

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
DEPARTAMENTO DE ENG. DE PRODUÇÃO E SISTEMAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENG. DE PRODUÇÃO**

Samuel Borges Barbosa

**GESTÃO DA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL  
NO FINAL DO CICLO DE VIDA DO PRODUTO:  
Um estudo baseado na linha branca**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

Florianópolis - SC  
2011



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
DEPARTAMENTO DE ENG. DE PRODUÇÃO E SISTEMAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENG. DE PRODUÇÃO**

Samuel Borges Barbosa

**GESTÃO DA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL  
NO FINAL DO CICLO DE VIDA DO PRODUTO:  
Um estudo baseado na linha branca**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Gitirana  
Gomes Ferreira

Co-orientador: Prof. Dr. Adriano  
Heemann

Florianópolis - SC  
2011

Catálogo na fonte pela Biblioteca Universitária  
da  
Universidade Federal de Santa Catarina

B238g Barbosa, Samuel Borges

Gestão da sustentabilidade ambiental no final do ciclo de vida do produto [dissertação] : um estudo baseado na linha branca / Samuel Borges Barbosa ; orientador, Marcelo Gitirana Gomes Ferreira. - Florianópolis, SC, 2011.

128 p.: il., grafs., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

Inclui referências

1. Engenharia de produção. 2. Ciclo de vida do produto. 3. Sustentabilidade. 4. Indicadores. I. Ferreira, Marcelo Gitirana Gomes. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. III. Título.

CDU 658.5

Samuel Borges Barbosa

**GESTÃO DA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL  
NO FINAL DO CICLO DE VIDA DO PRODUTO:  
Um estudo baseado na linha branca**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “Mestre em Engenharia de Produção” e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 04 de maio de 2011.

---

Prof. Antonio Cezar Bornia, Dr.  
Coordenador do Curso

**Banca Examinadora:**

---

Prof. Marcelo Gitirana Gomes Ferreira, Dr.  
Orientador  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Adriano Heemann, Dr.  
Co-Orientador  
Universidade Federal do Paraná

---

Prof. Fernando Antônio Forcellini, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Paulo Cesar Machado Ferroli, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina



Dedico este trabalho a todos que contribuíram  
para sua construção.





## AGRADECIMENTOS

Agradeço,

Primeiramente aos meus pais Aparecida e Luciano,  
pela sua dedicação a mim.

Ao professor Marcelo Gitirana Gomes Ferreira,  
pela atenção e dedicação durante a execução deste trabalho.

Ao professor Adriano Heemann,  
pela orientação no trabalho.

À todos os membros do GEPPS,  
pela orientação e amizade.

Ao professor Fernando Antônio Forcellini,  
pela colaboração e apoio na pesquisa.

À CAPES pelo auxílio financeiro.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção,  
pelo apoio físico.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização  
desta dissertação.



*“Na Natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma.”*

Antoine Laurent de Lavoisier



## RESUMO

Preocupações ambientais referentes à degradação do meio ambiente, causada pela produção industrial, têm gerado discussões em vários setores da sociedade. Em direção a estas tendências um grande número de métodos e processos tem sido aplicado no setor produtivo, buscando assim reduzir os impactos ambientais gerados pela produção. Estes conceitos buscam a idéia de sustentabilidade, mais especificamente em seu aspecto ambiental. Porém, além da aplicação destes processos e métodos é também necessário medir, avaliar e gerenciá-los, procurando assim a melhoria de sua aplicação. Nesse sentido, o trabalho desenvolvido nesta dissertação tem como objetivo criar um conjunto de indicadores que sirva de subsídio para a gestão da sustentabilidade ambiental no final do ciclo de vida do produto. Estes indicadores foram criados a partir de levantamentos bibliográficos em publicações científicas e em um estudo exploratório com especialistas, buscando estabelecer indicadores especificamente para a gestão do final do ciclo de vida de refrigeradores. Ao final do trabalho foi possível estabelecer um conjunto de dezoito indicadores, que além de poderem ser aplicados neste setor específico citado, também podem ser utilizados para outros tipos de produtos.

**Palavras-chave:** Final do Ciclo de Vida do Produto. Sustentabilidade. Indicadores.



## ABSTRACT

Environmental concerns regarding environmental degradation, caused by industrial production, has generated discussions on various society sectors. Following these trends a large number of methods and processes have been applied in the production sector, trying to reduce the environmental impacts generated by its activities. These concepts seek the ideal of sustainability, more specifically in its environmental aspect. However, besides the application of these processes and methods is also necessary to measure, assess and manage them, thus seeking to improve their implementation. In this sense, the study developed in this dissertation aims to create a set of indicators to the management of environmental sustainability at the product end of life. These indicators were created from a study on specific scientific literature and an exploratory study with experts, trying to establish indicators specifically for the end of life management of refrigerators. At the end of the study was established a set of eighteen indicators, that besides of being applied in the specific sector mentioned, can also be used for other types of products.

**Keywords:** Product End of Life. Sustainability. Indicators.





## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - A Sustentabilidade e seus três aspectos .....	27
Figura 1.2 - Fases envolvidas na Gestão do Ciclo de Vida do Produto ( <i>Product Life-cycle Management</i> - PLM) dando foco à fase de Final do Ciclo de Vida do Produto e à Gestão do Final do Ciclo de Vida do Produto .....	28
Figura 2.1 - O Delineamento metodológico da pesquisa .....	36
Figura 2.2 - Etapas, procedimento, abordagens e métodos da pesquisa	39
Figura 2.3 - Macroambiente, ambiente e sujeito da pesquisa.....	40
Figura 4.1 - Estrutura de desenvolvimento dos capítulos 4, 5 e 6.....	51
Figura 4.2 - Modelo visual dos processos envolvidos no final do ciclo de vida do produto .....	63
Figura 5.1 - Dados obtidos na questão 2 – número de respostas relacionadas à rejeição dos FCS .....	82
Figura 5.2 - Dados obtidos na questão 4 – somatório das respostas obtidas na escala de Likert por todos os especialistas .....	83
Figura 6.1 - Estrutura para obtenção dos indicadores .....	93



## LISTA DE QUADROS

Quadro 4.1 - Parâmetros de busca para o portal de periódicos CAPES.....	53
Quadro 4.2 - Parâmetros de busca para o portal Science Direct. ....	53
Quadro 4.3 - Tipos de produtos relacionados nas principais publicações encontradas.....	55
Quadro 4.4 - Processos relacionados nas principais publicações encontradas.....	58
Quadro 4.5 - Processos e número de referências identificadas nas principais publicações encontradas .....	62
Quadro 4.6 - FCS relacionados nas primeiras publicações encontradas. ....	65
Quadro 4.7 - Fatores críticos de sucesso identificados.....	69
Quadro 6.1 - Variáveis suscetíveis de medição relacionadas aos FCS identificados .....	94
Quadro 6.2 - Definição do objetivo e justificativa relacionados a cada variável.....	97
Quadro 6.3 - Definição dos componentes básicos dos indicadores: Elemento, Fator e Medida .....	99
Quadro 7.1 - Objetivos, resultados e conclusões obtidos na pesquisa.....	107



## LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1- Valores críticos de D na prova de Kolmogorov-Smirnov...	79
Tabela 5.2 - Valores Tabulados para o Teste K-S - FCS 1 - Identificação dos Produtos.....	84
Tabela 5.3 - Valores Tabulados para o Teste K-S - FCS 2 - Identificação dos Componentes .....	84
Tabela 5.4 - Valores Tabulados para o Teste K-S - FCS 3 - Identificação dos Materiais .....	85
Tabela 5.5 - Valores Tabulados para o Teste K-S - FCS 4 - Peso de Material Recuperado por Produto .....	85
Tabela 5.6 - Valores Tabulados para o Teste K-S - FCS 5 - Quantidade de Material Recuperável por Produto.....	86
Tabela 5.7 - Valores Tabulados para o Teste K-S - FCS 6 - Tempo Necessário para Recuperação do Produto .....	86
Tabela 5.8 - Valores Tabulados para o Teste K-S - FCS 7 - Custo de Recuperação do Produto.....	87
Tabela 5.9 - Valores Tabulados para o Teste K-S - FCS 8 - Incentivos Governamentais para Recuperação .....	87
Tabela 5.10 - Valores Tabulados para o Teste K-S - FCS 9 - Presença de Resíduos Perigosos.....	88
Tabela 5.11 - Valores Tabulados para o Teste K-S - FCS 10 - Previsão de Recuperação Futura .....	88



## SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - Introdução .....	27
1.1 Considerações Iniciais .....	27
1.2 Problema de Pesquisa .....	28
1.3 Justificativa .....	29
1.4 Objetivos.....	30
1.4.1 Objetivo Geral.....	30
1.4.2 Objetivos Específicos.....	30
1.5 Delimitação do Trabalho.....	31
1.6 Estrutura do Trabalho .....	31
CAPÍTULO 2 - Método .....	35
2.1 Delineamento Metodológico da Pesquisa .....	35
2.2 Abordagens de Pesquisa .....	37
2.3 Métodos de Pesquisa.....	37
2.4 Procedimentos de Pesquisa.....	38
CAPÍTULO 3 - Referencial Teórico .....	43
3.1 Sustentabilidade.....	43
3.2 Fase Final do Ciclo de Vida do Produto .....	44
3.3 Fatores Críticos de Sucesso (FCS).....	46
3.4 Indicadores.....	47
CAPÍTULO 4 - Processos e Fatores Críticos de Sucesso Envolvidos no Final do Ciclo de Vida do Produto.....	51
4.1 A Identificação dos Processos.....	52
4.2 Estrutura de Busca para Publicações.....	52
4.3 Busca no Portal de Periódicos CAPES .....	52
4.4 Busca no Portal Science Direct.....	53
4.5 Tratamento dos Resultados .....	54
4.6 Processos Identificados.....	55
4.7 A Identificação dos Fatores Críticos de Sucesso (FCS).....	64
4.8 Relacionando os FCS aos Processos Identificados .....	70
CAPÍTULO 5 - Avaliação/Validação dos Fatores Críticos de Sucesso Identificados junto à Especialistas do Setor Específico .....	75
5.1 O Questionário Aplicado .....	75
5.2 Estruturação das Hipóteses .....	76
5.3 Teste das Hipóteses.....	77
5.4 Seleção do Método Estatístico .....	78
5.5 Limitações da Aplicação do Questionário .....	81
5.6 Apresentação dos Dados Obtidos .....	81





5.7 Análise do Método Estatístico Aplicado.....	83
5.8 Análises Finais e Conclusão dos Resultados Obtidos.....	89
<b>CAPÍTULO 6 - Estruturação dos Indicadores para o Setor Específico.....</b>	<b>93</b>
6.1 As Variáveis Suscetíveis de Medição .....	93
6.2 Objetivos dos Indicadores.....	95
6.3 A Criação e Estruturação dos Indicadores a Partir das Variáveis Suscetíveis de Medição.....	96
6.4 A Definição dos Indicadores.....	97
6.5 A Avaliação dos Indicadores .....	101
6.5.1 Relevância.....	101
6.5.2 Gradação de Intensidade .....	102
6.5.3 Univocidade .....	102
6.5.4 Padronização.....	103
6.5.5 Rastreabilidade.....	103
6.6 Conclusões.....	103
<b>CAPÍTULO 7 - Conclusão.....</b>	<b>107</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>113</b>
<b>APÊNDICE A - Questionário de Pesquisa de Campo .....</b>	<b>123</b>



## CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

### 1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Preocupações ambientais referentes à degradação do meio ambiente, causada pela produção industrial, têm gerado discussões em vários setores da sociedade. O aumento do consumo, o qual propulsiona a produção de bens, gera o crescimento da oferta de produtos no mercado e conseqüentemente o aumento de resíduos. Dessa maneira, órgãos do governo, empresas, organizações não governamentais e outras instituições têm demonstrado empenho constante em prol da diminuição da poluição gerada pela produção industrial, criando soluções que diminuam as interferências no meio ambiente.

Nesse contexto surge a visão da sustentabilidade e do desenvolvimento sustentável, que propõem o crescimento e desenvolvimento econômico atual sem prejuízos para as gerações futuras. Esta idéia parte do princípio de que mesmo consumindo recursos naturais hoje é necessário que sejam mantidas condições para que as futuras gerações possam também satisfazer suas necessidades. Estudos mais profundos relacionados à sustentabilidade referem-se a esta como possuindo três aspectos: o aspecto ambiental, o econômico e o social (figura 1.1).

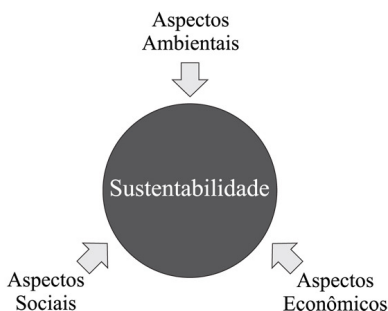


Figura 1.1 - A Sustentabilidade e seus três aspectos.

Fonte: Adaptado de CAREW e MITCHELL, 2008, p. 107.

Com relação ao aspecto ambiental da sustentabilidade, diversas ações têm sido tomadas para reduzir a poluição e outras interferências do homem no meio ambiente. A criação de regulamentações que visem interferir no meio produtivo tem sido uma das alternativas criadas no âmbito governamental. Já o setor industrial, influenciado por ações

políticas e sociais, tem desenvolvido alternativas produtivas que visem causar menos prejuízos ambientais.

Nos últimos anos alguns métodos que visam reduzir os impactos ambientais causados pela produção de bens têm emergido. Processos como a reciclagem, o reuso e a remanufatura de produtos tem sido aplicados por diversas empresas, interferindo diretamente no final do ciclo de vida do produto.

Porém, além de desenvolver métodos e processos que visem à recuperação de produtos e materiais é importante criar meios de realizar a gestão e avaliação destes, focando nos aspectos ambientais envolvidos. A idéia de gestão no ciclo de vida do produto, não apenas focando na sua fase final, mas levando em consideração todas as fases envolvidas desde a concepção do produto até o seu descarte final, já é consolidada no meio industrial. Este conceito é conhecido como gestão do ciclo de vida do produto e já é aplicado por uma vasta gama de empresas (ver figura 1.2).

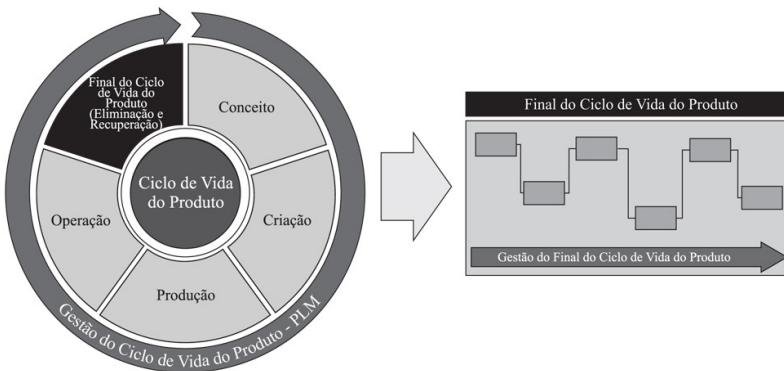


Figura 1.2 - Fases envolvidas na Gestão do Ciclo de Vida do Produto (*Product Life-cycle Management* - PLM) dando foco à fase de Final do Ciclo de Vida do Produto e à Gestão do Final do Ciclo de Vida do Produto.

Fonte: Adaptado de MULLER, 2010, p. 3.

## 1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

Focando mais especificamente na fase final do ciclo de vida do produto, alguns métodos e processos têm sido aplicados com o intuito de redução dos prejuízos ambientais causados pelo descarte. Porém, assim como todo o ciclo de vida do produto, há também necessidade de se

gerenciar a fase final do ciclo de vida. Dessa maneira, tomando como ambiente de estudo a fase final do ciclo de vida do produto, e tendo como objeto de estudo a gestão dos processos envolvidos nesta fase, o trabalho apresentado aqui se desenvolve tendo como proposta principal a criação de indicadores para gerir o final do ciclo de vida do produto. Este estudo se caracteriza como o problema de pesquisa identificado para a pesquisa.

Nesse contexto do problema abordado no trabalho, uma pergunta concretizou a pesquisa ascendente desta dissertação: Qual o conjunto de indicadores, com relação aos processos envolvidos no final do ciclo de vida do produto, que são críticos para a gestão e melhoria desta fase perante os aspectos ambientais?

### 1.3 JUSTIFICATIVA

A necessidade de se desenvolver processos e métodos que visem melhorar os aspectos sustentáveis da produção industrial tem clara importância hoje na sociedade. O uso de uma abordagem focada, relacionada a uma fase específica do ciclo de vida do produto contribui para a melhoria da gestão global do ciclo de vida do produto.

O problema de pesquisa ascendente desta dissertação se deriva da identificação em trabalhos atuais estudados, assim como de relatos de especialistas das áreas relacionadas ao tema. Verifica-se, no ambiente abordado neste estudo, a necessidade de quantificar as ações tomadas no final do ciclo de vida dos produtos, as quais buscam reduzir os impactos ambientais gerados pelos produtos no momento do descarte.

A proposta de desenvolvimento de indicadores que visem auxiliar a gestão dos processos envolvidos no final do ciclo de vida do produto é sustentada pela necessidade de se medir, de forma quantitativa, a efetividade destes processos perante a sustentabilidade ambiental. Além da possibilidade de medição, o desenvolvimento do trabalho se justifica também pela criação de subsídios para a estruturação de um modelo de gestão ambiental mais amplo, o qual deve contribuir de forma ímpar para a melhoria dos processos envolvidos no final do ciclo de vida do produto.

O tema abordado neste estudo possui um grande apelo prático, sendo que o conjunto de indicadores estruturados aqui poderá servir como uma ferramenta de gestão para organizações que pretendam desenvolver processos de reuso e recuperação de materiais e componentes.

## 1.4 OBJETIVOS

Este trabalho é guiado por um Objetivo Geral, com seu desdobramento em um conjunto de Objetivos Específicos, listados a seguir.

### 1.4.1 Objetivo Geral

O Objetivo Geral desta dissertação é desenvolver um conjunto de indicadores que sirva de subsídio para a gestão da sustentabilidade ambiental no final do ciclo de vida do produto, focando no setor específico de refrigeradores.

### 1.4.2 Objetivos Específicos

Por meio do desdobramento do Objetivo Geral foram estabelecidos os seguintes Objetivos Específicos. Estes estão listados abaixo.

1. Levantar, por meio de pesquisas bibliográficas, referenciais teóricos sobre sustentabilidade, indicadores e gestão do final do ciclo de vida do produto;
2. Identificar, por meio da revisão de literatura, os principais processos envolvidos no final do ciclo de vida do produto e estruturar, num modelo genérico (*framework*), estes processos;
3. Com base nos processos estruturados no item anterior, identificar os Fatores Críticos de Sucesso (FCS) relacionados à sustentabilidade ambiental, os relacionando aos processos estabelecidos no *framework*;
4. A partir de um questionário estruturado aplicado á especialistas, avaliar/validar os FCS obtidos com relação à um setor específico (recuperação de refrigeradores);
5. A partir do resultado obtido da avaliação/validação com especialistas, traduzir os fatores críticos de sucessos para indicadores que possam ser utilizados por empresas que possuam atividade de recuperação (refrigeradores);

6. Com os resultados obtidos no estudo, fornecer indicadores que sirvam de subsídios para a gestão da sustentabilidade dos processos envolvidos no final do ciclo de vida de produtos focado no setor de refrigeradores.

## 1.5 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

A pesquisa apresentada aqui possui delimitações específicas para o desenvolvimento de um estudo estruturado e focado nos objetivos a qual esta se compromete a atingir. O trabalho tem como ambiente de estudo a fase final do ciclo de vida do produto. O objeto de estudo abordado é a gestão dos processos envolvidos nesta fase. Dessa maneira, a pesquisa realizada objetiva a identificação dos processos aplicados na recuperação, reciclagem e reaproveitamento de produtos no período pós-uso, assim como a identificação de indicadores que possam avaliar estes processos com relação à sustentabilidade ambiental. O foco principal da pesquisa será no levantamento de informações sobre a gestão do final do ciclo de vida do produto. Cabe ressaltar também que o foco da pesquisa visa o desenvolvimento de indicadores para um setor específico, sendo definido o setor de refrigeradores. Esta escolha se justifica pela possibilidade de contato do pesquisador com especialistas deste setor, proporcionando uma relação do trabalho com o ambiente prático estudado.

## 1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Organizou-se esta dissertação nos capítulos que se seguem:

- CAPÍTULO 1** Introdução: são apresentadas as considerações iniciais da dissertação, os objetivos, a justificativa, a delimitação do trabalho e a estrutura do trabalho.
- CAPÍTULO 2** Método: é apresentado o delineamento metodológico da pesquisa, assim como as abordagens o método e os procedimentos da pesquisa.
- CAPÍTULO 3** Referencial Teórico: é levantado o referencial teórico sobre os seguintes temas; sustentabilidade, indicadores e gestão do final do ciclo de vida do produto, dando maior ênfase ao último tema.

- CAPÍTULO 4** Identificação dos Principais Processos Envolvidos no Final do Ciclo de Vida do Produto, Estruturação de um *Framework* e Identificação dos Fatores Críticos de Sucesso (FCS) relacionados aos Processos: é feita a identificação, por meio do referencial teórico, dos processos envolvidos no final do ciclo de vida do produto (estruturação de um *framework*), e feita a identificação dos Fatores Críticos de Sucesso relacionados à estes processos.
- CAPÍTULO 5** Avaliação/Validação dos Fatores Críticos de Sucesso Identificados Junto à Especialistas do Setor Específico: é aplicado um questionário estruturado para avaliar/validar os fatores críticos de sucesso obtidos com relação ao setor específico (refrigeradores).
- CAPÍTULO 6** Estruturação dos Indicadores para o Setor Específico: é estruturado, à partir da avaliação/validação junto aos especialistas, um conjunto de indicadores que possibilite a avaliação, o monitoramento e a melhoria dos processos perante aspectos ambientais para o setor específico (refrigeradores).
- CAPÍTULO 7** Conclusão: é apresentada a conclusão da dissertação e algumas considerações sobre futuras pesquisas.







## CAPÍTULO 2 – MÉTODO

### 2.1 DELINEAMENTO METODOLÓGICO DA PESQUISA

O delineamento metodológico da pesquisa foi realizado tendo como objetivo obter resultados capazes de sustentar um conhecimento mais sólido sobre a gestão do final do ciclo de vida do produto. Para a construção deste conhecimento foi necessário se apoiar em bases de conhecimento sólidas, as quais nesse trabalho se destacam a visão da sustentabilidade e a construção de indicadores. Para isso é apresentado no Capítulo 3 – Referencial Teórico o levantamento bibliográfico destas bases.

A pesquisa desenvolvida na dissertação está estruturada em sete etapas, apresentadas na figura 2.1. Estas etapas foram definidas proporcionando uma dinâmica com a obtenção dos objetivos propostos para a dissertação, tendo assim ligação direta com estes. Isto pode ser observado comparando a figura 2.1 com os objetivos apresentados no Capítulo 1 – Introdução.

O primeiro momento da pesquisa constituiu na formulação do problema de pesquisa e na definição dos objetivos e delimitações do trabalho, tendo em vista resolver o problema de pesquisa apontado. A resolução deste problema de pesquisa pode ser esclarecida pela obtenção de uma resposta para a seguinte pergunta de pesquisa: Qual o conjunto de indicadores, com relação aos processos envolvidos no final do ciclo de vida do produto, que são críticos para a gestão e melhoria desta fase perante os aspectos ambientais?

Na segunda etapa foi feita o levantamento teórico acerca dos temas abordados no trabalho: sustentabilidade, indicadores e gestão do final do ciclo de vida do produto. Este momento do trabalho possui suma importância por servir de subsídio para a identificação dos processos envolvidos no final do ciclo de vida do produto.

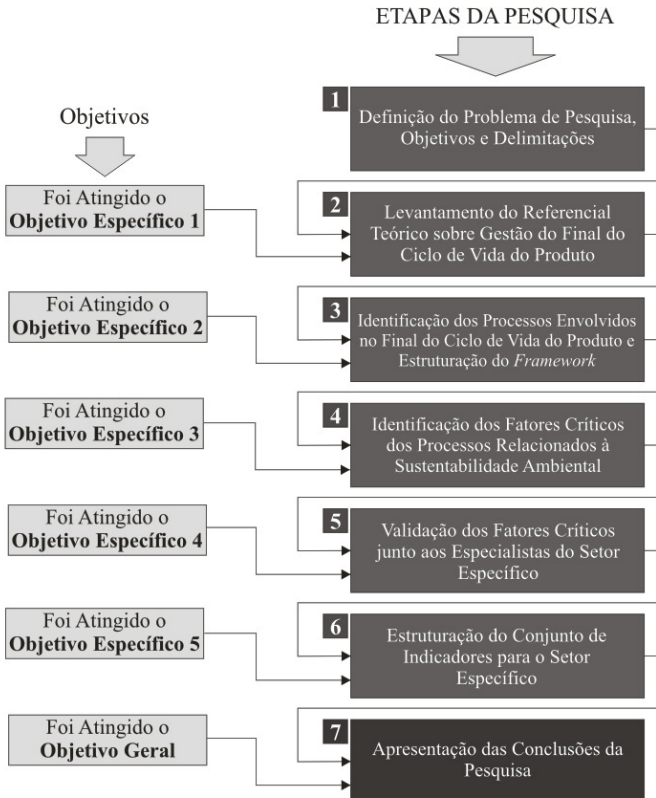


Figura 2.1 - O Delineamento metodológico da pesquisa.

Fonte: Elaborado pelo Autor

A terceira etapa é constituída pela identificação dos processos envolvidos no final do ciclo de vida do produto, tendo como saída a estruturação de um *framework* que contemple de maneira genérica os processos identificados. Esta terceira etapa possui clara importância, servindo de subsídio para a identificação dos fatores críticos de sucesso (FCS) relacionados aos processos, elementos essenciais na quarta etapa da pesquisa.

A quarta etapa se baseia na identificação dos FCS relacionados aos processos envolvidos no final do ciclo de vida do produto. Esta etapa servirá de base para o desenvolvimento da quinta e sexta etapas, nas quais será realizada a (5) avaliação dos FCS identificados para um

setor específico (refrigeradores) e a (6) estruturação de um conjunto de indicadores.

Na quinta etapa da pesquisa se dá avaliação/validação dos FCS identificados para o setor específico, que é o setor de recuperação de refrigeradores.

Na sexta etapa é estruturada um conjunto de indicadores que possibilite a avaliação, o monitoramento e a melhoria dos processos envolvidos no final do ciclo de vida do produto específico, perante aspectos ambientais.

A sétima etapa compõe a conclusão da pesquisa, onde serão apresentados os resultados e algumas considerações sobre futuras pesquisas. Dessa maneira, seguindo uma linha racional e metodológica, é apresentado todo o delineamento metodológico da pesquisa, de maneira a proporcionar um entendimento mais claro sobre as etapas seguidas para se atingir os objetivos específicos e o objetivo geral da pesquisa. Na figura 2.1, além das etapas da pesquisa também estão relacionados os objetivos específicos.

## 2.2 ABORDAGENS DE PESQUISA

Para melhor expor como foram definidas as abordagens de pesquisa, nas múltiplas etapas do estudo apresentado, estas serão descritas de forma estruturada. Seguindo as definições de Bell (2008), a abordagem de pesquisa, que orientou o processo de investigação, e que estabeleceu formas de aproximação aos objetivos desta pesquisa, é a abordagem qualitativa.

A abordagem qualitativa, aplicada na maior parte do trabalho, foi utilizada nas etapas que se buscou objetividade no tratamento das informações analisadas. A abordagem qualitativa se relaciona diretamente ao problema de pesquisa, o qual motiva o desenvolvimento deste estudo. Esta visão é descrita por Yin (2005), o qual define o problema de pesquisa como elemento determinante para se optar por uma abordagem qualitativa ou quantitativa.

## 2.3 MÉTODOS DE PESQUISA

Os métodos de pesquisa utilizados na sustentação dos resultados obtidos no estudo realizado foram o indutivo e o dedutivo, seguindo as definições de Salomon (2001). O método de pesquisa indutivo foi utilizado na maior parte da pesquisa, pois neste trabalho partiu-se de peculiaridades e seguiu-se para generalizações.

## 2.4 PROCEDIMENTOS DE PESQUISA

Seguindo as definições de Gil (2002), esta pesquisa, com base nos objetivos, é classificada em pesquisa exploratória e, com base nos procedimentos técnicos, é classificada em pesquisa bibliográfica e pesquisa descritiva.

O primeiro procedimento de pesquisa utilizado no estudo foi a pesquisa bibliográfica, a qual se deu na etapa 2 da pesquisa. Esta foi desenvolvida com o intuito de contemplar as necessidades de criação de um referencial teórico sobre os temas abordados na dissertação. Esta etapa se caracterizou pela intensa busca em livros, teses, dissertações e periódicos científicos. Nesta etapa há poucas descrições explicativas sobre os temas abordados, dando maior ênfase no levantamento e apresentação de informações. O foco deste momento da pesquisa foi fornecer subsídios para a obtenção de uma resposta que pudesse satisfazer o problema de pesquisa. Assim, no Capítulo 3 é apresentado o conjunto de referências encontradas sobre os temas abordados no trabalho.

O procedimento de pesquisa do tipo descritiva se encontra no núcleo trabalho, onde, após o levantamento do referencial teórico, é feita a análise do conteúdo. Este núcleo é formado pelas etapas 3 e 4, sendo que nestes momentos da pesquisa serão desenvolvidas as contribuições mais sólidas do trabalho. Na etapa 3, onde são identificados os processos envolvidos no final do ciclo de vida do produto, há a estruturação de um *framework*, o qual contempla um modelo genérico de processos para o tratamento de produtos na fase do final do ciclo de vida. Após esta etapa se dá a identificação dos fatores críticos de sucesso (FCS) envolvidos nos processos, sendo estes relacionados aos fatores ambientais. Esta é a etapa 4, que também dá por procedimento de pesquisa descritiva. Já na etapa 5 será realizada uma validação/avaliação do conjunto de FCS obtidos, sendo para isto realizado um questionário estruturado com especialistas de um setor específico. Esta etapa busca obter dados que possibilite a tradução dos FCS identificados para indicadores que possam ser aplicados a um setor específico (refrigeradores). Após esta etapa é feita a estruturação do conjunto de indicadores baseados nos FCS identificados nos processos, os traduzindo para o setor específico estudado. Esta é a etapa 6. Assim, esses indicadores estruturados têm como objetivo a avaliação, o monitoramento e a melhoria dos processos perante os aspectos ambientais relacionados (foco no setor de refrigeradores).

A figura 2.2 apresenta uma estrutura com as etapas da pesquisa e os procedimentos, as abordagens e os métodos relacionados em cada uma das etapas.

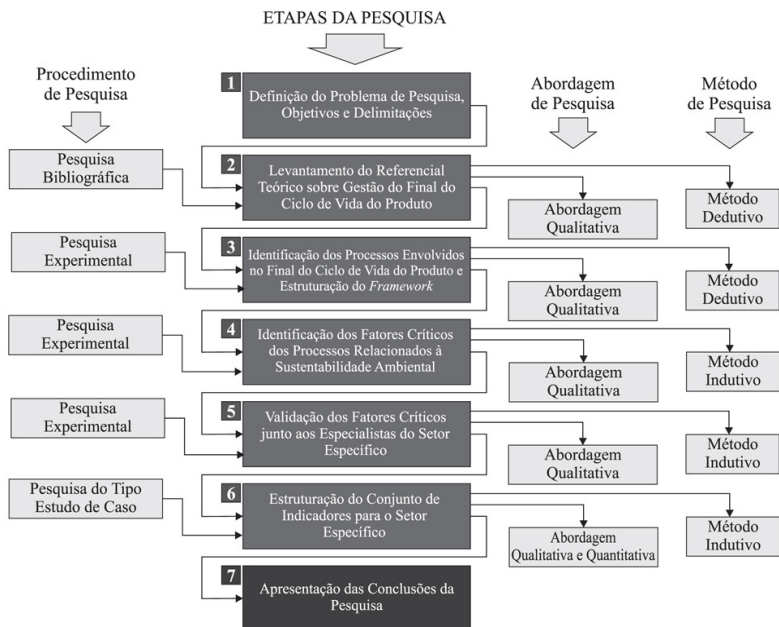


Figura 2.2 - Etapas, procedimento, abordagens e métodos da pesquisa.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para todos os procedimentos de pesquisa relacionados no estudo, é importante apresentar o ambiente da pesquisa no qual estes se desenvolveram. Este ambiente se caracteriza como a fase de final do ciclo de vida do produto, parte integrante constituinte do ciclo de vida do produto, que se apresenta como o macroambiente da pesquisa. O sujeito da pesquisa, relacionado no ambiente, é a gestão do final do ciclo de vida do produto, sendo este classificado como elemento essencial e relacionado diretamente ao sucesso dos processos envolvidos no ambiente de pesquisa. A figura 2.3 relaciona o macroambiente, o ambiente e o sujeito da pesquisa.

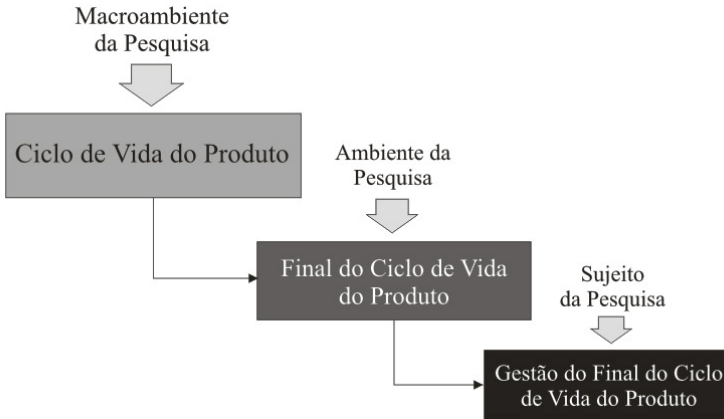


Figura 2.3 – Macroambiente, ambiente e sujeito da pesquisa.

Ao final desta etapa do trabalho tem se caracterizados e definidos os vários fatores associados ao método de pesquisa. Alguns outros aspectos metodológicos da pesquisa, os quais foram dados como preferência a apresentação posterior, serão relacionados nos capítulos seguintes. O método utilizado no levantamento bibliográfico (identificação dos processos e dos FCS), na avaliação dos FCS (questionário) e na estruturação dos indicadores serão apresentados no decorrer do trabalho. Esta apresentação posterior foi escolhida com o intuito de dar maior fluidez à construção do raciocínio necessário para o entendimento do estudo.







## CAPÍTULO 3 - REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico abordado no trabalho engloba quatro principais conceitos: Sustentabilidade, Fase Final do Ciclo de Vida do Produto, Fatores Críticos de Sucesso e Indicadores. Assim como apresentado anteriormente, a Sustentabilidade busca englobar o conceito de Ciclo de Vida do Produto, caminhando para um melhor aproveitamento dos materiais e da energia utilizada na produção industrial. A Fase Final do Ciclo de Vida do Produto se refere à fase na qual está sendo abordado o trabalho, constituindo o momento de descarte e reaproveitamento de componentes e materiais provenientes do produto. Já os Indicadores são as ferramentas que auxiliarão na melhoria dos processos envolvidos nesta fase.

### 3.1 SUSTENTABILIDADE

O crescimento da competitividade entre as organizações tem como conseqüência o aumento da velocidade de lançamento de novos produtos. Com o desenvolvimento industrial e dos sistemas de produção as organizações têm diminuído cada vez mais o ciclo de vida de seus produtos. A cada ano é aumentado o número de produtos lançados no mercado, sendo esta uma realidade global observada na maioria dos setores. Os departamentos de desenvolvimento de produtos estão cada vez mais qualificados e ágeis na criação de novos produtos para o mercado, sejam projetos do tipo radical, plataforma, derivado ou *follow source* (ROZENFELD *et al.*, 2006).

Em contrapartida a essa realidade surgem preocupações quanto aos problemas ambientais derivados do consumo e da produção desenfreada. Estudos estão sendo desenvolvidos e ações sendo tomadas com o objetivo de minimizar o impacto ambiental negativo gerado a partir dos *inputs* e *outputs* dos processos de produção. Isto porque o mercado consumidor tem demonstrado um novo sistema de valores, onde os princípios da conservação, cooperação e preservação demandam das organizações novas estratégias produtivas, como por exemplo, o reaproveitamento de resíduos e a otimização de matérias-primas na fabricação de novos produtos (KOTLER, 1996).

Fonte desta nova visão de valores há um conceito que aparece nos meios científicos, empresariais e políticos: a Sustentabilidade ou o Desenvolvimento Sustentável (CAREW & MITCHELL, 2008). Esta idéia parte do princípio que a sociedade deve seguir para um modelo

mais sustentável de desenvolvimento, onde a produção industrial não afetaria a natureza e a saúde do planeta nos patamares de hoje. Esta idéia leva a crer que seja necessário reduzir o impacto ambiental gerado pela produção hoje, para que haja a possibilidade de desenvolvimento e crescimento das gerações futuras (SHIN *et al.*, 2008).

Como movimento em busca de um modelo de desenvolvimento mais sustentável podemos citar três frentes de ações que estão sendo estabelecidas. A primeira frente se refere à consciência pessoal dos membros da sociedade. Esta linha de raciocínio é formada por conjunto de pensamentos que busca o consumo de produtos menos nocivos ao meio ambiente (SPANGENBERG; FUAD-LUKE e BLINCOE, 2010). A segunda frente se refere ao movimento político, no qual órgãos do governo e instituições públicas estão inserindo os conceitos de desenvolvimento sustentável no nível político. Estas ações se formam concretamente por legislações e incentivos públicos para empresas que buscam desenvolver ações que reduzam o impacto ambiental na sua produção ou no consumo de seus produtos (SHIN *et al.*, 2008). Já a terceira frente se refere às ações do setor privado, onde indústrias e empresas de modo geral desenvolvem ações que buscam também reduzir impactos ambientais nas suas atividades. Porém, muitas vezes estas ações são reflexos de pressões governamentais e dos consumidores.

Fazendo uma análise geral, com foco nas atitudes das empresas do setor produtivo com relação à sustentabilidade e o desenvolvimento sustentável, podemos citar algumas atividades que estão sendo desenvolvidas. Dentre elas estão a coleta, a desmontagem, a reciclagem, a correta destinação de resíduos tóxicos, dentre outras (GUNGOR e GUPTA, 1999). Com base nestas atividades, as quais estão focadas no período de pós-uso dos produtos (fase final do ciclo de vida), e tendo estes como fatores importantes para a busca de uma maior sustentabilidade no setor produtivo, será apresentada a próxima etapa do referencial deste trabalho.

### 3.2 FASE FINAL DO CICLO DE VIDA DO PRODUTO

Esta etapa do referencial teórico, acerca da fase final do ciclo de vida do produto e dos processos existentes nesta fase, é o núcleo do referencial teórico do trabalho, sendo que nesta parte está localizada a lacuna identificada para o desenvolvimento do trabalho.

Como apresentado anteriormente, iniciativas têm sido tomadas no setor produtivo buscando a melhoria dos aspectos ambientais dos

produtos. Para exemplificar estas iniciativas podemos citar a diretiva que impõe responsabilidade ao fabricante para o lixo proveniente de equipamentos elétricos e eletrônicos, sendo esta aplicada atualmente na Europa (REEE, 2003). Esta diretiva aplica regras para o tratamento e a correta destinação de produtos eletrônicos e elétricos após o seu uso (RAHIMIFARD, ABU BAKAR e WILLIAMS, 2009).

Outros produtos, diferentemente de equipamentos elétricos e eletrônicos, também têm tido um tratamento especial após o seu uso, visando o reaproveitamento de materiais e energia. Um desses casos é o de pneus em Portugal, apresentado por Ferrão, Ribeiro e Silva (2008). Neste caso específico, processos como coleta de produtos, retalhamento, trituração, moagem, separação magnética, incineração e aterramento formam a fase final do ciclo de vida do produto, onde uma parte dos materiais é reaproveitada e outra é descartada. Outros produtos que também têm tido um tratamento voltado à recuperação de materiais e correta destinação de resíduos são: veículos (BELLMAN & KHARE, 2000; FORSLIND, 2005; SAKAI, NOMA e KIDA, 2007), telefones celulares (OSIBANJO e NNOROM, 2008), televisores (ANDREOLA *et al.*, 2007).

Porém, apesar da vasta gama de trabalhos encontrados que buscam discutir e estruturar os processos no final do ciclo de vida dos produtos, poucos propõem maneiras de gerenciá-los de maneira que possa haver uma contínua melhoria dos processos. Wright, Rahimifard e Clegg (2009) assumem em seu trabalho, onde analisam os impactos da legislação ambiental na fabricação de células de combustível, que é necessário desenvolver indicadores para a classificação de resíduos perigosos e para o controle de como os resíduos são tratados. Os mesmos autores também citam o Gerenciamento Ambiental Responsável de produtos como de grande importância para vários tipos de produtos, como componentes elétricos e eletrônicos, baterias e componentes automotivos. Já Gungor e Gupka (1999), em trabalho desenvolvido sobre manufatura ambientalmente consciente, citam a necessidade de desenvolvimento de ferramentas de decisão qualitativas e quantitativas, necessárias para dar suporte às decisões envolvidas na recuperação de produtos. O monitoramento do produto, segundo Duflo *et al.* (2008), na fase de uso e na fase de final de ciclo de vida, tem grande importância para assumir a qualidade dos materiais coletados na desmontagem.

Dessa maneira é possível indicar, pela análise da literatura apresentada anteriormente, a lacuna do trabalho, que se refere à necessidade de desenvolvimento de ferramentas quantitativas que

servam de suporte para o gerenciamento do final do ciclo de vida dos produtos. Assim o trabalho apresentado aqui se propõe a desenvolver um conjunto de indicadores que sirva neste propósito. Para isto é necessário que estes sejam construídos à partir de um método, sendo que neste caso foi definido o método de fatores críticos de sucesso (FCS), os quais são o meio pelo qual se deve chegar aos indicadores. Posteriormente serão apresentados o referencial teórico para estes dois últimos assuntos abordados no trabalho.

### 3.3 FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO (FCS)

Tendo primeiramente a fase final do ciclo de vida como a fase do ciclo de vida do produto estudada especificamente no trabalho, e secundariamente o conjunto de indicadores como o fim desejado do trabalho, foi necessário criar elementos que proporcionasse a obtenção deste último através do estudo do primeiro. Os elementos selecionados para servir de meio para a obtenção dos indicadores foram os fatores críticos de sucesso (FCS). Tendo estes elementos sido explorados nas últimas quatro décadas, e sendo eles bem estabelecidos no meio científico, serão expostos aqui apenas alguns conceitos necessários para o seu entendimento no presente trabalho.

Tratando sobre quais informações são essenciais para o chefe executivo ou gerente de uma empresa, Rockart (1978) apresenta o conceito de *critical success factors* (fatores críticos de sucesso). Neste trabalho, publicado em 1978, são discutidas quais informações devem ser filtradas para que um administrador possa, de maneira resumida e rápida, encontrar o direcionamento e o posicionamento de um determinado negócio. Assim podemos assumir que este autor foi o que primeiro apresentou de forma estruturada o conceito de FCS. Neste mesmo trabalho é também apresentada a evolução na qual os FCS devem seguir, tendo como objetivo final e prático a formação de um sistema de informação útil, no qual tanto os altos administradores como os operadores possam utilizar. Rockart (1978) também expõe que os FCS devem ser traduzidos em indicadores/medidas (*indicators/measures*), que possam auxiliar no gerenciamento contínuo do negócio.

Mais recentemente, Rockart (2002) desenvolve uma retrospectiva para apresentar os caminhos trilhados na evolução dos FCS. Neste sentido o autor apresenta o resultado de uma pesquisa sobre a visão contemporânea do tema e analisa sua importância para a tecnologia da informação.

É importante reafirmar que os FCS são um meio para se chegar aos indicadores, que é o principal objetivo deste trabalho. No próximo item será apresentado o referencial acerca dos indicadores.

### 3.4 INDICADORES

Diferentemente dos outros conhecimentos abordados nesta pesquisa, o tema indicadores pode ser considerado como bem consolidado na literatura, sendo possível encontrar uma vasta gama de livros, dissertações e teses sobre o tema. Para o caso estudado no presente trabalho foram selecionadas algumas obras que se relacionam com indicadores voltados para a área de desenvolvimento de produtos e desempenho de processos.

Tendo em vista a área estudada é de grande importância destacar os princípios de medição de desempenho envolvidos em várias fases do ciclo de vida do produto. Porém, algumas fases específicas do ciclo de vida do produto possuem um maior número de trabalhos relacionados a esse tema. A fase inicial, destacada aqui como a fase de projeto do produto ou o processo de projeto, já é estudada em termos de medição de desempenho, buscando formas quantitativas de se obter o gerenciamento do projeto (PEREZ, OGLIARI e BACK, 2003). Alguns trabalhos, também voltados para os processos de desenvolvimento do produto, já discorrem sobre uma vasta literatura existente sobre a medição de desempenho nesta área (PRANCIC & MARTINS, 2003).

Outros trabalhos abordam também as questões relacionadas à medição de desempenho por meio de indicadores, porém de uma maneira mais global voltada para as organizações. Durski (2004) assume que é necessário controlar os processos de uma empresa de modo que as atividades realizadas se igualem as atividades planejadas. Já abordando o tema com um recorte mais específico nas ferramentas, podemos entender que um indicador de qualidade ou produtividade é um mecanismo de avaliação formulado em bases mensuráveis. Segundo Paladini (2002), os indicadores da qualidade e da produtividade são sempre expressos por números em valores associados e escalas contínuas, sendo necessário estabelecer o objetivo e a justificativa para estabelecer um indicador.

Dando um passo à diante é necessário destacar que a construção de indicadores é um meio para que se estabeleça um método de gestão na empresa, voltado para processos específicos ou para o processo de negócio global no qual esta empresa está envolvida. Desta forma podemos destacar que qualquer metodologia de gestão exige um esforço

conjunto do corpo diretivo e dos colaboradores não somente para a escolha, mas também para implementação num processo interativo desde o início até a análise dos resultados obtidos. É um processo em que os esforços são direcionados para o atendimento do cliente a partir da utilização de uma estratégia básica que “consiste exatamente, na melhor organização possível no processo, ou nos processos, o que se viabiliza ao longo de três etapas: eliminação das perdas; a eliminação da causa das perdas e otimização do processo”, é o que explica Paladini (1995).

Tendo analisado as fontes apresentadas, ficam claros os temas envolvidos no trabalho. Por meio do referencial teórico apresentado, mais especificamente no item que trata da Fase Final do Ciclo de Vida do Produto, foi possível indicar a lacuna identificada para o desenvolvimento do trabalho. Estas referências de trabalhos já desenvolvidos justificam a necessidade de desenvolvimento do estudo apresentado nesta dissertação.

Como fase seguinte do trabalho será apresentado, no Capítulo 4, o desenvolvimento de identificação dos processos envolvidos no final do ciclo de vida do produto assim como os Fatores Críticos de Sucesso (FCS) relacionados.







## CAPÍTULO 4 - PROCESSOS E FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO ENVOLVIDOS NO FINAL DO CICLO DE VIDA DO PRODUTO

Conforme apresentado no Capítulo 2, o trabalho está estruturado em sete etapas, sendo a etapa 1 constituída pela Definição dos Problemas de Pesquisa, Objetivos e Delimitações, e a etapa 2 o Referencial Teórico do Trabalho. Estas etapas constituíram os Capítulos 1, 2 e 3 da dissertação. A partir do Capítulo 4, estendendo-se pelos Capítulos 5 e 6, será desenvolvido o núcleo do trabalho, onde serão feitos: (1) Identificados os Processos Envolvidos no Final do Ciclo de Vida do Produto; (2) Estruturação de um *framework* com os Processos Relacionados; (3) Identificação dos Fatores Críticos de Sucesso Relacionados aos Processos; (4) Avaliação/Validação dos FCS Identificados Junto à Especialistas do Setor Específico; (5) Criação e Estruturação dos Indicadores Relacionados ao Setor Específico. Assim, tendo como objetivo facilitar a visualização de todo o caminho seguido nos Capítulos 4, 5 e 6, foi criada a figura 4.1. É importante notar que nesta figura os blocos representados em cor cinza escuro se referem às etapas do trabalho desenvolvidas nos Capítulos 4, 5 e 6.

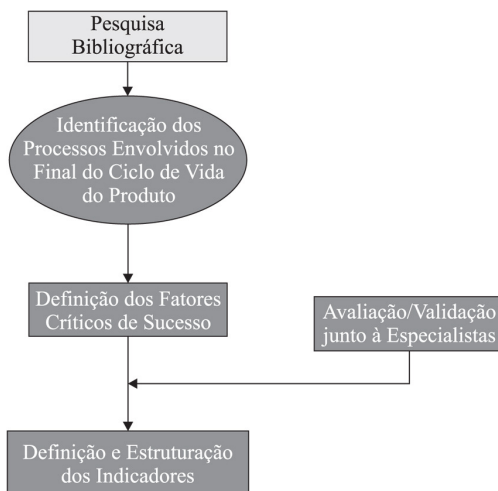


Figura 4.1 - Estrutura de desenvolvimento dos capítulos 4, 5 e 6.

Fonte: Elaborado pelo autor

#### 4.1 A IDENTIFICAÇÃO DOS PROCESSOS

Para identificação dos principais processos envolvidos no final do ciclo de vida do produto, e dos fatores críticos de sucesso (FCS) relacionados a estes, foi feito um levantamento estruturado de trabalhos publicados sobre o tema Gerenciamento do Final do Ciclo de Vida do Produto. Dessa maneira, assumiu-se, segundo exposto no trabalho, publicações encontradas em bases de dados como a fonte primária de informação para identificação dos processos envolvidos no final do ciclo de vida do produto, assim como os FCS relacionados a estes processos. Neste sentido, seguindo princípios de levantamento de dados, foi construída uma estrutura de busca para as publicações consultadas.

#### 4.2 ESTRUTURA DE BUSCA PARA PUBLICAÇÕES

Para realizar a busca das publicações foi definido um conjunto de dez bases de dados que foram consultadas, sendo estas: Science Direct, EBSCO, Emerald, CSA, Wilson, Google Scholar, IEEE Xplore, Scielo, SpringerLink e Web of Science. Para realizar a busca foi utilizado dois portais de busca: o Portal de Periódicos CAPES e o Science Direct.

#### 4.3 BUSCA NO PORTAL DE PERIÓDICOS CAPES

Como apresentado anteriormente no Capítulo 2 (ver figura 2.3), o macroambiente de pesquisa que envolve este trabalho é o Ciclo de Vida do Produto. Definimos também que o ambiente de pesquisa, o qual está constituído dentro do macroambiente de pesquisa, é o Final do Ciclo de Vida do Produto. Já o sujeito da pesquisa é definido pela Gestão do Final do Ciclo de Vida do Produto. Sendo assim, esta definição feita auxiliou na busca estruturada, sendo que este termo foi utilizado como principal direcionador, porém sendo utilizado em sua forma no inglês: *end of life product management*.

Tendo definido o termo que seria utilizado para realizar a busca pelas publicações foram definidos outros parâmetros da busca, os quais estão apresentados no quadro 4.1.

<b>Parâmetro</b>	<b>Opção Escolhida</b>
Tipo de Busca	Metabusca
Tipo de Busca	Busca Integrada
Campos de Busca	Todos os Campos
Bases para a Busca	Localizar por Área de Conhecimento
Área de Conhecimento	Engenharias
Subárea	Todas as Bases desta Área de Conhecimento
Bases do Conjunto Seleccionadas	EBSCO, Emerald, CSA, Wilson, Google Scholar, IEEE Xplore, Scielo, SpringerLink, Web of Science

Quadro 4.1 - Parâmetros de busca para o portal de periódicos CAPES.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Assim, tendo a busca sido processada nas referidas bases, foram obtidos 155 (cento e cinquenta e cinco) registros. Tais registros representam publicações provenientes de periódicos e eventos internacionais. A publicação mais antiga obtida nesta busca foi identificada como de 1945, proveniente da base SpringerLink. Já as publicações mais recentes desta busca foram identificadas como do ano de 2010.

#### 4.4 BUSCA NO PORTAL SCIENCE DIRECT

A busca realizada no portal do Science Direct possuiu o mesmo objetivo da realizada no Portal de Periódicos Capes, que é encontrar publicações relacionadas à Gestão do Final do Ciclo de Vida do Produto. Sendo o portal de buscas do Science Direct distinto do Portal de Periódicos Capes, foram selecionados parâmetros distintos na busca. O quadro 4.2 apresenta os parâmetros selecionados.

<b>Parâmetro</b>	<b>Opção Escolhida</b>
Tipo de Pesquisa	<i>Advanced Research</i>
Tipo de Recursos	<i>All Sources</i>
Procura feita em	<i>Abstract, Title, Keywords</i>
Incluir na Busca	<i>Journals + All Books</i>
Assuntos:	<i>Business, Management and Accounting; Decision Sciences; Engineering; Environmental Science; Material Science</i>
Ano das Publicações	<i>All Years</i>

Quadro 4.2 - Parâmetros de busca para o portal Science Direct.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Sendo realizada a busca, foram obtidos 60 (sessenta) resultados. Esses resultados representam 60 (sessenta) publicações provenientes de periódicos internacionais e anais de congressos internacionais. A publicação mais antiga desta busca foi identificada como sendo do ano de 1992, e as publicações mais recentes do ano de 2010.

#### 4.5 TRATAMENTO DOS RESULTADOS

Somando os resultados das buscas nos dois portais foram obtidos 215 (duzentos e quinze) publicações.

Primeiramente é necessário apresentar que houve resultados duplicados entre os dois portais de busca, isso quer dizer que houveram publicações que foram encontradas tanto nas bases de dados buscadas no Portal de Periódicos CAPES assim como na base de dados do Science Direct. No total foram 16 (dezesesseis) publicações encontradas simultaneamente nas duas bases de dados, sendo uma destas encontrada duas vezes nas bases do Portal de Periódicos CAPES. Assim, o número total de publicações encontradas foi de 198 (cento e noventa e oito).

Porém, nem todas as publicações obtidas seriam úteis para o propósito do trabalho, que é encontrar referências de processos existentes no final do ciclo de vida do produto e FCS apontados pelos autores quanto a esses processos. Assim, foi necessário criar um sistema de análise para avaliar se a publicação possuía as informações necessárias para ser analisada. Para isso foi criado o seguinte sistema de análise: (1) as publicações teriam seus títulos, resumos e palavras-chave analisados por meio de leitura; (2) se estes apresentassem termos referentes ao gerenciamento do final do ciclo de vida do produto seria feita uma análise do conteúdo da publicação, com o intuito de achar gráficos e tabelas que apontassem para a possível presença de informações na publicação sobre processos envolvidos no final do ciclo de vida do produto e FCS referentes a estes.

Feita essa análise, foi encontrado um conjunto de 46 (quarenta e seis) publicações classificadas como de importância para o trabalho. Estas publicações tiveram todo seu conteúdo analisado por meio de leitura.

Para dar continuidade na apresentação do resultado obtido na análise das publicações é importante estabelecer que primeiramente serão apresentados os resultados referentes aos processos identificados, sendo num segundo momento apresentados os FCS.

#### 4.6 PROCESSOS IDENTIFICADOS

Através da análise, feita por meio de leitura, das 46 (quarenta e seis) publicações relevantes obtidas nas buscas foi possível identificar vários processos pertencentes à fase final do ciclo de vida do produto. É necessário mencionar que as publicações obtidas se referem a uma grande variedade de produtos, como eletrônicos, pneus, computadores, automóveis, lâmpadas, eletrodomésticos, e outros. Para facilitar o entendimento da variedade de produtos encontrados nas publicações foi elaborado o quadro 4.3.

<b>Título</b>	<b>Referência</b>	<b>Ano</b>	<b>Produto</b>
A methodological framework for end-of-life management of electronic products	(IAKOVOU <i>et al.</i> , 2009)	2009	Eletrônicos
An architecture design with data model for product recovery management systems	(UM, YOON e SUH, 2008)	2008	Sem Especificação
A Decision-Making Model for Material Management of End-of-Life Electronic Products	(YU <i>et al.</i> , 2000)	2000	Eletrônicos
Assessing the recycling efficiency of copper from end-of-life products in Western Europe	(RUHRBERG, 2006)	2006	Cobre (Material)
A management system for end-of-life tyres: A Portuguese case study	(FERRÃO, RIBEIRO e SILVA, 2008)	2008	Pneus
Impacts of environmental product legislation on solid oxide fuel cells	(WRIGHT, RAHIMIFARD e CLEGG, 2009)	2009	Células de Combustível
Product recovery with some byte: an overview of management challenges and environmental consequences in reverse manufacturing for the computer industry	(WHITE <i>et al.</i> , 2003)	2003	Computadores
A Model for Improving Economic Performance of a Demanufacturing System for Reduced Product End-of-Life Environmental Impact	(SUTHERLAND, GUNTER e WEINMANN, 2001)	2002	Peças Mecânicas
Economic issues in recycling end-of-life vehicles	(BELLMANN e KHARE, 2000)	2000	Automóveis
End-of-life management and recycling of PV modules	(FTHENAKIS, 2000)	2000	Módulos Fotovoltáicos
Cradle to cradle: Reverse logistics strategies and opportunities across three industry sectors	(KUMAR e PUTNAM, 2008)	2008	Automóveis; Eletrônicos; Eletrodomésticos
Electronic products recovery—PAWS, a BRITE-EURAM project	(GOGGIN e BROWNE, 1998)	1998	Eletrônicos
Exploring e-waste management systems in the United States	(KAHHAT <i>et al.</i> , 2008)	2008	Eletrônicos
Issues in environmentally conscious manufacturing and product recovery: a survey	(GUNGOR e GUPTA, 1999)	1999	Sem Especificação

<b>Título</b>	<b>Referência</b>	<b>Ano</b>	<b>Produto</b>
Integrated design of remanufacturable products based on product profiles	(ZWOLINSKI, LOPEZ-ONTIVEROS e BRISSAUD, 2006)	2006	Sem Especificação
The supply chain implications of recycling	(PAGELL, WU e MURTHY, 2007)	2007	Sem Especificação
Combination of case-based reasoning and analytical hierarchy process for providing intelligent decision support for product recycling strategies	(KUO, 2010a)	2010	Eletrônicos
The construction of a collaborative-design platform to support waste electrical and electronic equipment recycling	(KUO, 2010b)	2010	Elétricos e Eletrônicos
Ecodesign methods focused on remanufacturing	(PIGOSSO <i>et al.</i> , 2010)	2010	Sem Especificação
Analysis of material and energy consumption of mobile phones in China	(YU, WILLIAMS e JU, 2010)	2010	Telefones Celulares
Tracking the devil's metal: Historical global and contemporary U.S. tin cycles	(IZARD e MÜLLER, 2010)	2010	Estanho (Material)
On the optimal design of the disassembly and recovery processes	(XANTHOPOULOS e IAKOVOU, 2009)	2009	Aquecedores Elétricos
Implementing extended producer responsibility: the case of Sweden's car scrapping scheme	(FORSLIND, 2005)	2005	Automóveis
A waste input-output life-cycle cost analysis of the recycling of end-of-life electrical home appliances	(NAKAMURA e KONDO, 2006)	2006	Eletrodomésticos
Sustainability and End-of-Life Product Management: A Case Study of Electronics Collection Scenarios	(CAUDILL e DICKINSON, 2004)	2004	Eletrônicos
An analysis of product properties affecting performance of end-of-life systems for electrical and electronics equipment	(JOHANSSON e BRODIN, 2008)	2008	Equipamentos Elétricos e Eletrônicos
Sustainable Product and Material End-of-Life Management: An Approach for Evaluating Alternatives	(DICKINSON e CAUDILL, 2006)	2003	Sem Especificação
Computer-aided recycling process planning for end-of-life electrical and electronic equipment	(ABU BAKAR e RAHIMIFARD, 2007)	2007	Equipamentos Eletrônicos e Elétricos
An Environmentally Conscious Management Model for End-of-Life Electromechanical Products	(QIAN e ZHANG, 2003)	2003	Eletromecânicos
Sustainable Product and Material End-of-Life Management: An Approach for Evaluating Alternatives	(GEHIN, ZWOLINSKI e BRISSAUD, 2008)	2008	Eletrônicos e Elétricos
ELDA and EVCA: Tools for building product End-of-Life Strategy	(ROSE, ISHII e STEVELS, 2001)	2001	Sem Especificação
Modelling and planning of Product Recovery Network: the case study of end-of-life refrigerators in Italy	(CAGNO, MAGALINI e TRUCCO, 2008)	2008	Refrigeradores



<b>Título</b>	<b>Referência</b>	<b>Ano</b>	<b>Produto</b>
Manufacturing Products with End-of-Life Considerations: An Economic Assessment to the Routes of Revenue Generation From Mature Products	(LOW, WILLIAMS e DIXON, 1998)	1998	Sem Especificação
Efficiency and feasibility of product disassembly: A case-based study	(DUFLOU <i>et al.</i> , 2008)	2008	Câmeras Fotográficas
The role of product information in automotive plastics recycling: a financial and life cycle assessment	(DUVAL e MACLEAN, 2007)	2007	Plásticos Automotivo (Material)
E-waste issues and measures in the Philippines	(PERALTA e FONTANOS, 2006)	2006	Eletrônicos e Elétricos
A Decision-Support Tool for the Take-Back of Plastics from End-of-Life Electronics	(MASANET e HORVATH, 2004)	2004	Plástico Proveniente de Eletrônicos (Material)
An overview of current processes for the thermochemical treatment of automobile shredder residue	(SROGI, 2008)	2008	Resíduos Triturados Proveniente de Automóveis (Material)
Initiating automotive component reuse in Malaysia	(AMELIA <i>et al.</i> , 2009)	2009	Componentes Automotivos
The Environmental Impact of Disposable Versus Re-Chargeable Batteries for Consumer Use	(PARSONS, 2007)	2007	Baterias
Incorporating Component Reuse, Remanufacture, and Recycle Into Product Portfolio Design	(MANGUN e THURSTON, 2002)	2002	Computadores
Linking Demanufacturing Operations With Product DFE Initiatives	GRENCHUS <i>et al.</i> , 1998)	1998	Sem Especificação
Total Life Cycle-Based Materials Selection for Polymer Metal Hybrid Body-in-White Automotive Components	(GRUJICIC, 2009)	2009	Automóveis (Materiais)
Towards Sustainable Operations Management Integrating Sustainability Management into Operations Management Strategies and Practices	(BETTLEY e BURNLEY, 2008)	2008	Sem Especificação
Integrating Environmental Product Design into Inkjet Printing Supplies	(LASZEWSKI e CAREY, 2004)	2002	Impressoras
A Lifecycle Environmental Study of the Impact of E-commerce on Electronic Products	(CAUDILL <i>et al.</i> , 2000)	2000	Eletrônicos

Quadro 4.3 - Tipos de produtos relacionados nas principais publicações encontradas.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Como houve uma grande variedade de produtos relacionados na publicação, além do fato de que cada publicação possui um foco diferente, sendo que algumas se relacionavam à reciclagem de materiais, enquanto outras à sistemas de gerenciamento do final do ciclo de vida do produto, foi possível identificar uma grande quantidade de processos

diversos. Para facilitar o entendimento e a visualização dos processos identificados foi construído o quadro 4.4.

Título	Referência	Ano	Produto	Processos
A methodological framework for end-of-life management of electronic products	(IAKOVOU <i>et al.</i> , 2009)	2009	Eletrônicos	Desmontagem
An architecture design with data model for product recovery management systems	(UM, YOON e SUH, 2008)	2008	Geral	Pré-inspeção; Inspeção, Desmontagem; Reciclagem; Reposição de Componentes; Montagem; Atualização
A Decision-Making Model for Material Management of End-of-Life Electronic Products	(YU <i>et al.</i> , 2000)	2000	Eletrônicos	Sem Especificação
Assessing the recycling efficiency of copper from end-of-life products in Western Europe	(RUHRBERG, 2006)	2006	Cobre (Material)	Sem Especificação
A management system for end-of-life tyres: A Portuguese case study	(FERRÃO, RIBEIRO e SILVA, 2008)	2008	Pneus	Coleta; Retalhamento; Trituração; Moagem; Separação Magnética; Separação por Densidade; Reciclagem; Incineração; Aterramento
Impacts of environmental product legislation on solid oxide fuel cells	(WRIGHT, RAHIMIFARD e CLEGG, 2009)	2009	Células de Combustível	Sem Especificação
Product recovery with some byte: an overview of management challenges and environmental consequences in reverse manufacturing for the computer industry	(WHITE <i>et al.</i> , 2003)	2003	Computadores	Seleção; Armazenamento; Coleta; Transporte
A Model for Improving Economic Performance of a Demanufacturing System for Reduced Product End-of-Life Environmental Impact	(SUTHERLAND, GUNTER e WEINMANN, 2001)	2001	Peças Mecânicas	Sem Especificação
Economic issues in recycling end-of-life vehicles	(BELLMANN e KHARE, 2000)	2000	Automóveis	Sem Especificação
End-of-life management and recycling of PV modules	(FTHENAKIS, 2000)	2000	Módulos Fotovoltáicos	Desmontagem; Recuperação; Trituração; Derretimento;
Cradle to cradle: Reverse logistics strategies and opportunities across three industry sectors	(KUMAR e PUTNAM, 2008)	2008	Automóveis; Eletrônicos; Eletrodomésticos ( <i>Appliance</i> )	Sem Especificação
Electronic products recovery—PAWS, a BRITE-EURAM project	(GOGGIN e BROWNE, 1998)	1998	Eletrônicos	Coleta; Desmontagem; Separação; Eliminação; Atualização; Reuso; Recondicionamento; Reuso de Materiais

<b>Título</b>	<b>Referência</b>	<b>Ano</b>	<b>Produto</b>	<b>Processos</b>
Exploring e-waste management systems in the United States	(KAHHAT <i>et al.</i> , 2008)	2008	Eletrônicos	Sem Especificação
Issues in environmentally conscious manufacturing and product recovery: a survey	(GUNGOR e GUPTA, 1999)	1999	Geral	Sem Especificação
Integrated design of remanufacturable products based on product profiles	(ZWOLINSKI, LOPEZ-ONTIVEROS e BRISSAUD, 2006)	2006	Geral	Sem Especificação
The supply chain implications of recycling	(PAGELL, WU e MURTHY, 2007)	2007	Geral	Sem Especificação
Combination of case-based reasoning and analytical hierarchy process for providing intelligent decision support for product recycling strategies	(KUO, 2010a)	2010	Eletrônicos	Sem Especificação
The construction of a collaborative-design platform to support waste electrical and electronic equipment recycling	(KUO, 2010b)	2010	Elétricos e Eletrônicos	Classificação; Desmontagem; Trituração; Retalhamento; Classificação; Correta Destinação de Resíduos; Reciclagem; Reuso; Eliminação
Ecodesign methods focused on remanufacturing	(PIGOSSO <i>et al.</i> , 2010)	2010	Geral	Desmontagem; Teste; Reparação; Limpeza; Inspeção; Atualização; Reposição; Remontagem
Analysis of material and energy consumption of mobile phones in China	(YU, WILLIAMS e JU, 2010)	2010	Telefones Celulares	Sem Especificação
Tracking the devil's metal: Historical global and contemporary U.S. tin cycles	(IZARD e MÜLLER, 2010)	2010	Estanho (Material)	Sem Especificação
On the optimal design of the disassembly and recovery processes	(XANTHOPOULO S e IAKOVOU, 2009)	2009	Aquecedores Elétricos	Sem Especificação
Implementing extended producer responsibility: the case of Sweden's car scrapping scheme	(FORSLIND, 2005)	2005	Automóveis	Sem Especificação
A waste input-output life-cycle cost analysis of the recycling of end-of-life electrical home appliances	(NAKAMURA e KONDO, 2006)	2006	Eletrodomésticos	Sem Especificação
Sustainability and End-of-Life Product Management: A Case Study of Electronics Collection Scenarios	(CAUDILL e DICKINSON, 2004)	2004	Eletrônicos	Sem Especificação

Título	Referência	Ano	Produto	Processos
An analysis of product properties affecting performance of end-of-life systems for electrical and electronics equipment	(JOHANSSON e BRODIN, 2008)	2008	Equipamentos Elétricos e Eletrônicos	Sem Especificação
Sustainable Product and Material End-of-Life Management: An Approach for Evaluating Alternatives	(DICKINSON e CAUDILL, 2003)	2003	Geral (Materiais)	Sem Especificação
Computer-aided recycling process planning for end-of-life electrical and electronic equipment	(ABU BAKAR e RAHIMIFARD, 2007)	2007	Equipamentos Eletrônicos e Elétricos	Atualização; Reparo; Reuso; Estocagem; Reciclagem; Trituração; Retalhamento; Incineração; Tratamento de Substâncias Perigosas;
An Environmentally Conscious Management Model for End-of-Life Electromechanical Products	(QIAN e ZHANG, 2003)	2003	Eletromecânicos	Teste; Desmontagem; Classificação; Trituração; Destruição; Derretimento; Incineração; Atterramento
Sustainable Product and Material End-of-Life Management: An Approach for Evaluating Alternatives	(GEHIN, ZWOLINSKI e BRISSAUD, 2008)	2008	Eletrônicos e Elétricos	Sem Especificação
ELDA and EVCA: Tools for building product End-of-Life Strategy	(ROSE, ISHII e STEVELS, 2001)	2001	Geral (Materiais)	Sem Especificação
Modelling and planning of Product Recovery Network: the case study of end-of-life refrigerators in Italy	(CAGNO, MAGALINI e TRUCCO, 2008)	2008	Refrigeradores	Sem Especificação
Manufacturing Products with End-of-Life Considerations: An Economic Assessment to the Routes of Revenue Generation From Mature Products	(LOW, WILLIAMS e DIXON, 1998)	1998	Geral	Sem Especificação
Efficiency and feasibility of product disassembly: A case-based study	(DUFLOU <i>et al.</i> , 2008)	2008	Câmeras Fotográficas	Desmontagem; Retalhamento; Trituração; Classificação; Limpeza; Inspeção
The role of product information in automotive plastics recycling: a financial and life cycle assessment	(DUVAL e MACLEAN, 2007)	2007	Plásticos Automotivo (Material)	Desmontagem; Identificação; Separação; Estocagem;
E-waste issues and measures in the Philippines	(PERALTA e FONTANOS, 2006)	2006	Eletrônicos e Elétricos	Reciclagem; Reuso; Recuperação; Coleta; Tratamento; Eliminação Apropriada; Armazenamento;
A Decision-Support Tool for the Take-Back of Plastics from End-of-Life Electronics	(MASANET e HORVATH, 2004)	2004	Plástico Proveniente de Eletrônicos (Material)	Sem Especificação

<b>Título</b>	<b>Referência</b>	<b>Ano</b>	<b>Produto</b>	<b>Processos</b>
An overview of current processes for the thermochemical treatment of automobile shredder residue	(SROGI, 2008)	2008	Resíduos Triturados Proveniente de Automóveis (Material)	Sem Especificação
Initiating automotive component reuse in Malaysia	(AMELIA <i>et al.</i> , 2009)	2009	Componentes Automotivos	Sem Especificação
The Environmental Impact of Disposable Versus Re-Chargeable Batteries for Consumer Use	(PARSONS, 2007)	2007	Baterias	Sem Especificação
Incorporating Component Reuse, Remanufacture, and Recycle Into Product Portfolio Design	(MANGUN e THURSTON, 2002)	2002	Computadores	Sem Especificação
Linking Demanufacturing Operations With Product DFE Initiatives	GRENCIUS <i>et al.</i> , 1998)	1998	Geral	Sem Especificação
Total Life Cycle-Based Materials Selection for Polymer Metal Hybrid Body-in-White Automotive Components	(GRUJICIC, 2009)	2009	Automóveis (Materiais)	Sem Especificação
Towards Sustainable Operations Management Integrating Sustainability Management into Operations Management Strategies and Practices	(BETTLEY e BURNLEY, 2008)	2008	Geral	Aquisição; Teste; Inspeção; Separação; Disposição; Recuperação; Redistribuição
Integrating Environmental Product Design into Inkjet Printing Supplies	(LASZEWSKI e CAREY, 2004)	2004	Impressoras	Sem Especificação
A Lifecycle Environmental Study of the Impact of E-commerce on Electronic Products	(CAUDILL <i>et al.</i> , 2000)	2000	Eletrônicos	Sem Especificação

Quadro 4.4 - Processos relacionados nas principais publicações encontradas.  
Fonte: Elaborado pelo autor.

Como apresentado no quadro 4.4, a maioria das publicações consultadas não apresenta uma especificação dos processos presentes na fase final do ciclo de vida. Somente 14 (quatorze) publicações apresentam uma linha de processos que fazem parte da fase de pós-uso do produto.

Com estes processos em mente, tendo em algumas publicações estes sido dispostos numa ordem linear, foi construído um *framework*, o qual é caracterizado como um modelo genérico para o final do ciclo de vida do produto. É necessário, nesta etapa do trabalho, justificar a construção de um modelo genérico ao invés do modelo específico. Isto se justifica por dois principais fatores: (1) As fontes de informação,

apresentadas no resultado da busca realizada, mostram que não há informações suficientes para a construção de um modelo específico de processos para o final do ciclo de vida, pois há publicações que apresentam diversos tipos de produtos (veículos, eletrônicos, equipamentos elétricos, celulares etc.). (2) É mais interessante, no contexto de pesquisa científica, partir de um modelo geral para a construção posterior de um modelo específico.

Para apresentação do *framework* foi construído o quadro 4.5, estruturada a partir dos processos identificados nas publicações (ver quadro 4.4).

Etapa do Final do Ciclo de Vida do Produto	Processo	Número de Referências
Etapa 1 – Etapa Inicial	Coleta e Aquisição	5
	Transporte	1
	Pré-Inspeção	1
	Inspeção	4
	Teste	3
	Seleção	1
	Classificação e Identificação	4
	Limpeza	2
	Armazenamento e Estocagem	4
Etapa 2 – Remanufatura	Desmontagem	9
	Recuperação	3
	Atualização	4
	Reposição de Componentes e Reparo	3
	Recondicionamento	1
	Remontagem	2
Etapa 3 – Reciclagem	Redistribuição	1
	Reciclagem	5
	Reuso de Materiais	4
	Retalhamento, Trituração e Moagem	6
	Separação (Magnética, Densidade etc.)	5
	Aterramento	2
	Eliminação Apropriada e Destruição	4
	Incineração	3
	Correta Destinação de Resíduos e Tratamento de Substâncias Perigosas	3
Derretimento	2	

Quadro 4.5 – Processos e número de referências identificadas nas principais publicações encontradas.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Foi também construído, de forma a auxiliar a visualização da estrutura dos processos envolvidos no final do ciclo de vida do produto, um modelo visual, que complementa o modelo apresentado no quadro

4.4. Este modelo mostra, em forma de fluxograma, a seqüência linear gerada pelos processos. O modelo está ilustrado na figura 4.2

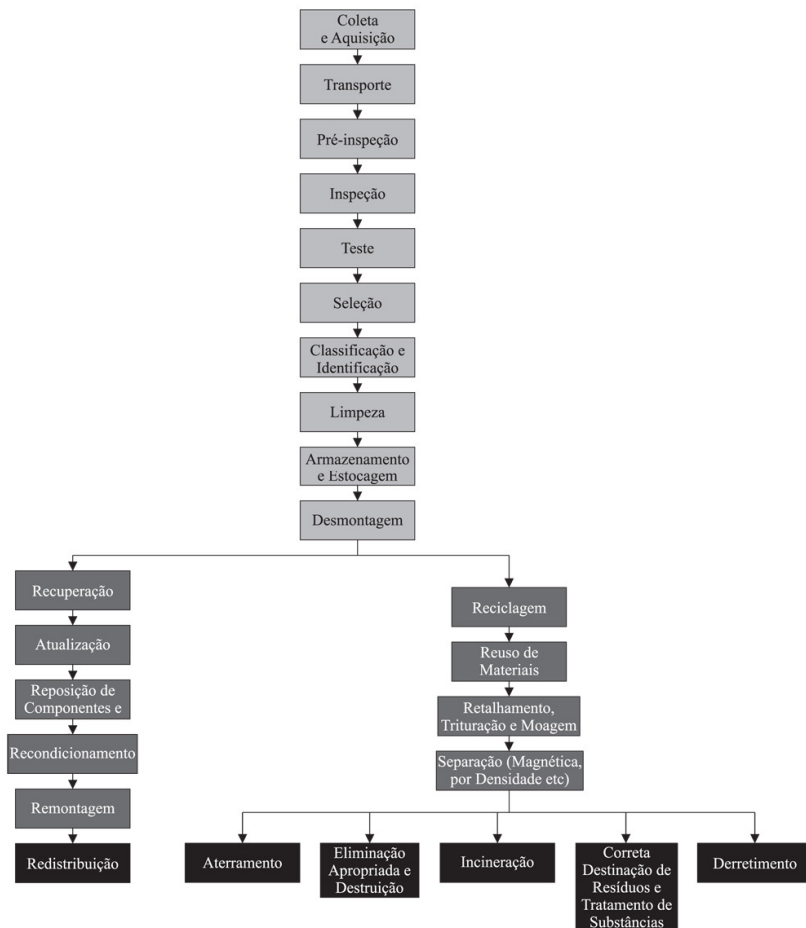


Figura 4.2 – Modelo visual dos processos envolvidos no final do ciclo de vida do produto.

Fonte: Elaborada pelo autor.

É importante entender que este *framework* foi construído a partir das referências encontradas nas publicações pesquisadas, sendo que alguns foram referenciados mais vezes do que outros (ver terceira coluna do quadro 4.5). Assim foi possível estruturar uma linha de processos genérica (modelo genérico), a qual poderia servir de base para

estruturar uma fase de final do ciclo de vida para qualquer tipo de produto.

Com relação às especificidades do *framework* estruturado, é possível perceber que este possui uma primeira etapa (Etapa 1 – Etapa Inicial, ver quadro 4.5), a qual o produto é: Coletado; Transportado; Pré-Inspeccionado; Inspeccionado; Testado; Selecionado; Classificado e Identificado; Limpo; Armazenado; e Desmontado. Após este último processo, a Desmontagem, os componentes do produto podem seguir para duas etapas distintas. A segunda etapa (Etapa 2 – Remanufatura, ver quadro 4.5) é constituída dos seguintes processos: Recuperação; Atualização; Reposição de Componentes e Reparo; Recondicionamento; Remontagem; e Redistribuição. É clara a relação destes processos com a Remanufatura, na qual o produto é recondicionado para um uso futuro, o caracterizando como um produto remanufaturado. Porém nem todos os produtos possuem características que permitam que este seja remanufaturado. Nestas condições, o produto segue para outra etapa (Etapa 3 – Reciclagem, ver quadro 4.5). Esta terceira etapa é caracterizada pelos seguintes processos: Reciclagem; Reuso de Materiais; Retalhamento, Trituração e Moagem; e Separação. Esta fase se caracteriza pela Reciclagem, onde os componentes e os materiais obtidos do produto sofrem transformações físicas. A etapa de Reciclagem é finalizada pelos seguintes processos: Aterramento; Eliminação Apropriada e Destruição; Incineração; Correta Destinação de Resíduos e Tratamento de Substâncias Perigosas; e Derretimento.

Tendo apresentado o *framework* proposto, que representa de forma estruturada os processos envolvidos no Final do Ciclo de Vida do Produto, cabe identificar os fatores críticos de sucesso (FCS) presentes nas publicações pesquisadas.

#### 4.7 A IDENTIFICAÇÃO DOS FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO (FCS)

Após a identificação dos processos relacionados à fase de final do ciclo de vida do produto e da estruturação do *framework* com os processos é necessário identificar e estruturar os FCS. Para esta identificação foi utilizado o mesmo método apresentado para os processos. Foi feita a leitura das 46 (quarenta e seis) principais publicações, selecionadas das 198 (cento e noventa e oito) publicações encontradas na busca estruturada (ver item 4.2).



Os FCS foram identificados por meio de citações presentes nas publicações. Para a visualização e o entendimento dos FCS foi estruturado o quadro 4.6.

<b>Grupo</b>	<b>Fatores Críticos de Sucesso</b>	<b>Referência (número de vezes citado na publicação)</b>	<b>Produtos</b>
<b>Identificação</b>	Identificação dos Produtos (Marca, Modelo)	(WHITE <i>et al.</i> , 2003); (GOGGIN e BROWNE, 1998); (JOHANSSON e BRODIN, 2008); (QIAN e ZHANG, 2003)	Computadores; Eletrônicos; Elétricos e Eletrônicos; Eletromecânicos
	Identificação dos Componentes	(IAKOVOU <i>et al.</i> , 2009); (IAKOVOU <i>et al.</i> , 2009); (GOGGIN e BROWNE, 1998); (PIGOSSO <i>et al.</i> , 2010); (DUVAL e MACLEAN, 2007); (DUVAL e MACLEAN, 2007); (GRECHUS <i>et al.</i> , 1998)	Eletrônicos; Eletrônicos; Geral; Plásticos Automotivos (Geral); Geral
	Identificação dos Materiais	(GOGGIN e BROWNE, 1998); (PIGOSSO <i>et al.</i> , 2010); (JOHANSSON e BRODIN, 2008); (GRECHUS <i>et al.</i> , 1998)	Eletrônicos; Geral; Elétricos e Eletrônicos; Geral
	Identificação dos Fabricantes	(FERRÃO, RIBEIRO e SILVA, 2008); (JOHANSSON e BRODIN, 2008)	Pneus; Elétricos e Eletrônicos
	Identificação de Materiais e Elementos Tóxicos/Perigosos (uso de símbolos padronizados)	(WRIGHT, RAHIMIFARD e CLEGG, 2009); (GOGGIN e BROWNE, 1998)	Células de Combustível; Eletrônicos
	Identificação da Reciclabilidade do Produto	(UM, YOON e SUH, 2008); (KUO, 2010)	Geral; Eletrônicos
<b>Eficiência na Recuperação</b>	Peso de Material Recuperado por Produtos	(IAKOVOU <i>et al.</i> , 2009); (WRIGHT, RAHIMIFARD e CLEGG, 2009); (PIGOSSO <i>et al.</i> , 2010); (PIGOSSO <i>et al.</i> , 2010); (XANTHOPOULOS e IAKOVOU, 2009); (MASANET e HORVATH, 2004)	Eletrônicos; Célula de Combustível; Geral; Geral; Geral; Aquecedores Elétricos; Plástico Proveniente de Eletrônicos (Material)
	Quantidade de Material Recuperável por Produtos	(YU <i>et al.</i> , 2000); (RUHRBERG, 2006); (RUHRBERG, 2006); (WRIGHT, RAHIMIFARD e CLEGG, 2009); (WHITE <i>et al.</i> , 2003); (PIGOSSO <i>et al.</i> , 2010); (PIGOSSO <i>et al.</i> , 2010); (MASANET e HORVATH, 2004)	Eletrônicos; Cobre (Material); Cobre (Material); Células de Combustível; Computadores; Geral; Geral; Plástico Proveniente de Eletrônicos (Material)
	Tempo Necessário para Recuperação do Produto	(WHITE <i>et al.</i> , 2003); (GUNGOR e GUPTA, 1999); (PIGOSSO <i>et al.</i> , 2010); (PIGOSSO <i>et al.</i> , 2010); (DUFLOU <i>et al.</i> , 2008); (MASANET e HORVATH, 2004)	Computadores; Geral; Geral; geral; Câmeras Fotográficas; Plástico Proveniente de Eletrônicos (Material)

Grupo	Fatores Críticos de Sucesso	Referência (número de vezes citado na publicação)	Produtos
<b>Eficiência na Recuperação</b>	Quantidade de Componentes no Produto	(IAKOVOU <i>et al.</i> , 2009); (PIGOSSO <i>et al.</i> , 2010)	Eletrônicos; Geral
	Necessidade de Destruição para Recuperação	(IAKOVOU <i>et al.</i> , 2009); (IAKOVOU <i>et al.</i> , 2009); (XANTHOPOULOS e IAKOVOU, 2009)	Eletrônicos; Eletrônicos; Aquecedores Elétricos
	Planejamento da Recuperação do Produto	(GUNGOR e GUPTA, 1999); (GUNGOR e GUPTA, 1999); (GUNGOR e GUPTA, 1999)	Geral; Geral; Geral
	Energia Consumida no Processo de Recuperação	(PIGOSSO <i>et al.</i> , 2010)	Geral
	Variabilidade de Materiais num Mesmo Produto	(BELLMANN e KHARE, 2000); (DUFLOU <i>et al.</i> , 2008)	Automóveis; Câmeras Fotográficas
	Variabilidade de Dimensão dos Produtos Recuperados	(DUFLOU <i>et al.</i> , 2008)	Câmeras Fotográficas
	Variabilidade dos Componentes	(PIGOSSO <i>et al.</i> , 2010); (XANTHOPOULOS e IAKOVOU, 2009); (DUFLOU <i>et al.</i> , 2008)	Geral; Aquecedores Elétricos; Câmeras Fotográficas
	Quantidade de Elementos de Fixação	(PIGOSSO <i>et al.</i> , 2010); (XANTHOPOULOS e IAKOVOU, 2009)	Geral; Aquecedores Elétricos
	Número de Etapas para Recuperação do Produto	(GRECHUS <i>et al.</i> , 1998)	Geral
	Custo de Recuperação do Produto	(YU <i>et al.</i> , 2000); (FERRÃO, RIBEIRO e SILVA, 2008); (PIGOSSO <i>et al.</i> , 2010); (PIGOSSO <i>et al.</i> , 2010); (PIGOSSO <i>et al.</i> , 2010); (XANTHOPOULOS e IAKOVOU, 2009); (MASANET e HORVATH, 2004)	Eletrônicos; Pneus; Geral; Geral; Geral; Aquecedores Elétricos; Plástico Proveniente de Eletrônicos (Material)
<b>Informações</b>	Informações do Produto Recuperado	(UM, YOON e SUH, 2008); (WHITE <i>et al.</i> , 2003); (WHITE <i>et al.</i> , 2003)	Geral; Computadores; Computadores
	Composição do Produto Recuperado	(UM, YOON e SUH, 2008); (WHITE <i>et al.</i> , 2003); (WHITE <i>et al.</i> , 2003)	Geral; Computadores; Computadores
	Presença de Informações que Auxiliem na Recuperação do Produto	(UM, YOON e SUH, 2008); (WHITE <i>et al.</i> , 2003); (WHITE <i>et al.</i> , 2003)	Geral; Computadores; Computadores

Grupo	Fatores Críticos de Sucesso	Referência (número de vezes citado na publicação)	Produtos
<b>Incentivos e Regulamentação</b>	Incentivos Governamentais para Recuperação	(FERRÃO, RIBEIRO e SILVA, 2008); (FERRÃO, RIBEIRO e SILVA, 2008); (FERRÃO, RIBEIRO e SILVA, 2008); (DUFLOU <i>et al.</i> , 2008); (DUFLOU <i>et al.</i> , 2008)	Pneus; Pneus; Pneus; Câmeras Fotográficas; Câmeras Fotográficas
	Regulamentações e Normas de Recuperação	(GEHIN, ZWOLINSKI e BRISSAUD, 2008)	Eletrônicos e Elétricos
	Aplicação de Objetivos de Recolhimento por Categorias Específicas	(WRIGHT, RAHIMIFARD e CLEGG, 2009)	Células de Combustível
<b>Resíduos Perigosos</b>	Presença de Resíduos Perigosos	(WRIGHT, RAHIMIFARD e CLEGG, 2009); (PIGOSSO <i>et al.</i> , 2010); (XANTHOPOULOS e IAKOVOU, 2009); (DUFLOU <i>et al.</i> , 2008)	Células de Combustível; Geral; Aquecedores Elétricos; Câmeras Fotográficas
	Gerenciamento dos Resíduos Perigosos	(WRIGHT, RAHIMIFARD e CLEGG, 2009)	Células de Combustível
	Exposição Humana à Materiais Tóxicos Durante a Recuperação	(GUNGOR e GUPTA, 1999)	Geral
	Classificação dos Resíduos Perigosos	(WRIGHT, RAHIMIFARD e CLEGG, 2009)	Células de Combustível
<b>Outros</b>	Relação entre produto que entra no mercado e produto recuperado	(FERRÃO, RIBEIRO e SILVA, 2008); (FERRÃO, RIBEIRO e SILVA, 2008); (GEHIN, ZWOLINSKI e BRISSAUD, 2008)	Pneus; Pneus; Eletrônicos e Elétricos
	Número de Centros de Recolhimento	(FERRÃO, RIBEIRO e SILVA, 2008); (FERRÃO, RIBEIRO e SILVA, 2008)	Pneus; Pneus
	Tempo de Vida do Produto	(FERRÃO, RIBEIRO e SILVA, 2008); (GEHIN, ZWOLINSKI e BRISSAUD, 2008)	Pneus; Eletrônicos e Elétricos
	Disponibilidade no Mercado de Produtos para serem Recuperados	(GOGGIN e BROWNE, 1998); (GEHIN, ZWOLINSKI e BRISSAUD, 2008)	Eletrônicos; Eletrônicos e Elétricos
	Monitoramento do Produto Durante seu Ciclo de Vida	(GOGGIN e BROWNE, 1998); (MASANET e HORVATH, 2004)	Eletrônicos; Plástico Proveniente de Eletrônicos (Material)
	Feedback da Área de Projeto	(MASANET e HORVATH, 2004)	Plástico Proveniente de Eletrônicos (Material)
	Previsão de Recuperação Futura	(FERRÃO, RIBEIRO e SILVA, 2008); (GOGGIN e BROWNE, 1998); (GUNGOR e GUPTA, 1999); (GEHIN, ZWOLINSKI e BRISSAUD, 2008); (MASANET e HORVATH, 2004)	Pneus; Eletrônicos; Geral; Eletrônicos e Elétricos; Plástico Proveniente de Eletrônicos (Material)

Grupo	Fatores Críticos de Sucesso	Referência (número de vezes citado na publicação)	Produtos
Outros	Uso de Fixadores não Padronizados	(GRENCHUS <i>et al.</i> , 1998)	Geral
	Comunicação entre a Equipe de Desenvolvimento e a Equipe de Recuperação	(GRENCHUS <i>et al.</i> , 1998)	Geral
	Impacto Ambiental Gerado pelo Descarte do Produto	(YU <i>et al.</i> , 2000)	Eletrônicos
	Classificação dos Produtos Recuperados	(FERRÃO, RIBEIRO e SILVA, 2008); (FERRÃO, RIBEIRO e SILVA, 2008)	Pneus; Pneus

Quadro 4.6 – FCS relacionados nas primeiras publicações encontradas.

Fonte: Elaborado pelo autor.

No quadro 4.6 é possível observar que foram identificados 40 (quarenta) FCS. Como apresentado no quadro, os FCS divididos em cinco dimensões: (1) Identificação; (2) Eficiência na Recuperação; (3) Informações; (4) Incentivos e Regulamentação; (5) Resíduos Perigosos; (6) Outros. Este grupamento dos FCS foi possível por meio da identificação e da aglomeração de características similares entre estes. Porém, como pode ser observado na terceira coluna do quadro 4.6, cada FCS é citado certo número de vezes, podendo assim que alguns sejam considerados como de maior importância do que outros.

Para a caracterização dos FCS com maior importância foi selecionado um número base de citações: 4 (maior ou igual à quatro citações). Assim, caracterizaram-se os FCS de maior importância como os que são citados quatro ou mais vezes. Isto foi feito para que seja possível a concentração do trabalho nos fatores que são chave para o negócio, sendo neste caso o negócio caracterizado como Gerenciamento do Final do Ciclo de Vida do Produto perante os aspectos relacionados à sustentabilidade ambiental. Esta idéia vem do conceito inicial desenvolvido para os FCS (ver item 3.3 do Capítulo 3). Assim, tendo o número de quatro ou mais citações como o corte para obtenção dos FCS, foi possível obter um número de 10 (dez) fatores, sendo 25% (vinte e cinco por cento) de todos os FCS encontrados. Para melhor visualização destes fatores foi construído o quadro 4.7.

<b>Dimensão</b>	<b>Fator Crítico de Sucesso (citações maior ou igual à 4)</b>	<b>Referência</b>	<b>Produtos</b>
<b>Identificação</b>	Identificação dos Produtos (Marca, Modelo)	(WHITE <i>et al.</i> , 2003); (GOGGIN e BROWNE, 1998); (JOHANSSON e BRODIN, 2008); (QIAN e ZHANG, 2003)	Computadores; Eletrônicos; Elétricos e Eletrônicos; Eletromecânicos
	Identificação dos Componentes	(IAKOVOU <i>et al.</i> , 2009); (IAKOVOU <i>et al.</i> , 2009); (GOGGIN e BROWNE, 1998); (PIGOSSO <i>et al.</i> , 2010); (DUVAL e MACLEAN, 2007); (DUVAL e MACLEAN, 2007); (GRENCUS <i>et al.</i> , 1998)	Eletrônicos; Eletrônicos; Geral; Plásticos Automotivos (Geral); Geral
	Identificação dos Materiais	(GOGGIN e BROWNE, 1998); (PIGOSSO <i>et al.</i> , 2010); (JOHANSSON e BRODIN, 2008); (GRENCUS <i>et al.</i> , 1998)	Eletrônicos; Geral; Elétricos e Eletrônicos; Geral
<b>Eficiência na Recuperação</b>	Peso de Material Recuperado por Produto	(IAKOVOU <i>et al.</i> , 2009); (WRIGHT, RAHIMIFARD e CLEGG, 2009); (PIGOSSO <i>et al.</i> , 2010); (PIGOSSO <i>et al.</i> , 2010); (XANTHOPOULOS e IAKOVOU, 2009); (MASANET e HORVATH, 2004)	Eletrônicos; Célula de Combustível; Geral; Geral; Geral; Aquecedores Elétricos; Plástico Proveniente de Eletrônicos (Material)
	Quantidade de Material Recuperável por Produto	(YU <i>et al.</i> , 2000); (RUHRBERG, 2006); (RUHRBERG, 2006); (WRIGHT, RAHIMIFARD e CLEGG, 2009); (WHITE <i>et al.</i> , 2003); (PIGOSSO <i>et al.</i> , 2010); (PIGOSSO <i>et al.</i> , 2010); (MASANET e HORVATH, 2004)	Eletrônicos; Cobre (Material); Cobre (Material); Células de Combustível; Computadores; Geral; Geral; Plástico Proveniente de Eletrônicos (Material)
	Tempo Necessário para Recuperação do Produto	(WHITE <i>et al.</i> , 2003); (GUNGOR e GUPTA, 1999); (PIGOSSO <i>et al.</i> , 2010); (PIGOSSO <i>et al.</i> , 2010); (DUFLOU <i>et al.</i> , 2008); (MASANET e HORVATH, 2004)	Computadores; Geral; Geral; geral; Câmeras Fotográficas; Plástico Proveniente de Eletrônicos (Material)
	Custo de Recuperação do Produto	(YU <i>et al.</i> , 2000); (FERRÃO, RIBEIRO e SILVA, 2008); (PIGOSSO <i>et al.</i> , 2010); (PIGOSSO <i>et al.</i> , 2010); (XANTHOPOULOS e IAKOVOU, 2009); (MASANET e HORVATH, 2004)	Eletrônicos; Pneus; Geral; Geral; Geral; Aquecedores Elétricos; Plástico Proveniente de Eletrônicos (Material)

Dimensão	Fator Crítico de Sucesso (citações maior ou igual à 4)	Referência	Produtos
Incentivos e Regulamentação	Incentivos Governamentais para Recuperação	(FERRÃO, RIBEIRO e SILVA, 2008); (FERRÃO, RIBEIRO e SILVA, 2008); (FERRÃO, RIBEIRO e SILVA, 2008); (DUFLOU <i>et al.</i> , 2008); (DUFLOU <i>et al.</i> , 2008)	Pneus; Pneus; Câmeras Fotográficas; Câmeras Fotográficas
Resíduos Perigosos	Presença de Resíduos Perigosos	(WRIGHT, RAHIMIFARD e CLEGG, 2009); (PIGOSSO <i>et al.</i> , 2010); (XANTHOPOULOS e IAKOVOU, 2009); (DUFLOU <i>et al.</i> , 2008)	Células de Combustível; Geral; Aquecedores Elétricos; Câmeras Fotográficas
Previsão de Recuperação	Previsão de Recuperação Futura	(FERRÃO, RIBEIRO e SILVA, 2008); (GOGGIN e BROWNE, 1998); (GUNGOR e GUPTA, 1999); (GEHIN, ZWOLINSKI e BRISSAUD, 2008); (MASANET e HORVATH, 2004)	Pneus; Eletrônicos; Geral; Eletrônicos e Elétricos; Plástico Proveniente de Eletrônicos (Material)

Quadro 4.7 – Fatores críticos de sucesso identificados.

Fonte: Elaborada pelo autor.

#### 4.8 RELACIONANDO OS FCS AOS PROCESSOS IDENTIFICADOS

Para concluir o capítulo é necessário relacionar os FCS obtidos anteriormente com os processos identificado (*framework*), visando gerar uma visão mais ampla e integrada do final do ciclo de vida do produto.

Para estruturar esta relação é necessário partir dos FCS identificados, buscando encontrar quais fatores estão relacionados com cada etapa do *framework*.

Os FCS pertencentes à dimensão Identificação (ver primeira coluna do quadro 4.7) se referem à identificação dos produtos, seus componentes e materiais. Sento a identificação uma etapa necessária nos primeiros processos do final do ciclo de vida, com foco no sétimo processo da Etapa 1 (Etapa Inicial – ver quadro 4.5), é possível relacionar a Dimensão Identificação com o sétimo processo do *framework* (Classificação e Identificação).

Em seguida é necessário analisar a dimensão Eficiência para Recuperação (ver primeira coluna da quadro 4.7). Esta dimensão se refere aos FCS relativos ao peso e quantidade de material recuperado, tempo de recuperação e custo de recuperação de produtos. Nota-se que estes FCS estão relacionados à eficiência geral dos processos, podendo

se caracterizar como fatores importantes em todos os processos, não se destacando em nenhuma das três etapas do *framework*.

O FCS relativo à dimensão de Incentivos e Regulamentação, que se refere aos subsídios dados pelo governo para que as empresas desenvolvam processos de tratamento, recuperação e reuso de produtos, pode ser relacionado de outra forma com o *framework* desenvolvido. Este FCS pode ser considerado como externo aos processos, se tratando de um fator que excede os limites internos delimitados no *framework*. Dessa forma consideramos o oitavo FCS (Incentivos Governamentais para Recuperação) como um fator externo ao final do ciclo de vida do produto, não se relacionando à nenhum processo específico. Porém, é preciso considerar que este FCS, apesar de ser considerado externo, exerce influência no todo.

Outro FCS obtido foi o relativo à dimensão Resíduos Perigosos. Este fator se refere à presença de resíduos perigosos no produto a ser recuperado. Com relação ao *framework* obtido, este FCS se direciona aos processos referentes à Limpeza (Etapa 1) e aos processos da Etapa 3, sendo necessário enfatizar os processos do final desta etapa (Aterramento, Eliminação Adequada e Destruição, Incineração, Correta Destinação de Resíduos e Tratamento de Substâncias, Derretimento – ver figura 4.1). A relação deste FCS com estes últimos processos se dá por ocorrer nesta etapa maior geração de poluição, proveniente de transformações químicas dos materiais e resíduos provenientes do produto. Para que não ocorra geração de poluição tóxica nesta etapa é necessário focar no processo de Limpeza (Etapa 1), servindo este como um meio de prevenção de poluição.

Por último nesta análise é apresentado o fator identificado como Previsão de Recuperação Futura, proveniente da dimensão Previsão de Recuperação. Este FCS, assim como o relativo a incentivos governamentais, pode ser considerado um fator externo. Porém, este FCS se apresenta relacionado ao desenvolvimento de produtos da empresa, onde é necessário criar produtos pensando e buscando prever a sua recuperação futura.

Assim, foram apresentadas as relações entre os processos estruturados no modelo genérico (*framework*) e os FCS identificados. Esta visão cruzada do *framework* em conjunto com os FCS amplifica o entendimento acerca da fase final do ciclo de vida do produto, gerando mais conhecimentos que devem ser utilizados para a gestão desta fase.

Partindo para a etapa seguinte do trabalho será estabelecido um contato com especialistas da área de refrigeração e sustentabilidade. Este contato tem como intuito avaliar/validar os FCS obtidos no trabalho

(Capítulo 4), buscando assim o objetivo geral do estudo, que é o desenvolvimento de um conjunto de indicadores para gestão do final do ciclo de vida do produto para um caso específico (refrigeradores).







## **CAPÍTULO 5 - AVALIAÇÃO/VALIDAÇÃO DOS FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO IDENTIFICADOS JUNTO À ESPECIALISTAS DO SETOR ESPECÍFICO**

Para a continuidade do trabalho será apresentada a análise do questionário aplicado aos especialistas, referentes à análise/validação dos fatores críticos de sucesso (FCS) identificados no capítulo anterior. A aplicação deste método tem como objetivo analisar/validar os FCS identificados para que possam ser desenvolvidos os indicadores, sendo este o objetivo final deste estudo.

Para a aplicação do questionário foi definido um método de abordagem específico. O método utilizado é definido por Lakatos e Marconi (1991) como método hipotético-dedutivo, sendo este estruturado pelos seguintes passos: (1) percepção de uma lacuna nos conhecimentos, (2) formulação de hipóteses pelo método de inferência dedutiva, e (3) teste a predição da ocorrência de fenômenos abrangidos pelas hipóteses.

A escolha do método hipotético-dedutivo para este estudo baseou-se em três fatores: (1) o método dedutivo parte de generalizações aceitas do todo para casos específicos. Ou seja, parte de enunciados gerais, as premissas, para chegar a uma conclusão particular; (2) esta pesquisa analisa o problema a partir de premissas que tiveram sua validade testada através dos instrumentos e levantamento de dados.

### **5.1 O QUESTIONÁRIO APLICADO**

O questionário aplicado aos especialistas foi composto de quatro questões: (1) questão relativa à comparação pareada entre os dez FCS analisados; (2) questão relativa à eliminação de algum FCS pelo respondente; (3) questão relativa à adição de algum FCS pelo respondente; (4) questão de opinião sobre os dez FCS analisados, sendo utilizada nesta a escala de Likert. O questionário aplicado está apresentado no Apêndice A.

A questão 1, que se refere à comparação pareada dos FCS, foi incluída no início do questionário para dar aos respondentes uma noção geral de todos os FCS, possibilitando que estes desenvolvam um raciocínio mais comparativo no momento de dar a resposta na questão 4, a qual foi usada para o teste de hipótese. A questão 2 também é utilizada neste sentido, possibilitando que o respondente possa ter uma visão geral dos FCS avaliados antes de responderem a questão 4 (questão com escala de Likert). Outra função da questão 2 é auxiliar a análise final dos

dados, possibilitando analisar se há tendência de eliminação de algum FCS. Já a questão 3 possibilita que o respondente adicione algum FCS, permitindo a obtenção de mais informações para a análise dos dados. Por final é apresentada a questão 4, onde os respondentes categorizam os FCS segundo a escala de Likert. O questionário apresentado foi aplicado a um conjunto de 7 (sete) especialistas. Este conjunto de especialistas é constituído por: profissionais que trabalham em empresas que desenvolvem atividades de recuperação de produtos e componentes da área de refrigeração, e por pesquisadores da academia que desenvolvem estudos sobre esse tema.

## 5.2 ESTRUTURAÇÃO DAS HIPÓTESES

As hipóteses formuladas para serem testadas são relativas aos Fatores Críticos de Sucesso (FCS) identificados no Capítulo 4. Para estruturar as hipóteses foi formulada uma para cada FCS analisado, buscando avaliar a validação dos FCS pelos especialistas consultados. A seguir estão apresentadas as cinco hipóteses formuladas:

**H1 – A Identificação dos Produtos** (Marca, Modelo) é um Fator Crítico de Sucesso para a Recuperação e o Reaproveitamento dos componentes/peças/materiais de refrigeradores.

**H2 – A Identificação dos Componentes** é um Fator Crítico de Sucesso para a Recuperação e o Reaproveitamento dos componentes/peças/materiais de refrigeradores.

**H3 – A Identificação dos Materiais** é um Fator Crítico de Sucesso para a Recuperação e o Reaproveitamento dos componentes/peças/materiais de refrigeradores.

**H4 – O Peso do Material Recuperado** é um Fator Crítico de Sucesso para a Recuperação e o Reaproveitamento dos componentes/peças/materiais de refrigeradores.

**H5 – A Quantidade de Material Recuperável por Produto** é um Fator Crítico de Sucesso para a Recuperação e o Reaproveitamento dos componentes/peças/materiais de refrigeradores.

**H6 – O Tempo Necessário para a Recuperação do Produto** é um Fator Crítico de Sucesso para a Recuperação e o Reaproveitamento dos componentes/peças/materiais de refrigeradores.

**H7 – O Custo de Recuperação do Produto** é um Fator Crítico de Sucesso para a Recuperação e o Reaproveitamento dos componentes/peças/materiais de refrigeradores.

**H8** – Os **Incentivos Governamentais para Recuperação** é um Fator Crítico de Sucesso para a Recuperação e o Reaproveitamento dos componentes/peças/materiais de refrigeradores.

**H9** – A **Presença de Resíduos Perigosos** é um Fator Crítico de Sucesso para a Recuperação e o Reaproveitamento dos componentes/peças/materiais de refrigeradores.

**H10** – A **Previsão de Recuperação Futura** é um Fator Crítico de Sucesso para a Recuperação e o Reaproveitamento dos componentes/peças/materiais de refrigeradores.

### 5.3 TESTE DAS HIPÓTESES

Uma vez estruturadas as hipóteses a serem testadas é necessário realizar a coleta de dados. Estes dados, após coletados e analisados, permitirão manter ou rejeitar as hipóteses analisadas (MATTAR, 1993). Para se atingir este objetivo é necessário estabelecer um protocolo bem definido para realização do teste. Segundo Mattar (1993) o protocolo para realização do teste deve seguir os seguintes passos:

1. Estabelecer a hipótese nula ( $H_0$ ) e a hipótese alternativa ( $H_1$ ), tendo em vista a hipótese da pesquisa;
2. Selecionar o teste estatístico adequado a situação;
3. Estabelecer um determinado nível de significância para o teste;
4. Determinar ou assumir a distribuição amostral da prova estatística sob a hipótese nula ( $H_0$ );
5. Com base em 1, 2, 3 e 4 definir a região de rejeição da hipótese nula ( $H_0$ );
6. Calcular o valor da prova estatística a partir dos dados das amostras;
7. Tomar a decisão quanto à aceitação ou rejeição da hipótese nula ( $H_0$ ).

Seguindo o protocolo estabelecido anteriormente foram definidas as seguintes hipóteses nulas quanto à hipóteses formuladas anteriormente:

**H1<sub>0</sub>** – A **Identificação dos Produtos** (Marca, Modelo) não é um Fator Crítico de Sucesso para a Recuperação e o Reaproveitamento dos componentes/peças/materiais de refrigeradores.

**H2<sub>0</sub>** – A **Identificação dos Componentes** não é um Fator Crítico de Sucesso para a Recuperação e o Reaproveitamento dos componentes/peças/materiais de refrigeradores.

**H3<sub>0</sub>** – A **Identificação dos Materiais** não é um Fator Crítico de Sucesso para a Recuperação e o Reaproveitamento dos componentes/peças/materiais de refrigeradores.

**H4<sub>0</sub>** – O **Peso do Material Recuperado** não é um Fator Crítico de Sucesso para a Recuperação e o Reaproveitamento dos componentes/peças/materiais de refrigeradores.

**H5<sub>0</sub>** – A **Quantidade de Material Recuperável** por Produto não é um Fator Crítico de Sucesso para a Recuperação e o Reaproveitamento dos componentes/peças/materiais de refrigeradores.

**H6<sub>0</sub>** – O **Tempo Necessário para a Recuperação do Produto** não é um Fator Crítico de Sucesso para a Recuperação e o Reaproveitamento dos componentes/peças/materiais de refrigeradores.

**H7<sub>0</sub>** – O **Custo de Recuperação do Produto** não é um Fator Crítico de Sucesso para a Recuperação e o Reaproveitamento dos componentes/peças/materiais de refrigeradores.

**H8<sub>0</sub>** – Os **Incentivos Governamentais para Recuperação** não é um Fator Crítico de Sucesso para a Recuperação e o Reaproveitamento dos componentes/peças/materiais de refrigeradores.

**H9<sub>0</sub>** – A **Presença de Resíduos Perigosos** não é um Fator Crítico de Sucesso para a Recuperação e o Reaproveitamento dos componentes/peças/materiais de refrigeradores.

**H10<sub>0</sub>** – A **Previsão de Recuperação Futura** não é um Fator Crítico de Sucesso para a Recuperação e o Reaproveitamento dos componentes/peças/materiais de refrigeradores.

As hipóteses nulas ( $H_{n0}$ ) são usualmente formuladas com o objetivo de serem rejeitadas. As hipóteses nulas ( $H_{n0}$ ) são o oposto das hipóteses ( $H_n$ ). O teste deve ser empregado testando cada hipótese nula, de maneira que sua rejeição valida a hipótese ( $H_n$ ).

## 5.4 SELEÇÃO DO MÉTODO ESTATÍSTICO

Para seleção do teste, segundo Mattar (1993), é necessário definir primeiramente se há ou não possibilidade de obtenção dos dados de população, definindo o teste como paramétrico ou não paramétrico. Como não é possível estabelecer estes dados o teste deve recair para métodos não paramétricos.

Outro fator importante se refere ao tipo de escala no qual os dados foram medidos. Para avaliação dos FCS apresentados foi escolhido a aplicação de um questionário com a escala de Likert. Esta escolha foi feita devido à natureza do questionário, o qual deve levantar

a opinião dos respondentes acerca de um grupo de FCS. A escala de Likert é uma escala ordinal.

Assim, segundo Mattar (1993), para um método estatístico não paramétrico, que utiliza escala de medição ordinal, e que possui disponibilidade das frequências relativas e (ou) acumuladas (possível num teste com escala de Likert), cabe a aplicação do teste Kolmogorov-Smirnov (K-S). Este teste consiste em usar uma amostra ordenada para construir uma função degrau, na qual se faz a análise de proximidade (ou de ajuste) com relação à função de distribuição populacional. Neste teste, a estatística que se denota por  $D$  corresponde ao supremo da diferença em valor absoluto entre  $S_0(x)$  – função de distribuição acumulada empírica ou da amostra – e  $F_0(x)$  – função de distribuição populacional acumulada que é admitida em  $H_0$  (hipótese nula) – quando são considerados todos os valores possíveis da variável  $x$  (ROCHA, 2005), conforme a notação simbólica:  $D = S_0(x) - F_0(x)$ . Importante também é apresentar os valores críticos de  $D$  referentes ao nível de significância para  $D$  máximo na prova K-S. Estes valores críticos são obtidos relacionando o nível de significância para  $D$  máximo para cada tamanho de amostra (tabela 5.1)

**Tabela 5.1 - Valores críticos de  $D$  na prova de Kolmogorov-Smirnov.**

Tamanho da Amostra	Nível de significância para $D$ máximo				
	0,2	0,15	0,1	0,05	0,01
1	0,900	0,925	0,950	0,975	0,995
2	0,684	0,726	0,776	0,842	0,929
3	0,565	0,597	0,642	0,708	0,828
4	0,494	0,525	0,564	0,624	0,733
5	0,446	0,474	0,510	0,565	0,669
6	0,410	0,436	0,470	0,521	0,618
7	0,381	0,405	0,438	0,486	0,577
8	0,358	0,381	0,411	0,457	0,543
9	0,339	0,360	0,388	0,432	0,514
10	0,322	0,342	0,368	0,410	0,490
11	0,307	0,326	0,352	0,391	0,468
12	0,295	0,313	0,338	0,375	0,450
13	0,284	0,302	0,235	0,361	0,433
14	0,274	0,292	0,314	0,349	0,418
15	0,266	0,274	0,304	0,338	0,404

FONTE: Rocha (2005)

No caso específico do teste aplicado neste trabalho foi utilizado o nível de significância para D máximo de **0,2**. Considerando o tamanho da amostra 7, o valor crítico de D para a prova K-S aplicada deve ser de **0,381** (tabela 5.1). O nível de significância de 0,2 foi escolhido devido ao tamanho da amostra analisada, que é considerada pequena com relação à população.

Segundo Mattar (1993), a aplicação do método é feita por meio da seqüência do seguinte roteiro:

1. Ordenação dos FCS em ordem decrescente de pontuação absoluta (pa).

$$\mathbf{pa = \Sigma \text{ pontos (FCS)}}$$

2. Cálculo da pontuação relativa que representa o percentual de pontos de cada fator em relação ao total de pontos (pr).

$$\mathbf{pr = pa / pt}$$

3. Cálculo da pontuação relativa acumulada que representa o percentual acumulado, a cada fator, em relação ao total de pontos (pra).

$$\mathbf{pra = \Sigma PA}$$

4. Cálculo da pontuação relativa teórica que representa o percentual teórico de pontos de cada fator, considerando-se a hipótese de não haver percepção diferenciada pelos respondentes (prt).

$$\mathbf{prt = 1 / 5 \text{ (cinco itens de opção na Escala de Likert)}}$$

5. Cálculo da pontuação relativa acumulada teórica que representa o percentual teórico acumulado, a cada fator, em relação ao total de pontos, considerando-se a hipótese de não haver percepção diferenciada pelos respondentes (prta).

$$\mathbf{prta = \Sigma prt}$$

6. Cálculo da diferença entre a pontuação real e teórica que representa a diferença entre percentuais acumulados observados e percentuais acumulados teóricos, a cada fator ( $\Delta$ ).

$$\mathbf{D = pra - prta}$$



7. Comparação entre o valor da diferença máxima acumulada com o valor tabelado para o número de componentes da amostra e grau de significância.

Segundo Mattar (1993) este teste é relativamente simples se tratando de sua aplicação, porém é considerado poderoso como ferramenta para identificação de resultados que sejam estatisticamente significativos, ou sejam, que efetivamente possam ser validados.

Tomando a pesquisa feita neste trabalho, buscou-se com a utilização do teste K-S verificar se os FCS são considerados críticos perante o ponto de vista dos respondentes (especialistas). Sendo já estabelecido, por meio da identificação na literatura, um conjunto específico de FCS para os processos relacionados ao final do ciclo de vida do produto, é necessário agora estabelecer uma opinião de especialistas para avaliar/validar os FCS para o setor específico de recuperação de refrigeradores.

## 5.5 LIMITAÇÕES DA APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

O grau de motivação do entrevistado, a falta de conhecimento deste sobre o assunto pesquisado, assim como a falta de adequação do questionário, que pode apresentar excessivo número de perguntas ou deficiência na escala utilizada, não garante que os dados obtidos possam refletir a realidade. Além disso, o próprio tema abordado no trabalho (sustentabilidade) e o conhecimento deste tema pelos entrevistados pode haver gerado alterações no momento da elaboração das respostas.

## 5.6 APRESENTAÇÃO DOS DADOS OBTIDOS

A apresentação dos dados foi feita a partir das respostas obtidas nas questões 2, 3 e 4 do questionário, referentes respectivamente à eliminação dos FCS pelos especialistas e a avaliação dos FCS por meio da escala de Likert. Com relação à questão 1 (avaliação pareada dos FCS), esta foi utilizada no questionário apenas para que o respondente pudesse obter uma visão geral dos FCS avaliados antes de responderem as outras questões.

Inicialmente foi feita a apresentação dos dados obtidos na questão 2. Por meio do gráfico apresentado na figura 5.1 observam-se quantos votos de rejeição tiveram cada um dos dez FCS. É possível previamente estabelecer que o FCS Previsão de Recuperação Futura foi o fator que obteve o maior índice de rejeição (42,85%). Os FCS Peso de Material Recuperado por Produto, Tempo Necessário para Recuperação

do Produto, Incentivos Governamentais para Recuperação e Presença de Resíduos Perigosos obtiveram todos 14,28% de índice de rejeição.

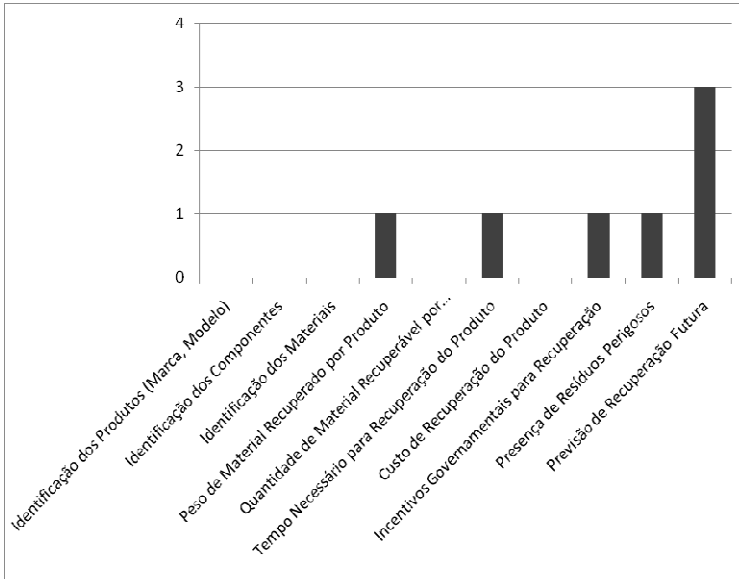


Figura 5.1 - Dados obtidos na questão 2 - número de respostas relacionadas à rejeição dos FCS.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Na questão 3, a qual solicitava a opinião dos respondentes sobre outros FCS que seriam de importância para o monitoramento e avaliação na recuperação de refrigeradores, foram obtidas três sugestões: (1) Aplicabilidade ou reutilização do componente na montagem de produtos novos; (2) Disponibilidade a longo prazo de informações técnicas confiáveis sobre os produtos a serem recuperados (Internet etc.); (3) Tipo, quantidade e variedade de elementos de fixação a serem removidos para a recuperação de componentes e ou resíduos perigosos.

Para apresentação dos dados obtidos com relação a questão 4 foi criado o gráfico apresentado na figura 5.2. Este gráfico apresenta o somatório dos pontos obtidos pelos entrevistados com relação aos dez FCS avaliados.

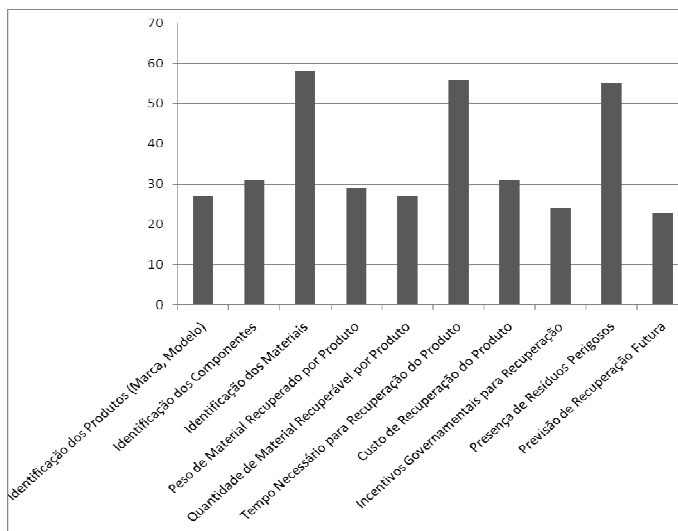


Figura 5.2 - Dados obtidos na questão 4 - somatório das respostas obtidas na escala de Likert por todos os especialistas.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Através da análise desta figura é possível já identificar a tendência de maior importância dada aos seguintes FCS: Identificação dos Materiais, Tempo Necessário para Recuperação dos Produtos e Presença de Resíduos Perigosos. Sendo que apenas estes obtiveram nível acima de 50 (cinquenta pontos) no seu somatório de todas as respostas dos especialistas. Porém, para uma conclusão mais apurada serão avaliados os dados da questão 4 referentes a aplicação do método estatístico.

## 5.7 ANÁLISE DO MÉTODO ESTATÍSTICO APLICADO

Para a análise do método estatístico aplicado (K-S) foram tabuladas tabelas com o resultado da avaliação dos especialistas referentes à questão 4 (avaliação com escala de Likert). Foi tabulado uma tabela para cada um dos dez itens da questão 4, referentes a cada um dos dez FCS avaliados. Estas tabelas são apresentadas a seguir:

**Tabela 5.2 - Valores Tabulados para o Teste K-S - FCS 1 - Identificação dos Produtos.**

FCS 1 Identificação dos Produtos (Marca, Modelo)	FREQUÊNCIAS					Diferença (1)-(2)
	Absoluta (pa)	Relativa (pr)	Relativa Acumulada (pra) (1)	Relativa Teórica (prt = 1/5)	Relativa Acumulada Teórica (prta= $\sum$ prt) (2)	
Discordo Totalmente	0	0,000	0,000	0,200	0,200	0,200
Discordo Parcialmente	0	0,000	0,000	0,200	0,400	0,400
Não Concordo Nem Discordo	3	0,428	0,428	0,200	0,600	0,172
Concordo Parcialmente	2	0,286	0,714	0,200	0,800	0,086
Concordo Totalmente	2	0,286	1,000	0,200	1,000	0,000
<b>TOTAIS</b>	<b>7</b>	<b>1,000</b>		<b>1,000</b>		

FONTE: Elaborada pelo autor.

**Tabela 5.3 - Valores Tabulados para o Teste K-S - FCS 2 - Identificação dos Componentes.**

FCS 2 Identificação dos Componentes	FREQUÊNCIAS					Diferença (1)-(2)
	Absoluta (pa)	Relativa (pr)	Relativa Acumulada (pra) (1)	Relativa Teórica (prt = 1/5)	Relativa Acumulada Teórica (prta= $\sum$ prt) (2)	
Discordo Totalmente	0	0,000	0,000	0,200	0,200	0,200
Discordo Parcialmente	1	0,143	0,143	0,200	0,400	0,257
Não Concordo Nem Discordo	0	0,000	0,143	0,200	0,600	0,457
Concordo Parcialmente	1	0,143	0,286	0,200	0,800	0,514
Concordo Totalmente	5	0,714	1,000	0,200	1,000	0,000
<b>TOTAIS</b>	<b>7</b>	<b>1,000</b>		<b>1,000</b>		

FONTE: Elaborada pelo autor.

**Tabela 5.4 - Valores Tabulados para o Teste K-S - FCS 3 - Identificação dos Materiais.**

FCS 3 Identificação dos Materiais	FREQUÊNCIAS					Diferença (1)-(2)
	Absoluta (pa)	Relativa (pr)	Relativa Acumulada (pra) (1)	Relativa Teórica (prt = 1/5)	Relativa Acumulada Teórica (prta= $\sum$ prt) (2)	
Discordo Totalmente	0	0,000	0,000	0,200	0,200	0,200
Discordo Parcialmente	0	0,000	0,000	0,200	0,400	0,400
Não Concordo Nem Discordo	0	0,000	0,000	0,200	0,600	0,600
Concordo Parcialmente	0	0,000	0,000	0,200	0,800	0,800
Concordo Totalmente	7	1,000	1,000	0,200	1,000	0,000
<b>TOTAIS</b>	<b>7</b>	<b>1,000</b>		<b>1,000</b>		

FONTE: Elaborada pelo autor.

**Tabela 5.5 - Valores Tabulados para o Teste K-S - FCS 4 - Peso de Material Recuperado por Produto.**

FCS 4 Peso de Material Recuperado por Produto	FREQUÊNCIAS					Diferença (1)-(2)
	Absoluta (pa)	Relativa (pr)	Relativa Acumulada (pra) (1)	Relativa Teórica (prt = 1/5)	Relativa Acumulada Teórica (prta= $\sum$ prt) (2)	
Discordo Totalmente	0	0,000	0,000	0,200	0,200	0,200
Discordo Parcialmente	0	0,000	0,000	0,200	0,400	0,300
Não Concordo Nem Discordo	0	0,000	0,000	0,200	0,600	0,600
Concordo Parcialmente	6	0,857	0,857	0,200	0,800	0,057
Concordo Totalmente	1	0,143	1,000	0,200	1,000	0,000
<b>TOTAIS</b>	<b>7</b>	<b>1,000</b>		<b>1,000</b>		

FONTE: Elaborada pelo autor.

**Tabela 5.6 - Valores Tabulados para o Teste K-S - FCS 5 - Quantidade de Material Recuperável por Produto.**

FCS 5 Quantidade de Material Recuperável por Produto	FREQUÊNCIAS					Diferença (1)-(2)
	Absoluta (pa)	Relativa (pr)	Relativa Acumulada (pra) (1)	Relativa Teórica (prt = 1/5)	Relativa Acumulada Teórica (prta= $\Sigma$ prt) (2)	
Discordo Totalmente	0	0,000	0,000	0,200	0,200	0,200
Discordo Parcialmente	0	0,000	0,000	0,200	0,400	0,400
Não Concordo Nem Discordo	2	0,286	0,286	0,200	0,600	0,314
Concordo Parcialmente	4	0,571	0,857	0,200	0,800	0,057
Concordo Totalmente	1	0,143	1,000	0,200	1,000	0,000
<b>TOTAIS</b>	<b>7</b>	<b>1,000</b>		<b>1,000</b>		

FONTE: Elaborada pelo autor.

**Tabela 5.7 - Valores Tabulados para o Teste K-S - FCS 6 - Tempo Necessário para Recuperação do Produto.**

FCS 6 Tempo Necessário para Recuperação do Produto	FREQUÊNCIAS					Diferença (1)-(2)
	Absoluta (pa)	Relativa (pr)	Relativa Acumulada (pra) (1)	Relativa Teórica (prt = 1/5)	Relativa Acumulada Teórica (prta= $\Sigma$ prt) (2)	
Discordo Totalmente	0	0,000	0,000	0,200	0,200	0,200
Discordo Parcialmente	2	0,286	0,286	0,200	0,400	0,114
Não Concordo Nem Discordo	2	0,286	0,572	0,200	0,600	0,028
Concordo Parcialmente	2	0,286	0,858	0,200	0,800	0,058
Concordo Totalmente	1	0,142	1,000	0,200	1,000	0,000
<b>TOTAIS</b>	<b>7</b>	<b>1,000</b>		<b>1,000</b>		

FONTE: Elaborada pelo autor

**Tabela 5.8 - Valores Tabulados para o Teste K-S - FCS 7 - Custo de Recuperação do Produto.**

FCS 7 Custo de Recuperação do Produto	FREQUÊNCIAS					Diferença (1)-(2)
	Absoluta (pa)	Relativa (pr)	Relativa Acumulada (pra) (1)	Relativa Teórica (prt = 1/5)	Relativa Acumulada Teórica (prta= Σprt) (2)	
Discordo Totalmente	0	0,000	0,000	0,200	0,200	0,200
Discordo Parcialmente	1	0,143	0,143	0,200	0,400	0,257
Não Concordo Nem Discordo	0	0,000	0,143	0,200	0,600	0,457
Concordo Parcialmente	1	0,143	0,286	0,200	0,800	0,514
Concordo Totalmente	5	0,714	1,000	0,200	1,000	0,000
<b>TOTAIS</b>	<b>7</b>	<b>1,000</b>		<b>1,000</b>		

FONTE: Elaborada pelo autor

**Tabela 5.9 - Valores Tabulados para o Teste K-S - FCS 8 - Incentivos Governamentais para Recuperação.**

FCS 8 Incentivos Governamentais para Recuperação	FREQUÊNCIAS					Diferença (1)-(2)
	Absoluta (pa)	Relativa (pr)	Relativa Acumulada (pra) (1)	Relativa Teórica (prt = 1/5)	Relativa Acumulada Teórica (prta= Σprt) (2)	
Discordo Totalmente	0	0,000	0,000	0,200	0,200	0,200
Discordo Parcialmente	2	0,286	0,286	0,200	0,400	0,114
Não Concordo Nem Discordo	2	0,286	0,572	0,200	0,600	0,028
Concordo Parcialmente	1	0,142	0,714	0,200	0,800	0,086
Concordo Totalmente	2	0,286	1,000	0,200	1,000	0,000
<b>TOTAIS</b>	<b>7</b>	<b>1,000</b>		<b>1,000</b>		

FONTE: Elaborada pelo autor

**Tabela 5.10 - Valores Tabulados para o Teste K-S - FCS 9 - Presença de Resíduos Perigosos.**

FCS 9 Presença de Resíduos Perigosos	FREQUÊNCIAS					Diferença (1)-(2)
	Absoluta (pa)	Relativa (pr)	Relativa Acumulada (pra) (1)	Relativa Teórica (prt = 1/5)	Relativa Acumulada Teórica (prta= Σprt) (2)	
Discordo Totalmente	0	0,000	0,000	0,200	0,200	0,200
Discordo Parcialmente	0	0,000	0,000	0,200	0,400	0,400
Não Concordo Nem Discordo	3	0,429	0,429	0,200	0,600	0,171
Concordo Parcialmente	1	0,142	0,571	0,200	0,800	0,229
Concordo Totalmente	3	0,429	1,000	0,200	1,000	0,000
<b>TOTAIS</b>	<b>7</b>	<b>1,000</b>		<b>1,000</b>		

FONTE: Elaborada pelo autor

**Tabela 5.11 - Valores Tabulados para o Teste K-S - FCS 10 - Previsão de Recuperação Futura.**

FCS 10 Previsão de Recuperação Futura	FREQUÊNCIAS					Diferença (1)-(2)
	Absoluta (pa)	Relativa (pr)	Relativa Acumulada (pra) (1)	Relativa Teórica (prt = 1/5)	Relativa Acumulada Teórica (prta= Σprt) (2)	
Discordo Totalmente	0	0,000	0,000	0,200	0,200	0,200
Discordo Parcialmente	2	0,286	0,286	0,200	0,400	0,114
Não Concordo Nem Discordo	1	0,143	0,429	0,200	0,600	0,171
Concordo Parcialmente	4	0,571	1,000	0,200	0,800	0,200
Concordo Totalmente	0	0,000	1,000	0,200	1,000	0,000
<b>TOTAIS</b>	<b>7</b>	<b>1,000</b>		<b>1,000</b>		

FONTE: Elaborada pelo autor

Segundo apresentado nas tabelas, as análises dos FCS 6, 8 e 10, referentes à Tempo Necessário para Recuperação do Produto, Incentivos Governamentais para Recuperação e Previsão de Recuperação Futura foram rejeitados no teste, segundo as especificações do valor crítico de



D estabelecido (tabela 5.1). Esta rejeição ocorre devido ao fato de o valor máximo obtido entre as diferenças da Frequência Relativa Acumulada Teórica e a Frequência Relativa Acumulada estar abaixo do valor crítico de D (0,381). Seguindo este resultado, pode ser considerado que esta rejeição está associada às respostas dos entrevistados relacionados à opções 1 (Discordo Totalmente) e 2 (Discordo Parcialmente) da escala de Likert utilizada na questão 4. Por meio das análises das tabelas 5.7, 5.9 e 5.11 é possível declarar que a rejeição ocorreu pelas respostas de dois respondentes nos valores 1 e 2 da questão 4. Por meio de comparação do gráfico que apresenta o somatório dos pontos obtidos pelos entrevistados nos dez FCS avaliados (figura 5.2) e o resultado do teste podemos considerar que, apesar de o FCS 6 (Tempo Necessário para Recuperação do Produto) possuir um somatório alto, o resultado do teste mostra que este FCS não foi validado pelos especialistas. Já os FCS 8 e 9, que também foram rejeitados no teste, possuem um comportamento diferente quando comparado com o gráfico do somatório dos pontos (figura 5.2), sendo que estes foram os dois FCS com menor somatório dentre os dez analisados. Todos os outros sete FCS analisados foram aceitos segundo o teste K-S.

## 5.8 ANÁLISES FINAIS E CONCLUSÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS

Analisando ao todo o questionário aplicado é possível obter algumas conclusões. Primeiramente é possível inferir que houve uma grande tendência de rejeição do FCS 10, referente à Previsão de Recuperação Futura. Três dos sete respondentes (42,85%) assinalaram na questão 2 a eliminação deste FCS. Além disso, por meio do teste K-S, foi possível assinalar a rejeição deste pelos respondentes (tabela 5.11). Seguindo a análise do questionário foi possível obter três possíveis FCS, os quais foram apresentados na questão 3, sendo estes: (1) Aplicabilidade ou reutilização do componente na montagem de produtos novos; (2) Disponibilidade a longo prazo de informações técnicas confiáveis sobre os produtos a serem recuperados (Internet etc.); (3) Tipo, quantidade e variedade de elementos de fixação a serem removidos para a recuperação de componentes e ou resíduos perigosos. Quanto a esses possíveis FCS, podemos assinalar uma reafirmação da importância dos FCS 1, 2 e 3, referentes às informações dos produtos, componentes e materiais recuperados/reutilizados. Esta reafirmação é feita por meio do item (2) Disponibilidade a longo prazo de informações

técnicas confiáveis sobre os produtos a serem recuperados (Internet etc.). Os outros dois itens obtidos também possuem relevância, porém, devido ao escopo do trabalho estes servirão de subsídios para futuros trabalhos.

Seguindo com as análises, agora focando na avaliação da questão 4, podemos concluir a aplicação do teste de hipótese proposto. Como discutido anteriormente, foram obtidas sete aceitações e 3 rejeições nos resultados do método estatístico aplicado. Porém, levando em consideração o número de especialistas consultados e o nível de significância do teste (0,2 ou 20%), optou-se por não excluir os FCS 6, 8 e 10 do conjunto de FCS referentes ao final do ciclo de vida do produto específico (refrigeradores). Desta maneira, para a próxima etapa do trabalho, serão gerados indicadores se baseando nos dez FCS obtidos. Contudo isto não elimina a importância do teste para o estudo realizado, pois foi possível estabelecer através dele uma tendência de opinião.

Por final é possível concluir que a aplicação do questionário possuiu função importante no levantamento de informações, estabelecendo visões externas que são importantes para o aprimoramento do estudo. Espera-se que no futuro este possa ser aplicado com um maior número de respondentes, necessitando assim estabelecer maiores contatos com especialistas da área. Futuras pesquisas devem ser realizadas com o intuito de levantar maiores informações sobre os FCS relacionados ao final do ciclo de vida do produto, sendo aplicado a outras áreas. Para isto o estudo apresentado deve servir como orientação, mostrando uma opção de caminho a ser trilhado no levantamento e análise de informações.





## CAPÍTULO 6 - ESTRUTURAÇÃO DOS INDICADORES PARA O SETOR ESPECÍFICO

Após a análise dos fatores críticos de sucesso (FCS) desenvolvida no capítulo 5 é necessário, por meio dos resultados obtidos, criar os indicadores relacionados à recuperação de refrigeradores. Esta etapa será apresentada a seguir.

### 6.1 AS VARIÁVEIS SUSCETÍVEIS DE MEDIÇÃO

Nesta etapa do trabalho, que se trata do passo inicial para a criação dos indicadores, foi gerado um conjunto de variáveis que se relacionassem à cada um dos FCS identificados. Isto se deve à necessidade de buscar encontrar quais os tipos de variáveis podem ser relacionadas à estes fatores, criando assim a possibilidade de obter indicadores que possam ser determinados e mensurados.

Estas variáveis foram obtidas através de um processo sugerido por Trzesniak (1998), onde são elaboradas questões relacionadas aos FCS dos processos para se obter um indicador. A figura 6.1 apresenta a estrutura de criação dos indicadores, seguindo o modelo proposto por Trzesniak (1998).



Figura 6.1 – Estrutura para obtenção dos indicadores.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Segundo a figura 6.1 é observa-se que, tendo obtidos os FCS, é possível construir o conjunto de indicadores por meio de perguntas que busquem estabelecer relações quantitativas com estes. Porém, com a formulação das perguntas primeiramente se obtém um conjunto de possíveis Variáveis Suscetíveis de Medição, que não se caracterizam como um indicador. Para se obter um indicador é necessário estruturar de maneira mais aprofundada sua construção. Isto será apresentado mais adiante no trabalho.

Para demonstrar a elaboração das perguntas relativas aos FCS e a obtenção das variáveis suscetíveis de medição foi construído o quadro 6.1.

<b>Grupo</b>	<b>Fator Crítico de Sucesso</b>	<b>Pergunta</b>	<b>Variável</b>
<b>Identificação</b>	Identificação dos Produtos (Marca, Modelo)	(1) Há Possibilidade de Identificação da Marca/Modelo do Produto? (2) Qual a quantidade de Características Identificadas no Produto?	(1) Possibilidade ou Não da Identificação do Produto; (2) Quantidade de Características Identificadas no Produto;
	Identificação dos Componentes	(3) Qual a Quantidade de Componentes Identificados no Produto (4) Qual a Percentagem de Componentes Identificados no Produto?	(3) Quantidade de Componentes Identificados no Produto; (4) Percentagem de Componentes Identificados no Produto;
	Identificação dos Materiais	(5) Qual a Quantidade de Materiais Identificados no Produto? (6) Qual a Percentagem de Materiais Identificados no Produto?	(5) Quantidade de Materiais Identificados no Produto; (6) Percentagem de Materiais Identificados no Produto;
<b>Eficiência na Recuperação</b>	Peso de Material Recuperado por Produto	(7) Qual é o Peso de Material Recuperado no Produto? (8) Qual a Percentagem do Material Recuperado por Produto?	(7) Peso do Material Recuperado no Produto; (8) Percentagem do Material Recuperado por Produto;
	Quantidade de Material Recuperável por Produto	(9) Qual o Peso de Material Recuperável no Produto?	(9) Peso de Material Recuperável no Produto;
	Tempo Necessário para Recuperação do Produto	(10) Qual o Tempo Necessário para a Execução de Cada Processo Envolvido na Recuperação do Produto? (11) Qual o Tempo Total Necessário para a Recuperação do Produto?	(10) Tempo Necessário para Cada Processo Envolvido na Recuperação do Produto; (11) Tempo Total Necessário para a Recuperação do Produto;

Grupo	Fator Crítico de Sucesso	Pergunta	Variável
<b>Eficiência na Recuperação</b>	Custo de Recuperação do Produto	(12) Qual o Custo de Recuperação do Produto?	(12) Custo de Recuperação do Produto;
<b>Incentivos e Regulamentação</b>	Incentivos Governamentais para Recuperação	(13) Qual o Valor Pago pelo Governo pela Recuperação de Cada Produto? (14) Qual a Redução, Cedida pelo Governo, de Tributos/Impostos para a Recuperação do Produto?	(13) Valor pago pelo Governo pela Recuperação de Cada Produto; (14) Redução de Tributos/Impostos Concedido para a Recuperação do Produto;
<b>Resíduos Perigosos</b>	Presença de Resíduos Perigosos	(15) Há Presença de Resíduos Tóxicos nos Produtos Recuperados/Processados? (16) Qual a Quantidade de Resíduos Perigosos no Produto?	(15) Presença ou Não de Resíduos Perigosos no Produto; (16) Quantidade de Resíduos Perigosos no Produto;
<b>Previsão de Recuperação</b>	Previsão de Recuperação Futura	(17) Qual o Tempo Estimado para o Produto Atingir seu Fim de Vida ( <i>End of Life</i> )? (18) Qual o Tempo Necessário para que o Produto Atinja seu Fim de Vida?	(17) Tempo Estimado para o Produto Atingir seu Fim de Vida ( <i>End of Life</i> ); (18) Tempo Despedido para que o Produto Atingisse seu Fim de Vida;

Quadro 6.1 – Variáveis suscetíveis de medição relacionadas aos FCS identificados.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Partindo das variáveis construídas no quadro 6.1 será possível construir os indicadores, os quais serão apresentados, estruturados e classificados a seguir.

## 6.2 OBJETIVOS DOS INDICADORES

Os indicadores têm como função medir determinadas grandezas, estabelecidas em termos de variáveis. Conforme apresentado no referencial teórico (ver item 3.4 no capítulo 3), os conhecimentos estabelecidos com relação a indicadores de desempenho já são bem estabelecidos na literatura, possuindo um *background* amplo de informações e conhecimento desenvolvido.

No caso do trabalho apresentado aqui os indicadores são propostos com o intuito de possibilitar a gestão da sustentabilidade dos processos envolvidos no final do ciclo de vida de produtos, focado no setor de refrigeradores (ver objetivo geral, capítulo 1). Importante ressaltar também que o conjunto destes indicadores deve formar um

modelo de avaliação e monitoramento, visando a melhoria contínua dos processos envolvidos no final do ciclo de vida do produto, formando assim o primeiro passo para a obtenção de um Modelo de Gestão.

Porém, algumas questões podem surgir com relação ao desenvolvimento de um conjunto de indicadores e um Modelo de Gestão voltado para os aspectos ambientais: quem é o cliente deste sistema? Quem se beneficia com a avaliação e o monitoramento dos processos envolvidos no final do ciclo de vida do produto? Quem se beneficia com a melhoria contínua desses processos? Assim, cabe neste momento do trabalho, responder à estas questões: O principal cliente deste sistema (processos envolvidos no final do ciclo de vida do produto; avaliação e monitoramento dos processos; melhoria contínua dos processos; gestão do final do ciclo de vida do produto) é a sociedade, que se beneficia do reaproveitamento e reuso de materiais e componentes provenientes dos produtos, além da otimização do consumo de energia. Esta lógica de pensamento corrobora para um maior nível de sustentabilidade ambiental, visando o desenvolvimento sustentável.

Desta forma, tendo estas idéias sido reforçadas, será apresentada a criação e definição dos indicadores.

### 6.3 A CRIAÇÃO E ESTRUTURAÇÃO DOS INDICADORES A PARTIR DAS VARIÁVEIS SUSCETÍVEIS DE MEDIÇÃO

Com a realização das perguntas relacionadas aos FCS foi possível obter um conjunto de 18 (dezoito) variáveis suscetíveis de medição (ver quadro 6.1). Estas variáveis se caracterizam pela possibilidade de serem determinadas e medidas, porém ainda não constituem um indicador. Para isso é necessário estruturá-las de forma a apresentarem certas características específicas.

Segundo Paladini (2002), como apresentado no capítulo 3 (ver item 3.4), os indicadores devem ser expressos por números em valores associados e escalas contínuas. Além disso, para se gerar um indicador o mesmo autor estabelece ser necessário estruturar três componentes básicos para estes: Elemento, Fator e Medida. Tomamos também, como informações básicas para o indicador, o Objetivo e a Justificativa, sendo estas duas características fundamentais para sua definição.

Tomando outro autor também como fonte para definição de indicadores é citado Trzesniak (1998), que apresenta em seu trabalho cinco "propriedades indispensáveis", as quais qualquer "indicador-candidato" deve necessariamente exibir: (1) Relevância: o indicador deve retratar um aspecto importante, essencial, crítico do



processo/sistema; (2) Gradação de Intensidade: o indicador deve variar suficientemente no espaço dos processos/sistemas de interesse; (3) Univocidade: o indicador deve retratar com total clareza um aspecto único e bem definido do processo/sistema; (4) Padronização: a geração do indicador deve basear-se em uma norma, um processo único, bem definido e estável no tempo; (5) Rastreabilidade: os dados em que a obtenção do indicador é baseada, os cálculos efetuados e os nomes dos responsáveis pela apuração devem ser registrados e preservados. Desta forma, os indicadores desenvolvidos aqui deverão seguir estas premissas estabelecidas por estes dois autores.

#### 6.4 A DEFINIÇÃO DOS INDICADORES

Tomando estas referências como as escolhidas para a criação, definição e estruturação dos indicadores é necessário processar as variáveis obtidas (ver quadro 6.1). Primeiramente, foi criado o quadro 6.2, a qual apresenta as duas informações básicas para o indicador propostas por Paladini (2002): objetivo e justificativa.

Variável	Objetivo	Justificativa
(1) Possibilidade ou Não da Identificação do Produto;	(1) Avaliar se há ou não a Possibilidade de Identificação do Produto;	(1) e (2) Avaliar a Identificação dos Produtos se Justifica pela Importância de se ter Informações que <b>Facilite a Desmontagem e a Recuperação dos Materiais do Produto;</b>
(2) Quantidade de Características Identificadas no Produto;	(2) Medir a Quantidade de Características Identificadas no Produto;	
(3) Quantidade de Componentes Identificados no Produto;	(3) Avaliar a Quantidade de Componentes Identificados no Produto;	(3) e (4) Avaliar a Identificação dos Componentes do Produto se Justifica pela Importância de se ter <b>Informações que Facilite a Reciclagem e o Reaproveitamento das Peças e dos Materiais Provenientes dos Componentes;</b>
(4) Percentagem de Componentes Identificados no Produto;	(4) Medir a Percentagem de Componentes Identificados no Produto;	
(5) Quantidade de Materiais Identificados no Produto;	(5) Medir a Quantidade de Materiais Identificados no Produto;	(5) e (6) Avaliar a Identificação dos Materiais Provenientes do Produto se Justifica pela Importância de se ter <b>Informações que Facilite a Reciclagem e o Reaproveitamento Destes;</b>
(6) Percentagem de Materiais Identificados no Produto;	(6) Medir a Percentagem de Materiais Identificados no Produto;	

Variável	Objetivo	Justificativa
(7) Peso do Material Recuperado no Produto;	(7) Medir o Peso de Material Recuperado no Produto;	(7) e (8) Avaliar o Peso de Material Recuperado no Produto em <b>Caráter Absoluto e Percentagem (Comparativo com o Peso Total do Produto)</b> Colabora com a Análise da <b>Eficiência Recuperação/Reciclagem do Produto</b> e Também dos <b>Processos de Recuperação</b> ;
(8) Percentagem do Material Recuperado por Produto;	(8) Medir a Percentagem de Material Recuperado por Produto;	
(9) Peso de Material Recuperável no Produto;	(9) Medir o Peso de Material Recuperável no Produto;	(9) Avaliar o Peso de Material Recuperável no Produto se Justifica pela Previsão no Início dos Processos, a qual é <b>Importante para o Planejamento Futuro dos Processos de Recuperação</b> ;
(10) Tempo Necessário para Cada Processo Envolvido na Recuperação do Produto;	(10) Medir o Tempo Necessário para a Execução de Cada Processo de Recuperação;	(10) e (11) Avaliar o Tempo Necessário para a Recuperação dos Produtos se Justifica pela <b>Necessidade Contínua de Melhoria da Eficiência dos Processos de Recuperação</b> , tendo estes que <b>Evoluam ao Longo do Tempo</b> ;
(11) Tempo Total Necessário para a Recuperação do Produto;	(11) Medir o Tempo Necessário para Toda a Recuperação do Produto;	
(12) Custo de Recuperação do Produto;	(12) Medir o Custo de Recuperação do Produto;	(12) Avaliar o Custo de Recuperação se Justifica primeiramente pela <b>Necessidade de Controle dos Custos Relacionados aos Processos de Recuperação</b> e Também pela <b>Medição da Taxa de Retorno em Venda de Materiais, Imagem da Empresa e Redução de Pagamento de Tributos/Impostos para o Governo</b> ;
(13) Valor pago pelo Governo pela Recuperação de Cada Produto;	(13) Avaliar o Valor pago pelo Governo pela Recuperação de Cada Produto;	(13) e (14) Avaliar o Valor pago pelo Governo pela Recuperação de Produtos e Também a Redução de Impostos/Tributos Concedidos para a Recuperação se Justifica pelo Fato de <b>Haver a Necessidade de Analisar a Taxa de Retorno Financeiro de Recuperação</b> , ou seja, se a <b>Recuperação está dá Lucro ou Prejuízo Financeiro para a Empresa/Entidade Recuperador</b> ;
(14) Redução de Tributos/Impostos Concedido para a Recuperação do Produto;	(14) Avaliar a Redução de Impostos/Tributos Concedido para a Recuperação do Produto	
(15) Presença ou Não de Resíduos Perigosos no Produto;	(15) Avaliar a Presença ou Não de Resíduos Perigosos no Produto;	(15) e (16) A Avaliação da Presença de Resíduos Perigosos e a Medição da Quantidade destes Resíduos Possuem <b>Caráter de Segurança</b> , se Justificando pela Questão de <b>Bem Estar dos Trabalhadores</b> que Fazem a Recuperação e pela <b>Avaliação de Necessidade ou Não de Tratamentos Especiais para com os Produtos (Incineração, Aterramento, Eliminação etc.)</b> ;
(16) Quantidade de Resíduos Perigosos no Produto;	(16) Medir a Quantidade de Resíduos Perigosos no Produto Recuperado;	
(17) Tempo Estimado para o Produto Atingir seu Fim de Vida ( <i>End of Life</i> );	(17) Medir o Tempo Estimado para que o Produto Atinja o seu Fim de Vida;	(17) e (18) A Avaliação do Tempo Necessário para que o Produto Atinja o seu Fim de Vida se Justifica <b>pela Necessidade de uma Previsão do Ciclo de Vida do Produto</b> , Possibilitando que Haja para os Produtos Fabricados Hoje, um <b>Planejamento Futuro de Recuperação</b> ;
(18) Tempo Despedido para que o Produto Atingisse seu Fim de Vida;	(18) Medir o Tempo Necessário para que o Produto Atinja o seu Fim de Vida;	

Quadro 6.2 – Definição do objetivo e justificativa relacionados a cada variável.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Assim, definidas as informações básicas (objetivo e justificativa), apresentadas no quadro 6.2, é necessário definir os três componentes básicos dos indicadores: elemento, fator e medida. Esta definição está apresentada no quadro 6.3.

<b>Variável</b>	<b>Elemento</b>	<b>Fator</b>	<b>Medida</b>
(1) Possibilidade ou Não da Identificação do Produto;	(1) Possibilidade de Identificação	(1) Possibilidade de Identificação do Produto	(1) Possibilidade ou Não de Identificação do Produto (BINÁRIO)
(2) Quantidade de Características Identificadas no Produto;	(2) Características Identificadas	(2) Características Identificados no Produto	(2) Número de Características Identificadas por Produto Recuperado
(3) Quantidade de Componentes Identificados no Produto;	(3) Componentes Identificados	(3) Componentes Identificados por Produto	(3) Número de Componentes Identificados por Produto Recuperado
(4) Percentagem de Componentes Identificados no Produto;	(4) Componentes Identificados	(4) Componentes Identificados por Produto	(4) Número de Componentes Identificados por Produtos com Relação ao Número Total de Componentes do Produto (%)
(5) Quantidade de Materiais Identificados no Produto;	(5) Materiais Identificados	(5) Materiais Identificados por Produto	(5) Número de Materiais Identificados por Produto Recuperado
(6) Percentagem de Materiais Identificados no Produto;	(6) Materiais Identificados	(6) Materiais Identificados por Produto	(6) Número de Materiais Identificados por Produto com Relação ao Número Total de Materiais Presentes no Produto (%)
(7) Peso do Material Recuperado no Produto;	(7) Material Recuperado	(7) Material Recuperado no Produto	(7) Peso do Material Recuperado por Produto
(8) Percentagem do Material Recuperado por Produto;	(8) Material Recuperado	(8) Material Recuperado no Produto	(8) Peso do Material Recuperado por Produto com Relação ao Peso Total do Produto (%)
(9) Peso de Material Recuperável no Produto;	(9) Material Recuperável	(9) Material Recuperável no Produto	(9) Peso do Material Recuperável por Produto
(10) Tempo Necessário para Cada Processo Envolvido na Recuperação do Produto;	(10) Processo	(10) Tempo por Processo	(10) Tempo Necessário para Execução de Cada Processo

<b>Variável</b>	<b>Elemento</b>	<b>Fator</b>	<b>Medida</b>
(11) Tempo Total Necessário para a Recuperação do Produto;	(11) Recuperação do Produto	(11) Tempo Necessário para Recuperação do Produto	(11) Tempo Total Necessário para a Recuperação de um Produto
(12) Custo de Recuperação do Produto;	(12) Custo de Recuperação	(12) Custo de Recuperação do Produto	(12) Custo de Recuperação por Produto Recuperado
(13) Valor pago pelo Governo pela Recuperação de Cada Produto;	(13) Valor Pago	(13) Valor Pago Pela Recuperação dos Produtos	(13) Valor Pago Pelo Governo pela Recuperação de um Produto
(14) Redução de Tributos/Impostos Concedido para a Recuperação do Produto;	(14) Redução de Tributos/Impostos	(14) Redução de Tributos/Impostos pela Recuperação do Produto	(14) Valor de Tributo/Imposto Reduzido pela Recuperação de um Produto
(15) Presença ou Não de Resíduos Perigosos no Produto;	(15) Resíduos Perigosos	(15) Resíduos Perigosos no Produto	(15) Presença ou Não de Resíduos Perigosos no Produto (BINÁRIO)
(16) Quantidade de Resíduos Perigosos no Produto;	(16) Resíduos Perigosos	(16) Resíduos Perigosos no Produtos	(16) Número de Resíduos Perigosos por Produtos Recuperado
(17) Tempo Estimado para o Produto Atingir seu Fim de Vida ( <i>End of Life</i> );	(17) Tempo (Estimado)	(17) Tempo Médio Estimado para Atingir o Final do Ciclo de Vida	(17) Tempo Médio Estimado para que os Produtos Atinjam o Final do seu Ciclo de Vida
(18) Tempo Despedido para que o Produto Atingisse seu Fim de Vida;	(18) Tempo Despendido (Real)	(18) Tempo Médio Despendido (Real) para Atingir o Final do Ciclo de Vida	(18) Tempo Médio Despendido (Real) para que os Produtos Atinjam o Final do seu Ciclo de Vida

Quadro 6.3 – Definição dos componentes básicos dos indicadores: Elemento, Fator e Medida.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tendo elaborado os dois quadros apresentados anteriormente (quadro 6.2 e quadro 6.3) é possível já verificar algumas questões importantes quanto à estruturação dos indicadores. Primeiramente podemos dividir os indicadores em três grupos: (1) indicadores relacionados às características de cada produto recuperado; (2)

indicadores relacionados às características dos produtos recuperados apresentados de forma comparativa, por meio de percentagem; (3) indicadores binários. Como partes do primeiro grupo podem ser classificados os seguintes indicadores: 2, 3, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17 e 18. Já o segundo grupo é composto pelos seguintes indicadores: 4, 6 e 8. O terceiro grupo, formado por indicadores binários, é composto pelos indicadores 1 e 15.

Dessa forma, após a definição do objetivo e justificativa dos indicadores, assim como o elemento, o fator e a medida de cada um, é necessário partir para a fase de avaliação dos indicadores. É importante também citar que, com esta primeira etapa de definição, apresentada anteriormente, já é possível gerar uma classificação prévia dos indicadores, os agrupando em três conjuntos. Com a próxima etapa (avaliação) será possível desdobrar mais características que possam aglutinar de outra forma os indicadores obtidos.

## 6.5 A AVALIAÇÃO DOS INDICADORES

Como apresentado no início do capítulo presente (ver item 6.3), será feita a avaliação dos indicadores por meio das “propriedades indispensáveis”, propostas por Trzesniak (1998). Nesta avaliação os possíveis indicadores são analisados em conjunto segundo suas características de Relevância, Gradação de Intensidade, Univocidade, Padronização e Rastreabilidade. Devido ao fato de as variáveis possuírem entre si muitos aspectos em comum, foi optado pela avaliação em conjunto, a qual se desenvolve a seguir.

### 6.5.1 Relevância

A propriedade de Relevância sugere que “o indicador deve retratar um aspecto importante, essencial, crítico do processo/sistema”. Devido ao fato de a construção dos indicadores se basear nos FCS pré estabelecidos (ver segunda coluna do quadro 6.1) é possível justificar a relevância das variáveis de modo a considerar que, analisando sobre este aspecto, todas as variáveis podem se considerar como indicadores. Isto se deve ao fato de que cada variável está diretamente ligada à um FCS, e cada fator tem sua relevância justificada por meio de referencial bibliográfico e da análise feita com especialistas.

### **6.5.2 Gradação de Intensidade**

A Gradação de Intensidade, definida de modo que “o indicador deve variar suficientemente no espaço dos processos/sistema de interesse”, permite que seja feita uma análise mais individual das variáveis. Para isso é necessário considerar as variáveis divididas em três grupos, como citado no item 6.4: (1) indicadores relacionados às características de cada produto recuperado; (2) indicadores relacionados às características dos produtos recuperados apresentados de forma comparativa, por meio de percentagem; (3) indicadores binários. Desta forma, este último grupo, composto pelas variáveis 1 e 15, onde estes possuem características binárias, não há presença de Gradação de Intensidade, pois a indicação da variável seria dada por uma resposta positiva ou uma negativa (sim ou não). Outras duas variáveis que também não possuem aspecto de Gradação de Intensidade são as variáveis 13 e 14. Estas se referem respectivamente ao valor pago pelo governo pela recuperação de cada produto e à redução de tributos/impostos concedido para a recuperação do produto. Estas características não possuem variação, pois são constituídas de um valor específico padronizado para todos os produtos recuperados.

### **6.5.3 Univocidade**

Esta terceira propriedade é definida de modo que “o indicador deve retratar com total clareza um aspecto único e bem definido do processo/sistema”. Esta característica se refere à clareza da variável analisada, não permitindo que esta seja confundida com outro aspecto escondido nas informações. Com relação à esta característica podemos citar a variável 3 (Quantidade de Componentes Identificados no Produto). Esta variável pode ter sua clareza confundida quanto ao fato da capacidade de identificação dos componentes: pode ser que um componente não seja identificado pela falta de informação deste ou pela simples não identificação pelo instrumento ou executor da atividade. Quanto à outra variável, o tempo total necessários para a recuperação do produto (variável 11) pode haver também outros fatores, não necessariamente o tempo gasto nos processos, que provoquem aumento do tempo de recuperação: quebra de equipamentos, falta de energia (no caso de equipamentos elétricos), falta de executores, entre outros fatores. Outras duas variáveis que apresentam claramente comprometimento com relação à propriedade de Univocidade são as variáveis 17 (Tempo Estimado para o Produto Attingir seu Fim de Vida)

e 18 (Tempo Despendido para que o Produto Atingisse seu Fim de Vida). Estas duas variáveis estão relacionadas à medição e estimação do tempo de ciclo de vida do produto, porém estas não consideram o tempo que o produto possa ficar guardado ou armazenado após o período de uso, esperando pela recuperação. É necessário considerar que nem todos os produtos são recuperados logo após o fim do seu uso.

#### **6.5.4 Padronização**

A Padronização se relaciona à estabilidade, segundo que a geração de um indicador deve basear-se em uma *norma*, um procedimento único, bem definido e estável no tempo. Esta propriedade está intrinsecamente relacionada à obtenção das informações. Quanto a esse fator é necessário criar um conjunto de padrões/normas que guie a execução da obtenção das informações, porém esta criação não faz parte do escopo do trabalho, se caracterizando como um aspecto previsto para o aprimoramento futuro deste.

#### **6.5.5 Rastreabilidade**

Esta última propriedade indispensável se refere ao fato de que os dados em que a obtenção do indicador é baseada, assim como os cálculos efetuados e os nomes dos responsáveis pela apuração devem ser registrados e preservados. Esta característica, que se diferente das demais, se relaciona ao método de execução (obtenção dos dados, cálculos efetuados). Somente com a aplicação prática dos indicadores será possível a avaliação desta propriedade. Sendo assim, o trabalho desenvolvido aqui não possui o caráter de aplicação dos indicadores, sendo voltado para a criação e desenvolvimento dos mesmos.

### **6.6 Conclusões**

Após aplicar os métodos de criação, definição e avaliação dos indicadores segundo a bibliografia consultada, foi possível obter um conjunto bem estabelecido de indicadores, os quais poderão ser aplicados para os fins devidos. Espera-se que este conjunto de indicadores possa auxiliar na avaliação e no monitoramento dos processos envolvidos no final do ciclo de vida do produto, focando-se no reaproveitamento e recuperação de peças componentes e materiais provenientes de refrigeradores. Porém, conforme concluído no capítulo 5, estes indicadores, os quais foram criados à partir dos fatores críticos

de sucesso identificados, podem ser aplicados a outras áreas, não se focando especificamente no setor de refrigeradores. Outras conclusões obtidas no estudo serão levantadas no último capítulo, que é apresentado a seguir.







## CAPÍTULO 7 – CONCLUSÃO

Nesta dissertação os contextos do final do ciclo de vida do produto (*product end-of-life*), os processos envolvidos nesta fase e a sua gestão, perante aspectos relacionados à sustentabilidade ambiental, foram abordados. O estudo desenvolvido aqui busca uma resposta para a pergunta que concretizou o problema de pesquisa ascendente: Qual o conjunto de indicadores, com relação aos processos envolvidos no final do ciclo de vida do produto, que são críticos para a gestão e melhoria desta fase perante os aspectos ambientais? Ao final desta pesquisa defende-se uma resposta que é fundamentada nos argumentos apresentados no decorrer do texto, seja esta: o conjunto de indicadores obtidos nesta dissertação são críticos para a gestão e melhoria dos processos envolvidos no final do ciclo de vida do produto perante aspectos ambientais. O quadro 7.1 apresenta uma síntese conclusiva.

<p><b>Objetivo Específico:</b> Levantar, por meio de pesquisas bibliográficas, referenciais teóricos sobre sustentabilidade, indicadores e gestão do final do ciclo de vida do produto, dando foco principal ao último tema.</p>
<p><b>Resultado:</b> Foi levantado e analisado referenciais teóricos sobre os temas propostos, dando foco na gestão do final do ciclo de vida do produto.</p>
<p><b>Conclusão:</b> Concluiu-se que o referencial teórico levantado possuiu grande importância para o desenvolvimento de todo o estudo feito na dissertação. A análise deste conteúdo gerou para o pesquisador, e deverá gerar para os interessados a estudar este trabalho, uma base teórica sobre os temas discutidos e desenvolvidos em todo o trabalho.</p>
<p><b>Objetivo Específico:</b> Identificar, por meio da revisão de literatura, os principais processos envolvidos no final do ciclo de vida do produto e estruturar, num modelo genérico (<i>framework</i>), estes processos.</p>
<p><b>Resultado:</b> Foram identificados, por meio de um levantamento bibliográfico estruturado e da revisão do conteúdo obtido, os processos envolvidos no final do ciclo de vida do produto. Foi também estruturado, com base nos processos identificados, um modelo genérico (<i>framework</i>) destes.</p>
<p><b>Conclusão:</b> Conclui-se que foi possível identificar na literatura um conjunto de processos genérico que pode ser utilizado por empresas que pretendam desenvolver este tipo de atividade. Além disso, cabe ressaltar a importância desse modelo para a obtenção de uma visão global dos processos envolvidos no final do ciclo de vida do produto, facilitando a gestão desta fase para empresas ou órgãos que pretendam realizá-la.</p>

<p><b>Objetivo Específico:</b> Com base nos processos estruturados no item anterior, identificar os Fatores Críticos de Sucesso (FCS) relacionados à sustentabilidade ambiental, os relacionando aos processos estabelecidos no <i>framework</i>.</p>
<p><b>Resultado:</b> Foram identificados, por meio de um levantamento bibliográfico estruturado e da revisão do conteúdo obtido, os FCS relacionados à sustentabilidade ambiental destes. Também foi obtida uma análise da relação entre os processos identificados e os FCS.</p>
<p><b>Conclusão:</b> Pode ser concluído que a obtenção dos FCS foi essencial para a etapa que se seguiu na pesquisa, no qual foram desenvolvidos os indicadores. Outro ponto importante com relação à este objetivo específico é a análise que relaciona os FCS com os processos relacionados no <i>framework</i>. Quanto a isso foi possível relacionar os dez FCS com os processos, gerando assim um cruzamento de informações importante para se obter uma visão mais ampla da fase final do ciclo de vida do produto.</p>
<p><b>Objetivo Específico:</b> A partir de um questionário estruturado aplicado à especialistas, avaliar/validar os fatores críticos de sucesso obtidos com relação ao setor específico (recuperação de refrigeradores).</p>
<p><b>Resultado:</b> Foi aplicado o questionário proposto, buscando obter informações por meio dos fatores críticos de sucesso que pudessem ser traduzidas para os indicadores. O questionário foi aplicado à um número de sete especialistas. Foi aplicado também um teste estatístico com o objetivo de analisar os fatores críticos de sucesso por meio da Escala de Likert.</p>
<p><b>Conclusão:</b> A aplicação do questionário possibilitou a obtenção de uma tendência sobre a opinião dos respondentes quanto aos fatores críticos de sucesso avaliados. Porém, devido ao número amostral analisado não foi possível tomar conclusões que pudessem validar ou não determinado fator crítico de sucesso. O teste apresenta subsídios para o desenvolvimento de pesquisas mais amplas, utilizando um maior número de entrevistados, buscando assim estabelecer um valor amostral que permita validar o teste, apresentando fatores críticos de sucesso que sejam específicos para a recuperação e o reuso de materiais e componentes provenientes de refrigeradores.</p>
<p><b>Objetivo Específico:</b> A partir do resultado obtido da avaliação/validação com especialistas, traduzir os fatores críticos de sucessos para indicadores que possam ser utilizados por empresas que possuam atividade de recuperação de refrigeradores.</p>
<p><b>Resultado:</b> Não foi possível traduzir os indicadores para o setor específico proposto. Isto se deve ao número de entrevistados ao qual o questionário foi submetido. Futuros trabalhos, desenvolvido com o levantamento das opiniões de um maior número de especialistas, possibilitarão identificar os fatores críticos de sucesso específicos deste setor.</p>

<p><b>Conclusão:</b> Os resultados obtidos na avaliação/validação permitiram avaliar as opiniões dos respondentes, não possibilitando tomar decisões quanto à validação ou não dos FCS referentes aos setor específico.</p>
<p><b>Objetivo Específico:</b> Com os resultados obtidos no estudo, fornecer indicadores que sirvam de subsídios para a gestão da sustentabilidade dos processos envolvidos no final do ciclo de vida de produtos <b>focado no setor de refrigeradores.</b></p>
<p><b>Resultado:</b> Os indicadores foram estruturados e avaliados segundo as definições de autores conceituados. Foi obtido um conjunto de 18 indicadores, sendo estes divididos em três grupos.</p>
<p><b>Conclusão:</b> Concluiu-se que os indicadores obtidos possuem relevância para a gestão do final do ciclo de vida de produtos, não se tratando especificamente da área de refrigeradores.</p>
<p><b>Objetivo Geral:</b> O Objetivo Geral desta dissertação é desenvolver um conjunto de indicadores que sirva de subsídio para a gestão da sustentabilidade ambiental no final do ciclo de vida do produto, focando no setor específico de refrigeradores.</p>
<p><b>Resultado:</b> Foi desenvolvido um conjunto de indicadores que serve de subsídio para a gestão da sustentabilidade ambiental no final do ciclo de vida do produto. Contudo, o conjunto de indicadores obtido não é focado no setor específico de refrigeradores.</p>
<p><b>Conclusão:</b> Pode-se concluir que o objetivo geral foi atingido.</p>

Quadro 7.1 - Objetivos, resultados e conclusões obtidos na pesquisa.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em resumo, o conjunto de resultados obtidos no estudo é caracterizado da seguinte forma: (1) um modelo genérico (*framework*) dos principais processos envolvidos no final do ciclo de vida do produto; (2) um conjunto de Fatores Críticos de Sucesso (FCS) relacionados a estes processos e à sustentabilidade ambiental; (3) um estudo desenvolvido com especialistas buscando avaliar/validar os FCS com relação ao setor específico de recuperação de refrigeradores; (4) um conjunto de indicadores que visa a gestão e melhoria dos processos envolvidos no final do ciclo de vida do produto perante aspectos ambientais. Este conjunto de indicadores deve ser utilizado como ferramenta para empresas que aplicam processos de recuperação e reuso de materiais e componentes provenientes de produtos, podendo também servir como norma padrão, aplicado pelo governo à estas empresas.

Como discussão da pesquisa é possível inferir a importância de alguns aspectos com relação ao final do ciclo de vida do produto. As

informações provenientes dos produtos, com relação aos materiais, componentes e métodos de desmontagem do produto foram identificadas como de grande importância para a viabilidade na recuperação de produtos. A presença de resíduos perigosos e incentivos do governo também podem ser destacados como aspectos chave para a implementação de programas de recuperação de produtos.

A continuidade desta pesquisa está sendo dada na investigação de opiniões de especialistas de ramos específicos, tendo como objetivos adaptar o modelo de gestão segundo necessidades próprias destes setores. Outro ponto importante para o estudo é a apresentação do trabalho para empresas que desenvolvam processos relacionados à recuperação e reuso de materiais e componentes, fazendo com que estas possam aplicar ou mesmo aprimorar seus métodos de gestão do final do ciclo de vida do produto.







## REFERÊNCIAS

- ABU BAKAR, M.S.; RAHIMIFARD, S. Computer-aided recycling process planning for end-of-life electrical and electronic equipment. **Journal of Engineering Manufacture**, v.221, p.1369-1374, 2007.
- AMELIA, L. *et al.* Initiating automotive component reuse in Malaysia. **Journal of Cleaner Production**, v.17, p.1572-1579, 2009.
- ANDREOLA, F. *et al.* Recycling of EOL CRT Glass into Ceramic Glaze Formulations and Its Environmental Impact by LCA Approach. **International Journal of Life Cycle Assessment**, v.12, n.6, p.448-454, 2007.
- BELL, J. **Projeto de pesquisa: guia para pesquisadores iniciantes em educação, saúde e ciências sociais**. Tradução Magda França Lopes. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.
- BELLMANN, K.; KHARE, A. Economic issues in recycling end-of-life vehicles. **Technovation**, v.20, n.12, p.677-690, 2000.
- BETTLEY, A.; BURNLEY, S. Towards Sustainable Operations Management Integrating Sustainability Management into Operations Management Strategies and Practices. **Handbook of Performability Engineering**, p.875-904, 2008.
- CAGNO, E.; MAGALINI, F.; TRUCCO, P. Modelling and planning of Product Recovery Network: the case study of end-of-life refrigerators in Italy. *International Journal of Environmental Technology and Management*, v.8, n.4, p.385-404, 2008.
- CAREW, A.L.; MITCHELL, C.A. Teaching sustainability as a contested concept: capitalizing on variation in engineering educators' conceptions of environmental, social and economic sustainability. **Journal of Cleaner Production**, v.16, p.105-115, 2008.
- CAUDILL, R.J. *et al.* A Lifecycle Environmental Study of the Impact of E-commerce on Electronic Products. In: *Proceedings of the 2000 IEEE International Symposium on Electronics and the Environment*. São Francisco, Estados Unidos. 2000. p.298-303.

CAUDILL, R.J.; DICKINSON, D.A. Sustainability and end-of-life product management: a case study of electronics collection scenarios. In: International Symposium on Electronics and the Environment. Scottsdale, Estados Unidos. 2004. p. 132-137

DICKINSON, D.A.; CAUDILL, R.J. Sustainable product and material end-of-life management: an approach for evaluating alternatives. In: IEEE International Symposium on Electronics and the Environment. 2003. p. 1538.

DUFLOU, J.R. *et al.* Efficiency and feasibility of product disassembly: A case-based study. **CIRP Annals – Manufacturing Technology**, v.57, p.583-600, 2008.

DURSKI, G.R. Indicadores de desempenho global da organização – uma proposta de avaliação. SC. 2004. 90f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2004.

DUVAL, D.; MACLEAN H.L. The role of product information in automotive plastics recycling: a financial and life cycle assessment. **Journal of Cleaner Production**, v.15, p.1158-1168, 2007.

FERRÃO, P.; RIBEIRO, P.; SILVA, P. A management system for end-of-life tyres: a portuguese case study. **Waste Management**, v.28, n.3, p.604-614, 2008.

FORSLIND, K. H. Implementing extended producer responsibility: the case of Sweden's car scrapping scheme. **Journal of Cleaner Production**, v.13, n.6, p.619-629, 2005.

FTHENAKIS, V.M. End-of-life management and recycling of PV modules. **Energy Policy**, v.28, n.14, p.1051-1058, 2000.

GEHIN, A.; ZWOLINSKI, P.; BRISSAUD, D. A tool to implement sustainable end-of-life strategies in the product development phase. **Journal of Cleaner Production**, v.16, p.566-576, 2008.

GIL, A.C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOGGIN, K.; BROWNE, J. Electronic products recovery—PAWS, a BRITE-EURAM project. **Computer Industry**, v.36, n.1, p.65-74, 1998.

GRENCIUS, E. *et al.* Linking demanufacturing operations with Product DFE initiatives. **Proceedings of the 1998 IEEE International Symposium on Electronics and the Environment**, p.270-274, 1998.

GRUJICIC, M. Total Life Cycle-Based Materials Selection for Polymer Metal Hybrid Body-in-White Automotive Components. **Journal of Materials Engineering and Performance**, v.18, n.2, p.111-128, 2009.

GUNGOR, A.; GUPTA, S.M. Issues in environmentally conscious manufacturing and product recovery: a survey. **Computers & Industrial Engineering**, v.36, n.4, p.811-853, 1999.

IAKOVOU, E. *et al.* A methodological framework for end-of-life management of electronic products. **Resources, Conservation and Recycling**, v.53, n.6, p.329-339, 2009.

IZARD, C.F.; MÜLLER, D.B. Tracking the devil's metal: Historical global and contemporary U.S. tin cycles. **Resources, Conservation and Recycling**, 2010.

JOHANSSON, G.; BRODIN, M.H. An analysis of product properties affecting performance of end-of-life systems for electrical and electronics equipment. **Management of Environmental Quality: An International Journal**, v.19, n.6, p.705-717, 2008.

KAHHAT, R. *et al.* Exploring e-waste management systems in the United States. **Resources, Conservation and Recycling**, v.52, n.7, p.955-964, 2008.

KOTLER, P. **Administração de Marketing**. São Paulo: Atlas, 1996

KUMAR, S.; PUTNAM V. Cradle to cradle: reverse logistics strategies and opportunities across three industry sectors. **International Journal of Production Economics**, v.115, n.2, p.305-315, 2008.

KUO, T.C. Combination of case-based reasoning and analytical hierarchy process for providing intelligent decision support for product recycling strategies. **Expert Systems with Applications**, v.37, n.8, p.5558-5563, 2010a.

KUO, T.C. The construction of a collaborative-design platform to support waste electrical and electronic equipment recycling. **Robotics and Computer-Integrated Manufacturing**, v.26, n.1, p.100-108, 2010b.

LAKATOS, E.; MARCONI, M. **Metodologia Científica**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 1991.

LASZEWSKI, L.; CAREY, T. Integrating Environmental Product Design into Inkjet Printing Supplies. In: Proceedings of 2004 International IEEE Conference on the Asian Green Electronics. Singapore. 2004. p.86-91.

LOW, M.K.; WILLIAMS, D.J.; DIXON, C. Manufacturing products with end-of-life considerations: an economic assessment to the routes of revenue generation from mature products. **IEEE Transactions on Components, Packaging, and Manufacturing Technology**, v.21, n.1, p.4-10, 1998.

MANGUN, D.; THURSTON, D.L. Incorporating Component Reuse, Remanufacture, and Recycle Into Product Portfolio Design. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v.49, n.4, p.479-490, 2002.

MASANET, E.R.; HORVATH, A. A Decision-Support Tool for the Take-Back of Plastics from End-of-Life Electronics. In: Proceedings of the International Symposium on Electronics and the Environment. Washington, Estados Unidos. 2004. p.51-56

MATTAR, F.N. **Pesquisa de Marketing**. Volume 2. São Paulo: Atlas, 1993.

MULLER, G. Product Life Cycle Management. In: Embedded Systems Institute. Buskerud University College. 2010, p.1-27.

NAKAMURA, S.; KONDO, Y. A waste input-output life-cycle cost analysis of the recycling of end-of-life electrical home appliances. **Ecological Economics**, v.57, n.3, p.494-506, 2006.

OSIBANJO, O.; NNOROM, I.C. Material flows of mobile phones and accessories in Nigeria: environmental implications and sound end-of-life management options. **Environmental Impact Assessment Review**, v.28, n.2-3, p.198-213, 2008.

PAGELL, M.; WU, Z.; MURTHY, N.N. The supply chain implications of recycling. **Business Horizons**, v.50, n.2, p.133-143, 2007.

PALADINI, E.P. **Avaliação Estratégica da Qualidade**. São Paulo: Atlas, 2002.

PALADINI, E.P. **Gestão da Qualidade no Processo: a qualidade na produção de bens e serviços**. 2<sup>a</sup> ed. São Paulo: Atlas, 1995.

PARSONS, D. The Environmental Impact of Disposable Versus Re-Chargeable Batteries for Consumer Use. **International Journal of Life Cycle Assessment**, v.12, n.3, p.197-203, 2007.

PERALTA, G.L.; FONTANOS, P.M. E-waste issues and measures in the Philippines. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, v.8, p.34-39, 2006.

PEREZ, R.L.; OGLIARI, A.; BACK, N. Sistema de medição de desempenho aplicado no processo de projeto (SiMDAP). In: Anais do IV Congresso Brasileiro de Gestão e Desenvolvimento de Produtos. Gramado, Brasil. 2003. p.1-10.

PIGOSSO, D.C.A. *et al.* Ecodesign methods focused on remanufacturing. **Journal of Cleaner Production**, v.18, n.1, p.21-31, 2010.

PRANCIC, E.; MARTINS, R.A. Uma revisão teórica sobre a medição de desempenho do processo de desenvolvimento de produto. In: Anais do IV Congresso Brasileiro de Gestão e Desenvolvimento de Produtos. Gramado, Brasil. 2003. p.1-10.

QIAN, X.; ZHANG, H.C. An environmentally conscious management model for end-of-life electromechanical products. In: Proceedings of the IEEE International Symposium on Electronics and the Environment. Washington, Estados Unidos. 2003. p.347-351.

RAHIMIFARD, S.; ABU BAKAR, M.S.; WILLIAMS, D.J. Recycling process planning for the End-of-Life management of waste from electrical and electronic equipment. **CIRP Annals - Manufacturing Technology**, v.58, n.1, p.5-8, 2009.

REEE. Directiva 2002/96/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 27 de Janeiro de 2003 Relativa aos Resíduos de Equipamentos Eléctricos e Electrónicos. Jornal Oficial da União Europeia, p.24-38. 2003.

ROCHA, H. M. **Fatores Críticos de Sucesso de Start Up de Veículos e a Qualidade (CMMI) no Desenvolvimento de Produtos no Sul Fluminense**. 2005. 353 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Gestão) – Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Gestão, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2005.

ROCKART, J. A New Approach to Defining the Chief Executive's Information Needs. Working Paper n37. Center for Information Systems Research, Sloan School of Management. Massachusetts Institute of Technology. 1978.

ROCKART, J. Critical Success Factors: a 2002 retrospective. **CISR Reseach Briefing**, v.2, n.1D, p.1-4, 2002.

ROSE, C.M.; ISHII, K.; STEVELS, A. ELDA and EVCA: Tools for building product End-of-Life Strategy. **The Journal of Sustainable Product Design**, v.1, p.181-195, 2001.

ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. A.; AMARAL, D. C.; TOLEDO, J. C. de; SILVA, S. L. da; ALLIPRANDINI, D. H. & SCALICE, R. K.. **Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo**. v.1, 1.ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

RUHRBERG, M. Assessing the recycling efficiency of copper from end-of-life products in Western Europe. **Resources, Conservation and Recycling**, v.48, n.2, p.141-165, 2006.

SAKAI, S.; NOMA, Y.; KIDA, A. End-of-life vehicle recycling and automobile shredder residue management in Japan. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, v.9, p.151-158, 2007.

SALOMON, D.V. **Como fazer uma monografia**. 10.ed. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

SHIN, D. *et al.* Development of a sustainability policy model for promoting cleaner production: a knowledge integration approach. **Journal of Cleaner Production**, v.16, n.17, p.1823-1837, 2008.

SPANGENBERG, J.H.; FUAD-LUKE, A.; BLINCOE, K. Design for Sustainability (DfS): the interface of sustainable production and consumption. **Journal of Cleaner Production**, v.18, p.1485-1493, 2010.

SROGI, K. An overview of current processes for the thermochemical treatment of automobile shredder residue. **Cleaner Technology Environmental Policy**, v.10, p.235-244, 2008.

SUTHERLAND, J.W.; GUNTER, K.L.; WEINMANN, K.J. A model for improving economic performance of a demanufacturing system for reduced product end-of-life environmental impact. **CIRP Annals – Manufacturing Technology**, v.51, n.1, p.45-48, 2001.

TRZESNIAK, P. Indicadores quantitativos: reflexões que antecedem seu estabelecimento. **Ciência da Informação**, v.27, n.2, p.1-8, 1998.

UM, J.; YOON, J.; SUH, S. An architecture design with data model for product recovery management systems. **Resources, Conservation and Recycling**, v.52, n.10, p.1175-1184, 2008.

WHITE, C.D. *et al.* Product recovery with some byte: an overview of management challenges and environmental consequences in reverse manufacturing for the computer industry. **Journal of Cleaner Production**, v.11, n.4, p.445-458, 2003.

WRIGHT, E.I.; RAHIMIFARD, S.; CLEGG, A.J. Impacts of environmental product legislation on solid oxide fuel cells. **Journal of Power Sources**, v.190, n.2, p.362-371, 2009.

XANTHOPOULOS, A.; IAKOVOU, E. On the optimal design of the disassembly and recovery processes. **Waste Management**, v.29, n.5, p.1702-1711, 2009.

YIN, R.K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Tradução Daniel Grassi. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

YU, J.; WILLIAMS, E.; JU, M. Analysis of material and energy consumption of mobile phones in China. **Energy Policy**, v.38, n.8, p.4135-4141, 2010.

YU, Y. *et al.* A Decision-Making Model for Materials Management of End-of-Life Electronic Products. **Journal of Manufacturing Systems**, v.19, n.2, p.94-107, 2000.







## APENDICE A – Questionário de Pesquisa de Campo

Prezado Respondente,

Este questionário faz parte da dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção de Samuel Borges Barbosa, da Universidade Federal de Santa Catarina, integrante do Grupo de Engenharia de Produtos, Processos e Serviços (GEPPS), sob a orientação do Prof. Dr. Marcelo Gitirana Gomes Ferreira, na citada instituição. Na mesma busca-se identificar os fatores críticos de sucesso relacionados aos processos envolvidos no final do ciclo de vida do produto (recuperação do produto, recuperação de materiais, recuperação de componentes). Sua participação é fundamental para o sucesso desta pesquisa, pela qual somos antecipadamente gratos.

Dados do respondente:

Empresa: \_\_\_\_\_

Nome: \_\_\_\_\_

Cargo: \_\_\_\_\_

Considerando Fatores Críticos de Sucesso (FCS) como **fatores que são essenciais para o sucesso de determinados processos/sistemas**, cuja atenção dada a estes é absolutamente necessária para o atingimento dos objetivos, por favor, responda as questões quanto aos Fatores Críticos de Sucesso (FCS) relacionados à recuperação e reaproveitamento de refrigeradores (recuperação de peças, componentes e materiais provenientes destes):

1 – Marque a opção, **em cada um dos pares abaixo**, que na sua opinião representa o Fator Crítico de Sucesso mais importante na recuperação de refrigeradores (comparativo entre um Fator Crítico de Sucesso e o outro):

<b>Identificação dos Produtos</b> (marca, modelo) no Momento da Recuperação	
<b>Identificação dos Componentes</b> no Momento da Recuperação	

<b>Identificação dos Produtos</b> (marca, modelo) no Momento da Recuperação	
<b>Identificação dos Materiais</b> no Momento da Recuperação	

<b>Identificação dos Produtos</b> (marca, modelo) no Momento da Recuperação	
<b>Peso de Material</b> Recuperado por Produto	

<b>Identificação dos Produtos</b> (marca, modelo) no Momento da Recuperação	
<b>Quantidade de Material</b> Recuperável por Produto	

<b>Identificação dos Produtos</b> (marca, modelo) no Momento da Recuperação	
<b>Tempo Necessário</b> para Recuperação do Produto	

<b>Identificação dos Produtos</b> (marca, modelo) no Momento da Recuperação	
<b>Custo</b> de Recuperação do Produto	
<b>Identificação dos Produtos</b> (marca, modelo) no Momento da Recuperação	
<b>Incentivos Governamentais</b> para Recuperação	
<b>Identificação dos Produtos</b> (marca, modelo) no Momento da Recuperação	
<b>Presença de Resíduos Perigosos</b>	
<b>Identificação dos Produtos</b> (marca, modelo) no Momento da Recuperação	
<b>Previsão de Recuperação Futura</b>	
<b>Identificação dos Componentes</b> no Momento da Recuperação	
<b>Identificação dos Materiais</b> no Momento da Recuperação	
<b>Identificação dos Componentes</b> no Momento da Recuperação	
<b>Peso de Material</b> Recuperado por Produto	
<b>Identificação dos Componentes</b> no Momento da Recuperação	
<b>Quantidade de Material</b> Recuperável por Produto	
<b>Identificação dos Componentes</b> no Momento da Recuperação	
<b>Tempo</b> Necessário para Recuperação do Produto	
<b>Identificação dos Componentes</b> no Momento da Recuperação	
<b>Custo</b> de Recuperação do Produto	
<b>Identificação dos Componentes</b> no Momento da Recuperação	
<b>Incentivos Governamentais</b> para Recuperação	
<b>Identificação dos Componentes</b> no Momento da Recuperação	
<b>Presença de Resíduos Perigosos</b>	
<b>Identificação dos Componentes</b> no Momento da Recuperação	
<b>Previsão de Recuperação Futura</b>	
<b>Identificação dos Materiais</b> no Momento da Recuperação	
<b>Peso do Material</b> Recuperado por Produto	
<b>Identificação dos Materiais</b> no Momento da Recuperação	
<b>Quantidade de Material</b> Recuperável por Produto	
<b>Identificação dos Materiais</b> no Momento da Recuperação	
<b>Tempo Necessário</b> para Recuperação do Produto	
<b>Identificação dos Materiais</b> no Momento da Recuperação	
<b>Custo</b> de Recuperação do Produto	
<b>Identificação dos Materiais</b> no Momento da Recuperação	
<b>Incentivos Governamentais</b> para Recuperação	

<b>Identificação dos Materiais</b> no Momento da Recuperação	
<b>Presença de Resíduos Perigosos</b>	
<b>Identificação dos Materiais</b> no Momento da Recuperação	
<b>Previsão de Recuperação Futura</b>	
<b>Peso de Material</b> Recuperado por Produto	
<b>Quantidade de Material</b> Recuperável por Produto	
<b>Peso de Material</b> Recuperado por Produto	
<b>Tempo Necessário</b> para Recuperação do Produto	
<b>Peso de Material</b> Recuperado por Produto	
<b>Custo de Recuperação</b> do Produto	
<b>Peso de Material</b> Recuperado por Produto	
<b>Incentivos Governamentais</b> para Recuperação	
<b>Peso de Material</b> Recuperado por Produto	
<b>Presença de Resíduos Perigosos</b>	
<b>Peso de Material</b> Recuperado por Produto	
<b>Previsão de Recuperação Futura</b>	
<b>Quantidade de Material</b> Recuperável por Produto	
<b>Tempo Necessário</b> para Recuperação do Produto	
<b>Quantidade de Material</b> Recuperável por Produto	
<b>Custo de Recuperação</b> do Produto	
<b>Quantidade de Material</b> Recuperável por Produto	
<b>Incentivos Governamentais</b> para Recuperação	
<b>Quantidade de Material</b> Recuperável por Produto	
<b>Presença de Resíduos Perigosos</b>	
<b>Quantidade de Material</b> Recuperável por Produto	
<b>Previsão de Recuperação Futura</b>	
<b>Tempo Necessário</b> para Recuperação do Produto	
<b>Custo de Recuperação</b> do Produto	
<b>Tempo Necessário</b> para Recuperação do Produto	
<b>Incentivos Governamentais</b> para Recuperação	
<b>Tempo Necessário</b> para Recuperação do Produto	
<b>Presença de Resíduos Perigosos</b>	
<b>Tempo Necessário</b> para Recuperação do Produto	
<b>Previsão de Recuperação Futura</b>	

<b>Custo de Recuperação do Produto</b>	
<b>Incentivos Governamentais para Recuperação</b>	
<b>Custo de Recuperação do Produto</b>	
<b>Presença de Resíduos Perigosos</b>	
<b>Custo de Recuperação do Produto</b>	
<b>Previsão de Recuperação Futura</b>	
<b>Incentivos Governamentais para Recuperação</b>	
<b>Presença de Resíduos Perigosos</b>	
<b>Incentivos Governamentais para Recuperação</b>	
<b>Previsão de Recuperação Futura</b>	
<b>Presença de Resíduos Perigosos</b>	
<b>Previsão de Recuperação Futura</b>	

2 – Dentre os Fatores Críticos de Sucesso listados abaixo, você eliminaria algum(ns) quando se trata da recuperação de refrigeradores(recuperação de peças, componentes e materiais provenientes destes)? Em caso positivo assinala qual(is).

<b>Identificação dos Produtos</b> (marca, modelo) no Momento da Recuperação	
<b>Identificação dos Componentes</b> no Momento da Recuperação	
<b>Identificação dos Materiais</b> no Momento da Recuperação	
<b>Peso de Material</b> Recuperado por Produto	
<b>Quantidade de Material Recuperável</b> por Produto	
<b>Tempo Necessário</b> para Recuperação do Produto	
<b>Custo de Recuperação do Produto</b>	
<b>Incentivos Governamentais</b> para Recuperação	
<b>Presença de Resíduos Perigosos</b>	
<b>Previsão de Recuperação Futura</b>	

3 – Em sua opinião, algum Fator Crítico de Sucesso para a recuperação de refrigeradores no período de pós uso deveria ser incluído? Qual(is)?

---



---



---



---

4 – Assinale, segundo a escala abaixo, a opção que representa sua opinião quanto aos diferentes prognósticos relacionados à recuperação de refrigeradores no período de pós uso, sendo os valores mais altos representativos de sua concordância, conforme abaixo:

1	2	3	4	5
Discordo Totalmente	Discordo Parcialmente	Não Concordo Nem Discordo	Concordo Parcialmente	Concordo Totalmente

4.1 – A **Identificação dos Refrigeradores** (Marca do Refrigerador, Modelo do Refrigerador) no Momento da Recuperação é um Fator Crítico de Sucesso para sua Recuperação e Reaproveitamento dos seus Componentes/Peças/Materiais.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

4.2 – A **Identificação dos Componentes** que Fazem parte do Refrigerador no Momento da Recuperação é um Fator Crítico de Sucesso para sua Recuperação e Reaproveitamento dos seus Componentes/Peças/Materiais.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

4.3 – A **Identificação dos Materiais** que Compõem o Refrigerador no Momento da Recuperação é um Fator Crítico de Sucesso para sua Recuperação e Reaproveitamento dos seus Componentes/Peças/Materiais.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

4.4 – O **Peso do Material Recuperado** por Refrigerador é um Fator Crítico de Sucesso para sua Recuperação e Reaproveitamento dos seus Componentes/Peças/Materiais.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

4.5 – A **Quantidade de Material Recuperável** por Refrigerador é um Fator Crítico de Sucesso para sua Recuperação e Reaproveitamento dos seus Componentes/Peças/Materiais.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

4.6 – O **Tempo Necessário para a Recuperação** do Refrigerador é um Fator Crítico de Sucesso para sua Recuperação e Reaproveitamento dos seus Componentes/Peças/Materiais.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

4.7 – O **Custo de Recuperação e Reaproveitamento de Componentes/Peças/Materiais** por Refrigerador é um Fator Crítico de Sucesso.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

4.8 – Os **Incentivos do Governo** para a Recuperação e Reaproveitamento dos seus Componentes/Peças/Materiais podem ser tomados como uma Fator Crítico de Sucesso para esta Atividade.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

4.9 – A **Presença de Resíduos Perigosos** nos Refrigeradores durante sua Recuperação e Reaproveitamento dos seus Componentes/Peças/Materiais podem ser tomados como uma Fator Crítico de Sucesso para esta Atividade.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

4.10 – Uma correta **Previsão de Recuperação Futura** pode ser Considerado um Fator Crítico de Sucesso para a Recuperação de Produtos no Final do Seu Ciclo de Vida (fase de pós uso).

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Deseja receber um sumário dos resultados da pesquisa?

Sim\_\_\_ Não\_\_\_

Caso deseje, favor informar seu endereço de e-mail para envio:

\_\_\_\_\_

**Agradecemos sua contribuição.**