

**Estudo para o Reaproveitamento dos Resíduos Sólidos Produzidos nas Aulas do Laboratório de Instalações Hidráulicas do Curso de Construção Civil do Cefet - RJ****Study for the Reuse of Solid Waste Produced in the Classes of the Hydraulic Installations Laboratory of the Civil Construction Course of Cefet – RJ**

10.34140/bjbv2n3-041

Recebimento dos originais: 20/05//2020

Aceitação para publicação: 20/06/2020

**João Hermem Fagundes Tozatto**

Doutor em Engenharia Civil pelo Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ)

Instituição: Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET-RJ)

Endereço: Av. Maracanã, 229 – Maracanã – Rio de Janeiro – RJ – Brasil

E-mail: joao.tozatto@cefet-rj.br

**Fernanda de Mesquita Araujo**

Engenheira de Materiais pela Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (Poli UFRJ)

Instituição: Universidade Federal do Rio de Janeiro - Escola Politécnica (Poli UFRJ)

Endereço: Av. Athos da Silveira Ramos, 149, CT - Bloco A, 2º andar - Cidade Universitária - Rio de Janeiro - RJ - Brasil

Email: fma.fernanda@poli.ufrj.br

**RESUMO**

Inserido no contexto de um dos maiores problemas enfrentados pela indústria da construção civil – o desperdício, o atual quadro de utilização de materiais nas práticas do Laboratório de Instalações Hidráulicas do Curso Técnico de Edificações do CEFET-RJ, notadamente o PVC, reproduz, em menor escala, esta realidade. Mais do que ser apenas uma questão de gestão, constatou-se a presença da cultura da geração de resíduos – e de gastos – justamente no ambiente de preparação de futuros profissionais. Este estudo, um projeto de iniciação científica no nível médio-técnico, procurou não só familiarizar o estudante com a metodologia da pesquisa científica, mas também como estratégia de enfrentamento e conscientização ambiental dos Técnicos formados no CEFET-RJ. Outro efeito desejado pelo presente trabalho, foi a adoção de medidas de padronização de procedimentos e, principalmente, de gestão ambiental através do reaproveitamento máximo de materiais e da correta disposição e/ou reciclagem dos resíduos gerados nas aulas práticas. Finalmente são propostas ações de integração com outros cursos e instâncias do CEFET-RJ para identificar possibilidade de reciclagem como meio de gerar sustentabilidade no fazer docente, discente e Institucional.

**Palavras-chave:** sustentabilidade, resíduos sólidos, gestão, ensino técnico.

**ABSTRACT**

Inserted in the context of one of the biggest problems faced by the construction industry – waste, the current framework of use of materials in the practices of the hydraulic Installations Laboratory of the Technical Course of buildings of CEFET-RJ, notably PVC, reproduces, to a lesser extent, this reality. More than just being a matter of management, the presence of the culture of waste generation was

found – and expenditure – precisely in the environment of preparation of future professionals. This study, a project of scientific initiation at the technical-medium level, sought not only to familiarize the student with the methodology of scientific research, but also as a strategy for confrontation and environmental awareness of technicians trained at CEFET-RJ. Another effect desired by the present work was the adoption of measures to standardize procedures and, mainly, environmental management through the maximum reuse of materials and the correct disposal and/or recycling of waste generated in practical classes. Finally, integration actions are proposed with other courses and instances of CEFET-RJ to identify the possibility of recycling as a means of generating sustainability in teaching, student and institutional work.

**Keywords:** sustainability, solid waste, management, technical education

## 1 INTRODUÇÃO

Um dos maiores problemas enfrentados pela indústria da construção civil nos principais centros demográficos em todo o Brasil é o grande volume de resíduos gerados. Segundo o Ministério das Cidades (CIDADES, 2002), os chamados Resíduos da Construção Civil (RCC) ou Resíduos de Construção e Demolição (RCD) atingem elevadas proporções (de 51 a 70%) em relação ao total dos resíduos sólidos urbanos (RSU) produzidos. "Essa grande massa de resíduos, quando mal gerenciada, degrada a qualidade da vida urbana, sobrecarrega os serviços municipais de limpeza pública e reforça no país a desigualdade social..." conclui o autor (CIDADES, 2002).

Diante desta problemática, a partir de 2002, no Brasil, estabeleceram-se políticas públicas e suas respectivas regulamentações. Através destes instrumentos, têm-se fomentado sua abordagem quer seja no âmbito acadêmico, como os estudos produzidos pelo grupo de pesquisa da USP "Reciclar para Construir" (USP, 2008), procurando dar soluções criativas para diversos tipos, tais como entulho de obras, pneus, lama da produção de estireno, entre outros, quer no âmbito empresarial. Existem um número significativo de empresas construtoras que têm implementado sistemas de gerenciamento de resíduos em seus canteiros de obras. Há ainda o interesse de empreendedores privados para a abertura de novos e rentáveis negócios nas atividades de triagem e reciclagem.

Neste contexto, uma ação sustentável reside na possibilidade de redução dos volumes de resíduos sólidos gerados nas aulas práticas nos laboratórios do Curso de Construção Civil do CEFET-RJ. Soluções alternativas em que haja maior reaproveitamento e/ou reciclagem dos materiais e ferramentas empregados nas mesmas é uma das expectativas deste trabalho, além de tentar oferecer à Instituição alternativa de baixo custo, mínimo consumo energético e alto valor ecológico.

No Laboratório de Instalações Hidráulicas do Curso Técnico de Nível Médio, as práticas utilizam tubos e conexões de PVC.

O cloreto de polivinila, PVC (da sua designação em inglês Polyvinylchloride) é um plástico não 100% originário do petróleo. Está entre os três tipos de plásticos mais produzidos no mundo. É

composto por cloro, obtido do sal marinho (57%), e eteno (43%), derivado do petróleo. A descoberta do PVC poli (cloreto de vinila), ocorreu em 1872, por um cientista chamado Baumann, que observou a formação de um pó branco ao expor um gás, o cloreto de vinila (VC), à ação dos raios solares durante vários meses em recipiente fechado. No entanto, foi somente em 1931, na Alemanha, que surgiu o interesse comercial por esta nova resina e conseqüentemente teve início a sua produção industrial (INSTITUTO DO PVC, 2008).

O PVC é largamente utilizado tanto na área médica e alimentícia quanto na construção civil, embalagens, calçados, brinquedos, fios e cabos, revestimentos, indústria automobilística, etc., Istodeve-se à sua versatilidade e propriedades de resistência, impermeabilidade, durabilidade. Além do que não se corrói, é isolante térmico e acústico e não propaga fogo, podendo ser produzido em qualquer cor, desde transparente até opaco e de rígido a flexível (INSTITUTO DO PVC, 2008).

O seu maior uso é na construção civil, onde é encontrado em uma diversidade de produtos tais como:

- Calhas;
- Eletrodutos;
- Esquadrias, portas e janelas;
- Recobrimentos de fios, cabos elétricos;
- Forros e divisórias;
- Galpões infláveis e estruturados;
- Mantas de impermeabilização;
- Persianas e venezianas;
- Pisos;
- Revestimento de piscinas;
- Redes de distribuição de água potável domiciliar e pública;
- Redes de saneamento básico domiciliar e público;
- Revestimento de paredes (siding e papel de parede).

O ciclo de vida útil dos produtos de PVC varia de 15 a 100 anos, sendo a média superior a 60 anos (INSTITUTO DO PVC, 2008).

A partir de 2010, o Brasil começa a colocar no mercado o produto obtido a partir do etanol da cana-de-açúcar. O consumo aparente no País é de 820 mil toneladas por ano. Ele é utilizado pelas indústrias automobilística, eletroeletrônica, de embalagens e da construção civil, entre outras (INSTITUTO DO PVC, 2008).

A reciclagem do PVC não é uma novidade. As peças de plástico têm pequena participação em peso no lixo. No Brasil, se analisarmos a composição média do lixo na coleta seletiva, veremos que os plásticos representam, em média, 15% em peso (2004), que representam aproximadamente 2,2 milhões de toneladas por ano. O PVC representa apenas 4,7% do total de plásticos, e cerca de 0,7% do resíduo total gerado no Brasil. Isso ocorre porque o PVC é mais utilizado em produtos de longa duração, como tubos e conexões, fios e cabos para a construção civil. O longo ciclo de vida útil dos produtos de PVC termina por ampliar o tempo necessário para que se tornem resíduos. Para se ter uma idéia, 64% dos produtos de PVC têm vida útil entre 15 e 100 anos. Outros 24% de 2 a 15 anos em 24% e apenas 12% são considerados descartáveis com durabilidade até 2 anos (INSTITUTO DO PVC, 2008).

Até o momento (2009), a forma encontrada para lidar com o problema de descarte é a de transformar o lixo plástico em matéria-prima reciclada, reintegrando-o ao processo produtivo. Normalmente, para pequenas quantidades de resíduo gerado, existem soluções simples. No Brasil, entretanto, a forma mais utilizada para o descarte de resíduos ainda é a adoção generalizada da disposição em lixões. Os lixões ou vazadouros consistem em lançamento dos resíduos ao solo, a céu aberto, uma forma de disposição final inadequada e que pode causar danos ao meio ambiente e problemas de saúde pública (INSTITUTO DO PVC, 2008).

O PVC é um material 100% reciclável e requer, nesse caso, apenas 5% da energia total utilizada para produzir a resina virgem. Uma vez recuperado, o PVC pode ser reprocessado com a própria resina virgem ou com outras, para produzir uma grande variedade de produtos de "segunda geração". Em sua reciclagem não há nenhuma emissão danosa ao meio ambiente ou ao trabalhador (INSTITUTO DO PVC, 2008).

A indústria de reciclagem do PVC no Brasil conta com 136 empresas que empregam 1365 pessoas. Hoje, a capacidade instalada dessas indústrias é de cerca de 70 mil toneladas anuais.

Observou-se que no Laboratório de Instalações Hidráulicas do Curso Técnico de Construção Civil do CEFET-RJ, tal esforço de reciclagem, apesar de não ser novidade (existe há pelo menos uma década), não é realizado. Portanto, configura-se, diante do potencial de reciclagem deste material, um desperdício. No caso do Curso em questão, ele se materializa nas tubulações e conexões (tanto em PVC soldável como no roscável) utilizadas nas aulas práticas do referido ambiente pedagógico.

Este trabalho objetiva estudar como e quanto se processa essa má utilização nas aulas, bem como pretende contribuir para sua redução mediante a apresentação de soluções que venham a gerar menor volume de resíduos sólidos.

## 2 MÉTODO EXPERIMENTAL OU METODOLOGIA

Após revisão bibliográfica, foram realizados levantamentos das quantidades de material utilizadas nas práticas de hidráulica, bem como a metodologia empregada nas aulas através de entrevistas com docentes e discentes do Curso. Em um terceiro momento, foram realizados estudos dos insumos utilizados (tubos, conexões, adesivos, lixas, ferramentas) nas referidas práticas para sua racionalização. Para tal, foram feitas análises técnicas e pedagógicas e simulações em AutoCAD para, por exemplo, verificar o menor comprimento possível para se fazer a soldagem em tubos PVC soldáveis e a abertura de rosca no PVC roscável, já que estas são duas das várias práticas ensinadas aos estudantes.

Foram estudadas alternativas de um ramal pedagógico econômico e reutilizável, de tubulações em PVC roscável, para substituir o atualmente praticado nas aulas do Laboratório de Instalações Hidráulicas. Foram consideradas as peculiaridades do referido ambiente, tais como a trabalhabilidade e a segurança dos alunos ao manusearem as ferramentas necessárias à abertura de rosca soldagem dos tubos.

Procurou-se também verificar a possibilidade de reciclagem através da interação com outros cursos do CEFET-RJ, como o Curso Técnico de Mecânica, para a utilização dos resíduos como matéria prima. Finalmente, procurou-se verificar a viabilidade de encaminhamento dos resíduos à indústria de reciclagem de PVC.

## 3 RESULTADOS

### 3.1 SITUAÇÃO ATUAL

As aulas práticas de instalações hidráulicas do Curso Técnico em Edificações são em número de 6 (seis). A presente pesquisa deu ênfase àqueles que geram resíduos, ou seja, em três, a saber:

- Prática I: Execução de instalação em PVC soldável;
- Prática II: Corte, esquadramento e abertura de rosca em PVC roscável;
- Prática III: Execução de uma instalação de água com tubulação em PVC roscável.

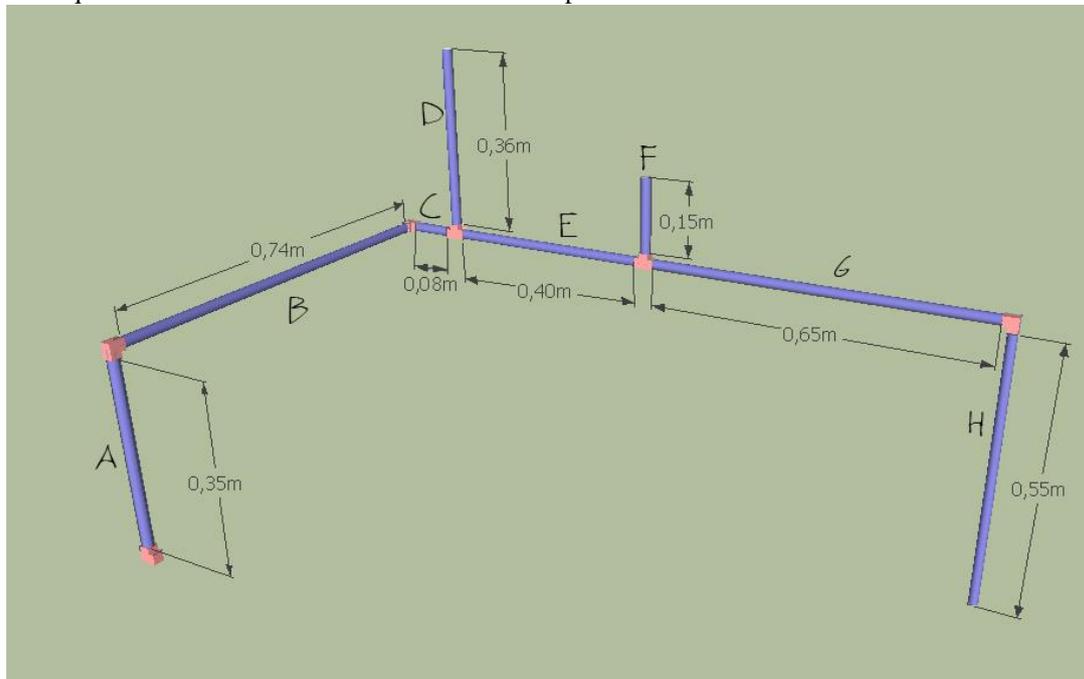
Destas, somente a última é feita em grupo de até 6 alunos. As demais são individuais. Na tabela 3.1 é apresentado um resumo dos materiais e procedimentos destes três ensaios.

Tabela 3.1 – Materiais e procedimentos utilizados em três das práticas executadas no Laboratório de Instalações Hidráulicas.

Prática	Materiais	Procedimento
I	Tubo PVC soldável 20 ou 25mm; Conexões soldáveis (tê e joelho) 20 ou 25 mm; lixa d'água; adesivo plástico.	Cada aluno trabalha com um pedaço de 25 cm de tubo e solda um tê e um joelho em cada extremidade.
II	Tubo PVC roscável ½" ou ¾"; Conexões roscáveis (tê e joelho) ½" ou ¾"; Fita veda-rosca.	Cada aluno trabalha com um pedaço de 25 cm de tubo e abre rosca, com auxílio de ferramentas apropriadas, em cada extremidade. Depois coloca duas conexões.
III	Tubo PVC roscável ½" e ¾"; Conexões roscáveis variadas de ½" ou ¾"; Chuveiro e registro; Fita veda-rosca.	Com base em um esquema de ramal fornecido, o aluno corta, esquadrinha e abre roscas para executar a instalação, proposta. Ela contempla as alturas de utilização de um chuveiro, vaso sanitário, pia e registro.

A figura 3.1 apresenta o esquema de ramal atualmente adotado no curso.

Figura 3.1 – Esquema de ramal de PVC roscável utilizado na prática III.



O que se verifica atualmente é o não reaproveitamento dos pedaços utilizados, principalmente os da prática I. Constatou-se que os tubos e conexões soldadas são até ofertadas aos alunos como recordação do curso. No caso das práticas II e III, a falta de padronização de procedimentos implica no desperdício de vários pedaços de tubos de PVC roscável. Por exemplo, no esquema da figura 3.1, que é atualmente executado pelos alunos durante as aulas no laboratório de hidráulica, se observa que os tamanhos dos tubos possuem um comprimento acima do necessário e não há uma preocupação com reutilização dos mesmos, que por muitas vezes são postos no depósito de tubos, totalmente misturados, sem a preocupação com sua reutilização. Na maioria dos casos, os estudantes e os

professores selecionam apenas pela análise visual, não evitando assim a geração excessiva de resíduos.

Neste caso, são gastos 3,60m de tubos novos e a geração de resíduos é variável, pois não um controle com relação a isso atualmente.

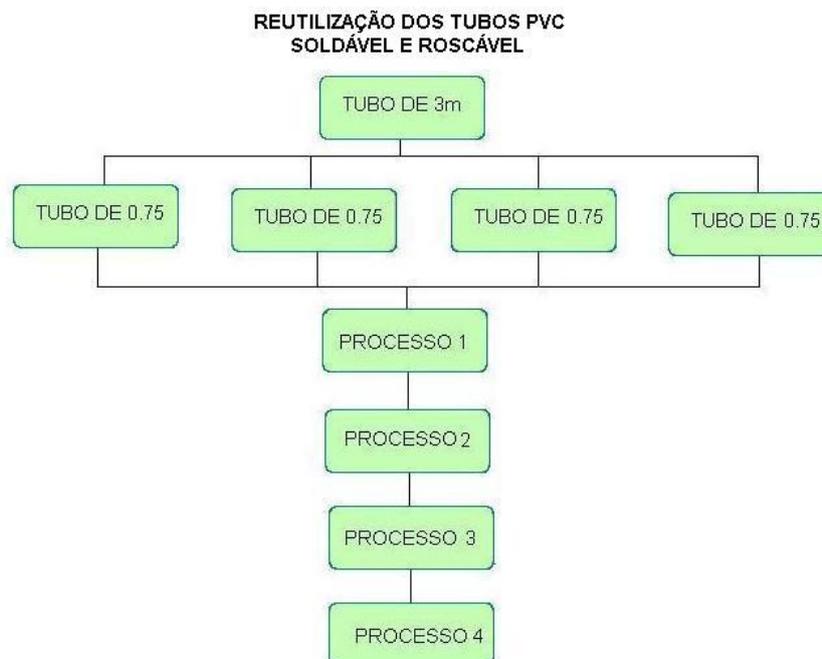
## 4 DISCUSSÕES E PROPOSTAS

Os resultados obtidos revelam uma cultura organizacional, pragmaticamente falando, ainda pouco preocupada com questões ambientais e com a busca de uma solução para tanto desperdício dentro e fora da construção civil.

Neste contexto, o presente trabalho vem apresentar algumas propostas de mudança desta postura, tendo, para tal, feito estudos e pesquisas com a intenção de mostrar que sua viabilidade. A mudança passa, necessariamente, pela conscientização e participação, tanto dos professores quanto dos alunos sobre as quantidades de material gasto, adotando-se medidas simples para a redução da geração de resíduos de PVC. Esta nova postura, além de ser economicamente mais favorável, é a mais adequada do ponto de vista de redução do impacto dos resíduos sobre o meio ambiente.

Na figura 3.2 apresenta-se uma proposta de fluxograma dos procedimentos a serem adotados para as práticas I e II.

Figura 3.2 – Fluxograma de ações proposto para as práticas I e II.



Onde :

- Processo 1: os tubos já cortados com 0,75m, são divididos em três partes de 0,25m. Isto gera 12 pedaços de tubo. Para uma melhor utilização do tubo, dentre os 6 alunos formar-se-iam pares em que um aluno do par faria a solda ou abria a rosca de um lado e o outro aluno faria o mesmo do outro do mesmo tubo.
- Processo dois: após a utilização dos 12 tubos com 0,25m, as conexões e as partes já rosqueadas são retiradas, o que gera 0.04m de resíduo, mas o tubo agora com 0,20 (devido à margem de erro) pode ser novamente utilizado.
- Processo 3: é repetido o procedimento 2 nos 12 tubos com 0,20m o que gera 0,15m, ainda podendo ser reutilizado.
- Processo 4: repete-se o mesmo procedimento presente nos dois processos anteriores nos 12 tubos de 0,15m, resultando num tubo de 0,10m, sendo este último não mais reaproveitado, tornando-se resíduo sólido.

Para a prática III, elaborou-se um novo esquema que é apresentado na figura 3.3. Nesta proposta, houve a preocupação com a utilização das medidas mínimas e sugeridas de tal forma que pudessem ser reutilizada a cada nova execução, pois os tubos maiores ao serem retirados podem ser reaproveitados em comprimentos que satisfaçam à necessidade de outros comprimentos menores e assim sucessivamente até não possuírem mais condições de serem reaproveitados, tornando-se assim resíduos.

A utilização de PVC roscável neste caso é de 3,30m, porém esse número diminui já na sua segunda utilização, pois com a utilização da prática de reaproveitamento, melhor explicada no fluxograma da figura 3.4, a seguir, o gasto de material novo é de aproximadamente 1,00m e o que sobra da durante sua reutilização é de aproximadamente 1,02m.

Figura 3.3 – Proposta de instalação hidráulica a ser executada na prática III.

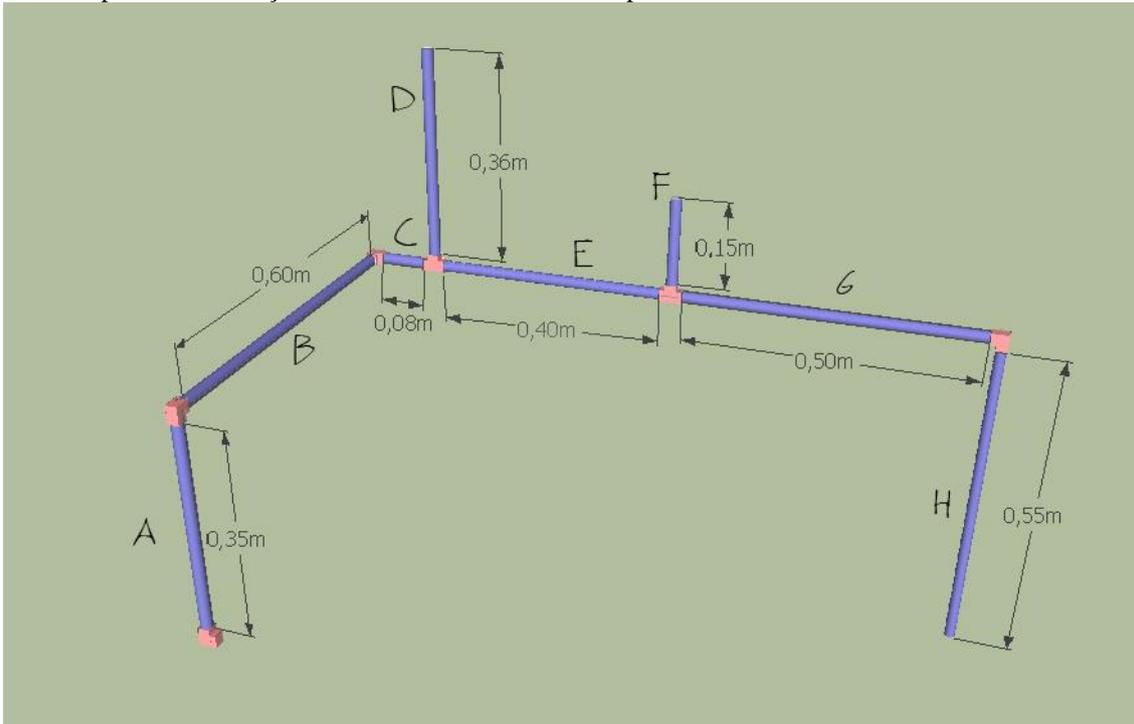
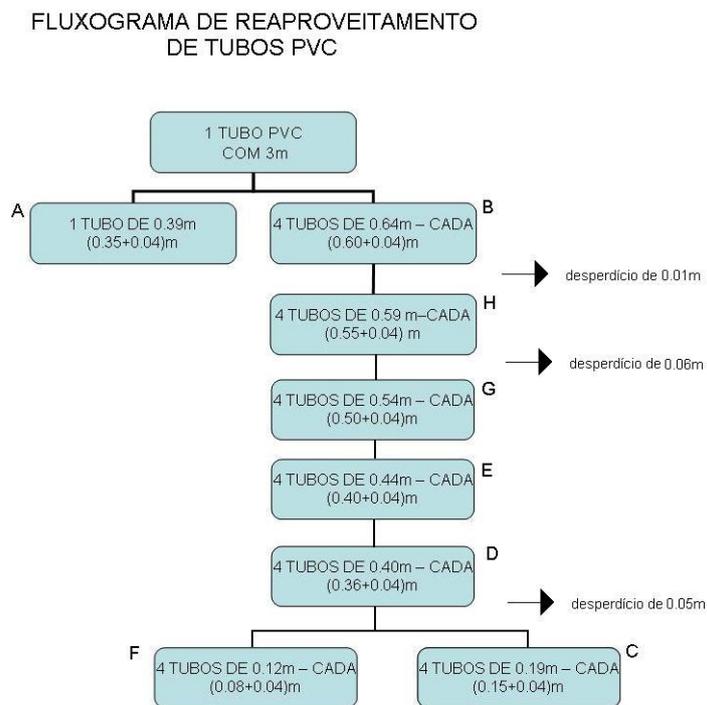


Figura 3.4 – Fluxograma de reaproveitamento de tubos de PVC roscável na prática III.



Neste fluxograma observa-se, de uma forma mais clara, como deverá ser realizado o processo de reutilização dos tubos, mostrando o quanto rende apenas uma vara de 3m, e o resíduo gerado a cada fase. Observando também a perda de 0,04m a cada nova abertura de rosca, pois isso é perdido justamente quando se retira a rosca proveniente do tubo anterior.

Obviamente, mesmo com um aproveitamento mais econômico e racional, a geração de resíduos em PVC continuará. Mesmo que sejam adotadas medidas de reaproveitamento máximo de tubos e conexões propostos no presente trabalho, surgirá a necessidade de dispo-los corretamente. Uma das alternativas é a integração com outros cursos do CEFET-RJ no intuito de verificar se há viabilidade da sua reciclagem. Este pesquisador teve conhecimento da existência de uma “ponte informal” entre os Cursos de Construção Civil e Mecânica. Embora não houvesse tempo hábil para a realização de tal levantamento, soube-se que esporadicamente um docente deste Curso utilizaria restos de PVC para dar aula prática de solda. É um campo que precisa ser melhor investigado e, se possível, ampliado.

Uma outra alternativa seria a articulação com empresas de reciclagem de PVC, já em grande número no país.

## **5 CONCLUSÃO**

Diante do atual quadro de utilização de materiais nas práticas do Laboratório de Instalações Hidráulicas do Curso Técnico de Edificações do CEFET-RJ, notadamente o PVC, constatou-se que a geração de resíduos – e de gastos – pode ser diminuído. Não obstante hajam boas iniciativas isoladas por parte de alguns docentes, a diversidade de critérios impera, não só de procedimentos, como também de modos de disposição dos resíduos. Sugere-se que sejam adotadas medidas de padronização de procedimentos e, principalmente, de gestão ambiental através do reaproveitamento máximo de materiais e da correta disposição e/ou reciclagem dos resíduos gerados nas aulas práticas. Em um segundo momento, sugere-se a discussão das práticas hoje executadas pelo corpo docente do curso, como forma de atualização tecnológica.

A colaboração tanto dos professores, coordenadores, quanto dos alunos, também será fundamental para o sucesso de implantação das medidas, pois poderão zelar pelo bom funcionamento do laboratório não só de hidráulica, como também dos demais laboratórios.

A integração com outros cursos e instâncias do CEFET-RJ para identificar possibilidade de reciclagem deverá ser buscada como meio de gerar sustentabilidade no fazer docente (e discente).

**AGRADECIMENTOS**

Agradeço a todos os professores do CEFET-RJ, que contribuíram para tornar esta pesquisa possível, nos auxiliado quando tínhamos dúvidas e precisávamos de apoio mais especializado. Um agradecimento especial ao professor e orientador João Tozatto e ao professor Salvador Pires que se dispôs a esclarecer e solucionar problemas com relação ao estudo de instalações hidráulicas.

**REFERÊNCIAS**

**CIDADES, Ministério das;** Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. Disponível em <[www.brasil.gov.br](http://www.brasil.gov.br)>. Acesso em 2008.

**INSTITUTODO PVC.** Informações, dados e estatísticas sobre o PVC. Disponível em: <<http://www.institutodopvc.org/reciclagem/200.htm>>. Acesso em: 2008/2009

**CIDADES\_MINISTÉRIO DAS;** *Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil*. Disponível em <[www.brasil.gov.br](http://www.brasil.gov.br)>. Acesso em: 2009.

**AECWEB.** Utilização do PVC na Construção Civil Disponível em: <[http://www.aecweb.com.br/tematico/Conteudo\\_Artigo\\_Detalhes.asp?idCanal=6&=774](http://www.aecweb.com.br/tematico/Conteudo_Artigo_Detalhes.asp?idCanal=6&=774)>. Acesso em: 2009

**PIRES, S.** Apostila de instalações hidrossanitárias. CEFET-RJ. Rio de Janeiro, Brasil, 2009.

**CONAMA.** Resolução nº 307 - Diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, 2002.

**JOHN, V. M.** Gestão ambiental de resíduos da construção civil. Disponível em: <http://www.reciclagem.pcc.usp.br/>. Acesso em 2009.