3, imediatamente, após sua realização**, no mesmo dia da entrevista. Isso é necessário para evitar erros como a caligrafia ilegível, esquecimento de situações e registro esquemático de respostas. A omissão ou o registro inexato de uma resposta pode invalidar todo o questionário.
- Não se deve corrigir a **seqüência das idéias** ditas pelo respondente (gírias, erros de vocabulário e outros). Dessa forma, **retira-se a autenticidade das palavras** do respondente e se modifica a entrevista a favor do entrevistador.
- O entrevistador deve **evitar a deformação da informação**, durante a análise do questionário, “interpretando-a” de modo a beneficiar sua pesquisa. Geralmente, os entrevistados tendem a selecionar, de longas respostas, as partes que mais de perto se conformam às suas expectativas ou opiniões e abandonam o resto.
- Deve registrar a **resposta** de forma **integral e exata**.

APÊNDICE B – Síntese da estruturação dos questionários aplicados na pesquisa

Questionário piloto			Pesquisadores nacionais			Usinas de reciclagem		
N.	Agrupamento	NQ ⁽¹⁾	N.	Agrupamento	NQ	N.	Agrupamentos	NQ
1	Utilização de resíduos no canteiro	3	1	Pesquisa com agregados reciclados	4	1	Identificação da Usina	9
2	Resíduos de construção civil	2	2	Resíduos de construção civil	2	2	Linhas de produtos	11
3	Legislação	2	3	Agregados reciclados	3	3	Compradores e seu comportamento	5
4	Agregados reciclados	3	4	Legislação	2	4	Produtos substitutos	2
5	Mercado	4	5	Mercado	9	5	Crescimento	6
6	Identificação do entrevistado	5	6	Identificação do entrevistado	3	6	Tecnologia de produção e distribuição	10
Total de questões		19	Total de questões		23	7	Marketing e vendas	4
Construtoras			Pesquisadores internacionais			8	Mercado	4
N.	Agrupamentos	NQ	N.	Agrupamento	NQ	9	Fornecedores	3
1	Gestão de resíduos	6	1	Histórico	2	10	Canais de distribuição	2
2	Resíduos de construção civil	9	2	Compradores e seu comportamento	1	11	Inovação	3
3	Legislação	2	3	Tecnologia de produção e distribuição	1	12	Concorrentes	2
4	Agregados Reciclados	7	4	Mercado	3	13	Meio Social, Político e Legal	8
5	Mercado	4	5	Inovação	2	14	Meio macroeconômico	4
6	Identificação da empresa	3	6	Instrumentos Legais	1	15	Identificação do entrevistado	4
7	Identificação do entrevistado	4	Total de questões		10	16	Características do mercado	3
Total de questões		35	Total de questões		10	17	Características produtivas	5
Total de questões		19	Total de questões		23	Total de questões		85

Nota: (1) NQ= Número de questões em cada agrupamento

APÊNDICE C – Roteiro do questionário dos pesquisadores nacionais**AGRUPAMENTO 1 - Pesquisa com agregados reciclados**

1.1 Você já desenvolveu algum material de construção ou processo, em escala piloto ou em laboratório, que incorporasse agregados reciclados de resíduos de construção civil (RCC)? *Caso você tenha respondido não, siga para pergunta 4.1. Sim Não*

1.2 Qual tipo de resíduo utilizou em suas pesquisas?

- Resíduos cerâmicos Resíduos de madeira Resíduos de concreto
 Resíduos metálicos Resíduos mistos Resíduos de gesso
 Resíduos produzidos em laboratório Outro resíduo. Qual? _____
 Resíduos de tinta

1.3 Qual produto com agregados reciclados você já desenvolveu?

- Bloco de vedação estrutural Bloco de vedação não-estrutural Bloco de solo-cimento
 Tijolo de solo-cimento Concreto estrutural Concreto não-estrutural
 Argamassa Base ou sub-base para pavimentação Outro. Qual? _____

1.4 Há quanto tempo você realiza pesquisas com agregados reciclados? ____ anos

AGRUPAMENTO 2 - Resíduos de construção civil

2.1 As características dos projetos arquitetônico, estrutural e complementares podem influenciar no volume de resíduos de construção civil de uma edificação? Por quê?

- Sim Não

2.2 Quais medidas deveriam ser tomadas para evitar a geração dos RCC?

- Racionalização dos projetos Especificação e aquisição de materiais de qualidade
 Treinamento da mão de obra Adoção de práticas de logística no canteiro de obras
 Outra medida. Qual? _____

AGRUPAMENTO 3 - Agregados reciclados

3.1 Considerando as atuais técnicas e usinas de reciclagem, qual a sua opinião sobre a qualidade dos agregados reciclados produzidos no Brasil:

- Apresentam propriedades superiores as propriedades dos agregados naturais
 Apresentam propriedades similares as propriedades dos agregados naturais
 Apresentam propriedades inferiores as propriedades dos agregados naturais
 Outra opinião. Qual? _____

3.2 Em sua opinião, quais fatores podem influenciar a qualidade e a variabilidade dos agregados reciclados produzidos no Brasil?

3.3 Os requisitos de desempenho (Exemplo: propriedades químicas, físicas e mecânicas) dos agregados reciclados deveriam ser controlados nas usinas de reciclagem periodicamente?

3.5 Em sua opinião, quais deveriam ser as entidades responsáveis pelo avanço das atuais leis e normas referentes a gestão do RCC e a utilização dos agregados reciclados no Brasil? Assinale-as.

- Órgãos ambientais em nível regional e nacional Câmara dos deputados
 Sindicatos da Indústria da Construção civil Prefeituras
 Associação Brasileira de Normas Técnicas Câmara dos vereadores
 Conselho Nacional do Meio Ambiente Centros de Pesquisa
 Outra entidade. Qual? _____

APÊNDICE D – Roteiro para entrevista dos profissionais da construção civil**AGRUPAMENTO 1 - Gestão do resíduo de construção civil**

1.1) A empresa na qual você trabalha possui coleta seletiva de entulho, também chamado resíduo de construção civil (RCC)? Caso tenha respondido Não, siga para a pergunta 2.1. () Sim () Não* () Não respondeu

1.2) Há quanto tempo sua empresa realiza a coleta seletiva de RCC? _____ anos

1.3) Sua empresa promove treinamentos sobre a coleta seletiva do RCC no canteiro de obras?

() Sim* () Não () Não respondeu

1.4) Caso você tenha respondido sim na pergunta anterior, qual o cargo do funcionário responsável por este treinamento?

() Estagiário () Técnico em Edificações () Mestre de obras
() Empreiteira () Técnico em Segurança do Trabalho () Engenheiro
() Arquiteto () Consultor externo () Outro. Qual?

1.5) Em sua opinião quais os principais benefícios originados da coleta seletiva do RCC em sua empresa?

() Redução do número de acidentes com os operários
() Maior limpeza e organização do canteiro de obras
() Redução da quantidade do RCC gerado durante a obra
() Redução do custo com o transporte do RCC
() Obtenção de lucro a partir da venda dos materiais recicláveis presente no RCC
() Reaproveitamento de parte do RCC no próprio canteiro de obras
() Promoção da conscientização ambiental dos funcionários
() Outra melhoria. Qual? _____

1.6) Você mudaria alguma coisa na coleta seletiva do RCC em sua empresa? Por quê?

() Sim () Não () Não respondeu

AGRUPAMENTO 2 - Resíduos de construção civil

2.1) Em sua opinião, quais fases da obra geram maior quantidade de resíduos?

() Serviços iniciais () Movimentação de terra () Fundação
() Estrutura () Instalações prediais () Alvenaria
() Cobertura () Revestimento () Piso e pavimentação
() Pintura () Limpeza final () Não respondeu
() Outra fase. Qual? _____

2.2) As características dos projetos de uma edificação podem influenciar no volume de resíduos gerados durante a obra?

() Sim () Não

Por quê? _____

2.3) Quais medidas deveriam ser tomadas para evitar a geração dos RCC?

() Adoção de práticas de logística no canteiro de obras () Racionalização dos projetos
() Especificação e aquisição de materiais de qualidade () Treinamento da mão de obra
() Outra. Qual? _____

2.4) Você já reutilizou o RCC em alguma etapa da edificação? *Caso você tenha respondido não, siga para pergunta 2.7. () Sim () Não*

2.5) Qual tipo de resíduo você já reutilizou em uma obra?

() Resíduos cerâmicos () Resíduos de concreto () Resíduos mistos
() Resíduos de solo () Resíduos metálicos () Resíduos de madeira
() Resíduos de gesso () Outro resíduo. Qual? _____

4.6) Caso você tenha respondido sim, para qual aplicação?

4.7) Em sua opinião, quais deveriam ser as entidades responsáveis pelo avanço das atuais normas para utilização dos agregados reciclados no Brasil? Assinale-as.

- Órgãos ambientais em nível regional e nacional Centros de Pesquisa
 Sindicatos da Indústria da Construção Civil Prefeituras
 Associação Brasileira de Normas Técnicas Câmara dos vereadores
 Conselho Nacional do Meio Ambiente Câmara dos deputados
 Outro. Qual? _____

AGRUPAMENTO 5 - Mercado

5.1) Em sua opinião nos próximos anos aumentará o consumo de agregados reciclados no Brasil?

- Sim Não A situação permanecerá como está

Por quê? _____

5.2) Em sua opinião, quais medidas seriam necessárias para inserir materiais de construção com agregados reciclados no mercado?

5.3) Quais setores da construção civil poderiam utilizar em larga escala os agregados reciclados?

- Edificações de interesse social Construção pesada Edificações residenciais
 Edificações industriais, comerciais e outros Outro setor. Qual? _____

5.4) Utilize esse espaço para realizar outros comentários que considere relevante sobre os AR e os RCC.

AGRUPAMENTO 6 - Identificação da empresa

6.1) Em qual município se localiza a sua obra?

- Cariacica Viana Vila Velha Vitória Serra

6.2) Qual o número de funcionários na empresa em que trabalha?

- De 5 a 29 De 30 a 49 De 50 a 99 De 100 a 249 De 250 a 499 Com 500 e mais

6.3) Qual (is) das certificações listadas abaixo sua empresa possui?

- NBR ISO 9000 NBR ISO 14000 NBR ISO 18000 Outra certificação. Qual? _____

AGRUPAMENTO 7 - Identificação do entrevistado

7.1) Há quanto tempo você trabalha no setor da construção civil? ____ anos

7.2) Qual o curso de nível mais elevado que possui? Em qual área?

- Ensino médio Técnico Ensino superior Especialização *lato sensu*
 MBA Mestrado Doutorado Outro

7.3) Qual o ano de conclusão e a instituição de ensino do mesmo?

7.4) Onde você trabalha atualmente?

- Prefeitura Iniciativa privada Consultoria Profissional liberal
 Pesquisa e ensino Outro Não trabalho Não respondeu

APÊNDICE E – Roteiro para entrevista dos gestores das usinas de reciclagem**AGRUPAMENTO 1 - Identificação da Usina**

1. Há quanto tempo esta usina está em operação?

2. Quais foram às principais dificuldades observadas durante sua implantação?

3. Desde a implantação ocorreu a paralisação da produção devido a algum contratempo por um período superior a 7 dias? Caso a resposta tenha sido Não, siga para a pergunta 5.

() Sim () Não () Não respondeu

4. Qual foi o motivo desta paralisação? Enumere em ordem decrescente de importância.

() Falta de matéria-prima

() Baixa demanda por agregados reciclados

() Indisponibilidade do equipamento de reciclagem

() Manutenção planejada dos equipamentos de reciclagem

() Condições climáticas inadequadas, por exemplo chuva ininterrupta por vários dias

() Interrupção do fornecimento de energia

() Outro motivo. Qual? _____

5. Desde a inauguração da usina ocorreu a troca de algum equipamento de reciclagem? Caso a resposta tenha sido Não, siga para a pergunta 7.

() Sim () Não () Não respondeu

6. Qual(is) equipamento(s)?

() Tesoura hidráulica

() Pulverizador

() Alimentador vibratório

() Britador de impacto

() Grelha Vibratória

() Britador de mandíbula

() Rebritador de mandíbula

() Moinho de martelo

() Calha vibratória

() Peneira vibratória

() Transportador de correias

() Eletroímã

() Outro equipamento. Qual? _____

7. Qual foi o motivo da troca deste equipamento?

() Depreciação e/ou desgaste

() Novo sistema e/ou tecnologia para reciclagem de RCC

() Aumento da demanda por AR na região

() Demanda por AR com granulometrias diversificadas

() Outro motivo. Qual? _____

8. Qual a origem do capital para manutenção e investimento na usina?

() Setor público

() Setor privado

() Parceria Público-Privado

() Outro setor. Qual? _____

9. A usina possui algum tipo de certificação de instituições reguladoras?

() Sim. Qual?

() Não

() Não respondeu

AGRUPAMENTO 2 - Linhas de produtos

10. Quais são os tipos de agregados produzidos pela usina? Enumere em ordem decrescente de importância.

() Agregados miúdos mistos

() Agregados graúdos mistos

() Agregados miúdos de matriz cimentícia

() Agregados graúdos de matriz cimentícia

() Agregados miúdos cerâmicos

() Agregados graúdos cerâmicos

() Outro tipo de agregado. Qual? _____

11. Além dos AR a usina produz outro tipo de produto? Justifique sua resposta.

() Sim

() Não

() Não respondeu

36. Qual é a porcentagem entre o preço do AN e do AR?

37. Existem subsídios do governo estadual para regulação do preço do AR da usina?

() Sim () Não () Não respondeu

6.2 Economias de escala

38. O aumento da produção de AR na usina diminui seu custo?

() Sim () Não () Não respondeu

6.3 Valor agregado

39. Quais são os sistemas/tecnologias utilizados pela usina para reduzir os impactos ambientais (ex.: ruído, poeira, entre outros) causados durante a reciclagem dos resíduos?

40. Qual o tipo de energia é utilizado pelos equipamentos de reciclagem na usina?

() Energia elétrica () Gás natural () Óleo diesel () Energia Solar
() Outro tipo. Qual? _____

6.4 Logística

41. Como é feita a distribuição dos AR produzidos na usina?

6.5 Mão de obra

42. Quantos funcionários trabalham por setor na usina? Explique sua resposta

Cargo	Quantidade	Cargo	Quantidade
Administração		Aux. Serviços Gerais	
Encarregado		Estagiário	
Operador de britador		Vigilante	
Triagem		Outro Cargo. Qual?	

43. Os funcionários são motivados por campanhas internas para sugerir melhorias no processo produtivo? Explique esta ação na Usina.

() Sim () Não () Não respondeu

AGRUPAMENTO 7 - Marketing e vendas

44. A usina realiza propaganda para divulgação de seus produtos nos veículos de comunicação regional?

() Sim () Não () Não respondeu

45. Quais os meios de utilizados para divulgação dos produtos da usina?

() Folder () Cartaz () Cartilha () Site
() Mala direta () Telemarketing () Rádio () TV
() Jornal impresso () Revista técnica () Treinamentos () Outro. Qual?

46. Quais os 3 meios de comunicação que dão mais retorno de clientes/negócios para usina?

() Folder () Cartaz () Cartilha () Site
() Mala direta () Telemarketing () Rádio () TV
() Jornal impresso () Revista técnica () Treinamentos () Outro. Qual?

47. A usina possui um site na *internet* atualizado para divulgação de seus produtos? Por quê?

() Sim () Não () Não respondeu

AGRUPAMENTOS 8 e 16 – O Mercado e suas características

48. Você tem conhecimento sobre alguma pesquisa de mercado sobre AR realizada em seu Estado?

() Sim. Qual? _____ () Não () Não respondeu

49. Em sua opinião aumentará nos próximos anos a demanda por AR no Brasil? Por quê?

- Sim Não A situação permanecerá como está Outra opinião
-

50. É possível prever um mercado de AR operando em paralelo ao mercado de AN?

- Sim, a partir da implantação de pólos de reciclagem em diferentes regiões do Brasil.
 Sim, a partir do investimento do capital público.
 Sim, a partir do investimento do capital privado.
 Talvez isso ocorra ao longo dos próximos anos.
 Não. Por que?
 Outra opinião. Qual? _____

51. Em quanto tempo você acredita que estes mercados poderão operar em paralelo? _____ anos

52. Custo para deposição de caçamba com RCC na usina (R\$/m³, R\$/t, R\$/caçamba)= _____

53. Custo de produção do agregado reciclado (R\$/m³, R\$/t, R\$/caçamba)= _____

54. Custo do agregado reciclado (R\$/m³, R\$/t, R\$/caminhão)= _____

AGRUPAMENTO 9 - Fornecedores

55. Quais são os fornecedores de matéria-prima utilizada na usina?

- Prefeitura Municipal Construtoras Empresas de demolição
 Empresas de Limpeza Urbana Empresas Transportadoras de RCC Outro fornecedor. Qual?

56. Qual o tipo de resíduo que a usina recebe em maior quantidade? Enumere em ordem decrescente de importância.

- Resíduos de origem cimentícia Resíduos cerâmicos Resíduos mistos
 Resíduos de madeira Outro resíduo. Qual?

57. Qual a distância média entre os fornecedores de matéria-prima e a usina?

- 0 a 10km 10 a 20km 20 a 30km
 30 a 40km Acima de 50km Não respondeu
 Outra distância. Qual? _____

AGRUPAMENTO 10 - Canais de distribuição

58. Existem lojas de materiais de construção que realizam a comercialização dos AR produzidos pela usina?

- Sim Não Não respondeu

59. Em sua opinião, qual o raio de abrangência dos AR produzidos pela usina?

- 0 a 10km 10 a 20km 20 a 30km
 30 a 40km Acima de 50km Não respondeu
 Outra distância. Qual? _____

AGRUPAMENTO 11 - Inovação

11.1 Tipos

60. Nos últimos anos quais as inovações em processo e produto realizadas na Usina?

11.2 Fontes

61. Em sua opinião, qual o melhor sistema/tecnologia para reciclagem de RCC?

11.3 Economias de escala

62. A adoção das inovações descritas nas questões anteriores reduziram o custo de produção dos AR?

() Sim () Não () Não respondeu

Por quê? _____

AGRUPAMENTO 12 - Concorrentes

63. Em sua opinião, existe em seu município concorrência entre os AR e os AN?

() Sim () Não () Não respondeu

64. Enumere em ordem decrescente de importância os fatores que influenciam esta concorrência. Justifique sua resposta.

() Preço () *Marketing* () Qualidade destes materiais

() Falta de agregados naturais () Excesso de agregados reciclados () Outra opinião. Qual? _____

AGRUPAMENTO 13 - Meio Social, Político e Legal

65. Em sua opinião, os municípios possuem algum tipo de preconceito quanto ao uso de AR? Por quê?

() Sim () Não () Não respondeu

66. Qual a média mensal de visitantes na usina?

() 01 - 20 visitantes () 21 - 40 visitantes () 41 - 60 visitantes

() 61 - 80 visitantes () acima de 100 visitantes () Não respondeu

67. Qual o tipo de público costuma visitar a usina? Enumere em ordem decrescente de importância.

() Estudantes do ensino fundamental e médio () Estudantes universitários () Municípios

() Funcionários de outras Prefeituras do Estado e do País () Jornalistas () Pesquisadores

() Outro público. Qual? _____

68. Há intenção entre os responsáveis pelas usinas de reciclagem, públicas e privadas, de criação de uma entidade e/ou associação para representação da classe em nível estadual ou nacional? Por quê?

() Sim () Não () Não respondeu

69. Seu município possui uma lei que regulamenta a Gestão dos Resíduos da Construção Civil?

() Sim () Não () Não respondeu

70. Desde que ano esta lei está em vigor?

71. Este município possui alguma lei que obriga o uso de uma porcentagem de AR ou materiais de construção com AR em obras públicas?

() Sim () Não () Não respondeu

72. Caso afirmativo, desde que ano esta lei está em vigor?

AGRUPAMENTO 14 - Meio macroeconômico

73. Em sua opinião, a crise econômica do último ano afetou a produção de AR pela usina? Por quê?

() Sim () Não () Não respondeu

74. Em sua opinião, quais deveriam ser as características de uma usina de reciclagem bem sucedida?

75. Quais são os planos para o futuro desta usina?

76. Você gostaria de tecer outros comentários que considere relevante sobre os AR e os RCC?

AGRUPAMENTO 15 - Identificação do entrevistado

77. Há quanto tempo você trabalha na usina de reciclagem? _____ anos

78. Qual é seu cargo na usina?

79. Qual o curso de nível mais elevado que você possui?

() Ensino médio () Técnico. Qual? _____ () Ensino superior. Qual? _____

() MBA. Qual? _____ () Especialização *lato sensu*. Qual? _____

() Mestrado. Qual? _____ () Outro. Qual? _____

80. Qual o ano de conclusão e a instituição de ensino do mesmo?

AGRUPAMENTO 17 - Características produtivas

81. Volume médio de RCC recebido por dia (t/dia, m³/dia, caçambas/dia)= _____

82. Volume médio de RCC triado por dia (t/dia, m³/dia, caçambas/dia)= _____

83. Volume médio de RCC reciclado por dia (t/dia, m³/dia, caçambas/dia) = _____

84. Capacidade de estocagem da usina (t/m³/área – m²)= _____

85. Horário/dias de funcionamento= _____

APÊNDICE F – Roteiro para entrevista dos pesquisadores internacionais

Versão em Português
<p><u>Apresentação:</u> Meu nome é Fabrícia e faço mestrado em Engenharia civil. Em minha pesquisa estudo as dificuldades para inserção dos agregados reciclados de resíduos de construção civil na cadeia produtiva da construção civil no Brasil. Já entrevistei outros pesquisadores brasileiros e gostaria de contar com sua colaboração em minha pesquisa por meio da realização de uma pequena entrevista. São apenas 7 perguntas e aproximadamente 15 minutos. Você aceitaria participar?</p>
<p><u>Questões</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Como e Quando começou o reaproveitamento dos resíduos de construção civil em seu país? 2) Como aconteceu a entrada dos agregados reciclados no mercado consumidor? Ele é utilizado pelas prefeituras e construtoras particulares? 3) Como está essa situação hoje? 4) Em sua opinião, o que poderia melhorar a qualidade deste material (produto/processo)? 5) Existem muitas usinas de reciclagem de resíduos de construção civil em seu país? Há algum órgão responsável normalização destes produtos? 6) Em sua opinião, o que falta para ele ocupar uma parcela maior no mercado consumidor? 7) Como suas pesquisas podem colaborar no desenvolvimento deste material?
Versão em Inglês
<p><u>Presentation:</u> My name is Fabrícia and I doing a master degree in Civil Engineering. In my research, I study the problems and limitations for the inclusion of recycled aggregates from construction and demolition waste in the supply chain of construction industry in Brazil. I would like you to take part in my research by let me interview you. It has only 7 questions and lasts about 15 minutes. Would you like to participate?</p>
<p><u>Questions</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) How and when did the recycling of construction and demolition waste begin in your country? 2) How did occur the entry of recycled aggregates into the consumer market? It is used by any city hall and/or private construction companies? 3) How is its situation today? 4) In your opinion, what could improve the quality of this material (product/process)? 5) There are many construction and demolition waste recycling plants in your country? Is there any government department, which is responsible for standardization of these products? 6) In your opinion, why don't these products fill in a larger share in the consumer market? 7) How can your research collaborate in the development of this material? <p>Thank you for your time and have a great Congress.</p>
Versão em Espanhol
<p><u>Presentación:</u> Mi nombre es Fabrícia y hago maestría in Ingeniería Civil En mi investigación estudio las dificultades y limitaciones para inserción/entrada de los áridos reciclados de residuos de construcción y demolición en la cadena productiva de la construcción civil. He entrevistado otros investigadores brasileños y ahora me gustaría de pedir su colaboración em mi investigación por medio de una pequeña entrevista. Son solamente 7 preguntas en 15 minutos. ¿Usted acepta participar de la entrevista?</p>
<p><u>Preguntas</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ¿Cómo/Cuando empezó la reciclaje de los residuos de construcción y demolición en su país? 2) ¿Cómo ocurrió la entrada de los áridos reciclados en el mercado de consumo? El es utilizado por los ayuntamientos y por las compañías constructoras? 3) ¿Cómo esta la situación actual? 4) ¿En su opinión, lo que podría mejorar em la cualidad del material (producto y proceso)? 5) ¿Hay muchos espacios para recicaje de los residuos de construcción y demolición em su país? Hay alguno organismo responsable por la creación de normas/reglas para estos productos? 6) ¿En su opinión, lo que falta para los áridos ocuparen una parcela mayor del mercado de consumo? 7) ¿Cómo sus investigaciones pudem cooperar con el desarrollo de los áridos reciclados? <p>Gracias por su ayuda y tenga uno óptimo término de congreso!!</p>

APÊNDICE G – Roteiro para entrevista com representante de equipamentos para mineração e reciclagem

- 1) Quais são as características do mercado de equipamentos para reciclagem de resíduos de construção civil no Brasil?
- 2) Em sua opinião a concorrência entre as empresas desse mercado favorece a inovação em produtos e a redução do preço de venda?
- 3) Por ano quantas usinas completas são comercializadas pela Nortec?
- 4) Em quais regiões e/ou estados do Brasil essas usinas se concentram?
- 5) Quais são os fatores que influenciam no preço de venda dessas usinas (tipo de equipamento, capacidade produtiva, frete,...)?
- 6) Você tem conhecimento sobre concorrentes de outros países que possuem uma unidade comercial no Brasil? Quais são eles?
- 7) A empresa fornece treinamento sobre os equipamentos de reciclagem comercializados para os funcionários da usina?
- 8) Esse treinamento é *in loco* ou em São Paulo?
- 9) Qual a duração aproximada do treinamento?
- 10) As peças e equipamentos utilizados pela empresa são produzidos no Brasil?
- 11) Ocorreu aumento na produção/comercialização de equipamentos a partir da aprovação da Resolução Conama n.307?
- 12) Qual índice regular a variação de preço anual dos equipamentos de reciclagem (dólar, inflação, IGPM, etc.)?
- 13) Qual sua expectativa sobre a implantação de novas usinas de reciclagem no Brasil nos próximos anos?
- 14) A empresa fornece o serviço de manutenção de equipamentos pós-venda?

APÊNDICE H – Duração das entrevistas realizadas na pesquisa

PESQUISADORES	
Nacionais	Duração (min)
E 36	45
E 37	56
E 38	38
E 39	17
E 40	23
E 41	17
E 42	13
E 43	21
E 45	16
E 46	22
E 47	27
E 49	23
E 50	30
E 52	25
E 53	32
Duração média	27
Duração total	405

Internacionais	Duração (min)
Bassan	17
Kropp	9
Lauritzen	16
Vazquez	12
Duração média	14
Duração total	68

Gestores	Duração (min)
SP 5	84
SP 3	56
SP 4 (coordenação)	78
SP 4 (operação)	43
EMP 2	64
EMP 1	27
SP 2	79
SP 1	106
SP 6	91
MG 2	42
MG 3	50
MG 1	43
Duração média	64
Duração total	763

Canteiro de Obras	Duração (min)
Construtora A	38
Construtora B	30
Construtora C	28
Construtora D	38
Construtora E	34
Construtora F	39
Construtora G	14
Construtora H	29
Construtora I	20
Duração média	30
Duração total	270

APÊNDICE I – Diário de visita dos canteiros de obras

Informações	Descrição
Data	
Horário	
Identificação da Construtora	
Identificação do entrevistado	
Características do empreendimento	
Características do local da entrevista	
Aspectos observados durante a entrevista	
Aspectos observados no canteiro de obras	

APÊNDICE J – Diário de visita nas usinas de reciclagem

Informações	Descrição
Data	
Horário	
Duração (visita técnica e entrevista)	
Identificação da usina	
Identificação do entrevistado	
Características físicas, operacionais e do entorno da usina	
Aspectos observados durante a visita	

APÊNDICE K – Modelo de carta enviada para construtoras

Universidade Federal do Espírito Santo
Centro Tecnológico
Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil

Credenciamento/CFE/Parecer n.818/99, Portaria n.173499 de 07/12/1999.

Vitória (ES), 24 de Setembro de 2009.

Prezado Profissional da Construção Civil,

A aluna de mestrado em Engenharia Civil Fabrícia Delfino Rembiski e a aluna de Engenharia Civil Mariana Daré, ambas da Universidade Federal do Espírito Santo, realizam a pesquisa intitulada “Diretrizes para inserção dos agregados reciclados dos resíduos de construção e demolição na cadeia produtiva da construção civil”, sob a orientação do Prof.Dr.Ing. João Luiz Calmon.

A dissertação em desenvolvimento busca conhecer a opinião dos profissionais da construção civil, quanto à gestão dos resíduos de construção civil no canteiro de obras e sua viabilidade para aplicação como material de construção. Tal pesquisa pretende ainda conhecer as barreiras que dificultam a inserção dos agregados reciclados na cadeia produtiva da construção civil.

Essa pesquisa é relevante visto que nos centros urbanos há uma grande demanda de agregados naturais pela construção civil. Em contrapartida, esses centros produzem uma grande quantidade de resíduos. Todavia, não se observa, na maioria dos municípios brasileiros, programas para a gestão do resíduo, reaproveitamento e reciclagem.

Desse modo, gostaria de solicitar a permissão de sua empresa para realização de uma visita ao canteiro de obras. Durante a visita, as alunas entrevistarão, individualmente, o engenheiro responsável pela obra, o encarregado da obra e o técnico em edificações. Após as entrevistas, elas farão alguns registros fotográficos do canteiro de obras. Ressalto que as informações obtidas durante a realização das entrevistas são anônimas e serão utilizadas somente para fins acadêmicos e científicos. Agradeço pelo apoio para a realização da pesquisa, e me coloco a disposição para maiores esclarecimentos.

Atenciosamente,

Prof.Dr.Ing. João Luiz Calmon N.da Gama
Orientador da pesquisa
Coordenador da Área de Construção Civil

APÊNDICE L – Modelo de carta enviada para os gestores de usinas**Universidade Federal do Espírito Santo
Centro Tecnológico
Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil**

Credenciamento/CFE/Parecer n.818/99, Portaria n.173499 de 07/12/1999.

Vitória (ES), __ de Outubro de 2009.

Ref: Solicitação de carta de confirmação de visita técnica à Usina de Reciclagem para coleta de dados

Prezado Sr _____,

Sou mestranda em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Espírito Santo na qual realizo a pesquisa “Diretrizes para inserção dos agregados reciclados dos resíduos de construção e demolição na cadeia produtiva da construção civil”, sob a orientação do Prof.Dr.Ing. João Luiz Calmon e co-orientação da Prof.Drª Miriam de Magdala Pinto. Essa pesquisa busca identificar as características do mercado brasileiro de agregados reciclados, por meio do estabelecimento de variáveis que possam interferir em seu desenvolvimento nos próximos anos.

Desse modo, gostaria de solicitar sua permissão para realização de uma visita técnica na Usina _____. Nessa visita pretendo entrevistar o responsável pelo gerenciamento, bem como fazer alguns registros fotográficos das diversas áreas operacionais e dos materiais reciclados. Ressalto que essa visita técnica é de fundamental importância para o desenvolvimento da pesquisa de campo de minha dissertação.

Como se trata de uma pesquisa de campo extensa, que necessita da coleta de vários dados para caracterização da Usina e do mercado, gostaria de solicitar a permanência na Usina pelo período da manhã e da tarde. Para isso, gostaria de confirmar a data da visita na Usina de Reciclagem _____ Novembro de 2009.

Por ser uma viagem com fins acadêmicos, necessito de uma carta da Coordenação da Usina confirmando que a visita ora solicitada, será realizada na data citada anteriormente, tendo em vista o cumprimento dos objetivos propostos. Essa carta pode ser enviada por email, visto que é um necessária para liberação dos recursos pela Universidade, para custeio da visita. Ressalto que os dados levantados durante na pesquisa de campo serão utilizados somente para fins acadêmicos e científicos. Agradeço antecipadamente pela colaboração na realização dessa pesquisa, e me coloco a disposição para maiores esclarecimentos quanto à pesquisa ora apresentada.

Fabrícia Delfino Rembiski
Arquiteta Crea-ES – 01774/D
Mestranda em Engenharia Civil

Prof.Dr.Ing. João Luiz Calmon N.da Gama
Orientador da pesquisa
Coordenador da Área de Construção Civil