

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS NA  
FABRICAÇÃO DE ESTACAS PRÉ-MOLDADAS**

**SICÍLIA LAFAYETTE ARAÚJO DE SIQUEIRA**

**ORIENTADORA: Danielle Costa Morais, DSc.**

**RECIFE, DEZEMBRO /2010**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**

**CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS**

**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**Gerenciamento de Resíduos na Fabricação de Estacas  
Pré-moldadas**

Trabalho de Conclusão de Curso  
por

**Sicília Lafayette Araújo de Siqueira**

Orientadora: Danielle Costa Morais, DSc

Recife, dezembro /2010



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**

**CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS**

**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**Gerenciamento de Resíduos na Fabricação de Estacas  
Pré-moldadas**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE – como requisito parcial para obtenção de Grau em Engenharia de Produção.

Recife, dezembro /2010

S618g

Siqueira, Sicília Lafayette Araújo de.

Gerenciamento de resíduos na fabricação de Estacas pré-moldadas / Sicília Lafayette Araújo de Siqueira. - Recife: O Autor, 2010.

viii, 46 folhas, il., tabs.

TCC (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Curso de Engenharia de Produção, 2010.

Orientador: Danielle Costa Morais.

Inclui bibliografia.

1. Engenharia de Produção. 2. Gerenciamento de Resíduos.  
3. Gestão Ambiental. 4. Estacas - Processo de Fabricação. I. Morais, Danielle Costa (Orientadora). II Título.

UFPE

658.5

CDD (22. ed.)

BCTG/2010-255

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço em primeiro lugar a Deus que iluminou o meu caminho durante esta jornada. Agradeço também aos meus pais, Eliane e João, que me proporcionaram oportunidades para priorizar os estudos e alcançar meus objetivos desde a infância. Quero agradecer também aos meus irmãos, Eduardo e Sílvia, e amigos por todo apoio e descontração que me fizeram seguir em frente e superar todos os obstáculos ao longo dos meus anos de graduação. Agradeço, ainda, a Diogo pela paciência, carinho e companheirismo. Agradeço também, a minha orientadora, Danielle, e a todos os professores do Departamento de Engenharia de Produção pelos conhecimentos e experiências transmitidos ao longo dos últimos anos. E por fim, agradeço aos Engenheiros do Consórcio pelo seu tempo e informações indispensáveis para a elaboração deste trabalho.

## RESUMO

Na situação atual, na qual há um crescimento contínuo da preocupação com o meio ambiente por parte da sociedade, as empresas começam a identificar as vantagens de uma Gestão Ambiental adequada em seus processos de produção. A necessidade de buscar alternativas para os resíduos gerados passa a ser uma solução para a diminuição dos impactos ambientais. O controle da geração de resíduos e a melhor forma de destinação para os mesmos passam a ser de grande importância para as organizações por diminuir custos e preservar o meio ambiente. Este Trabalho de Conclusão de Curso tem a finalidade de identificar melhorias que possam otimizar o gerenciamento de resíduos em um processo de fabricação de estacas pré-moldadas na construção do Píer Petroleiro no Porto de Suape, PE . Através da análise das informações obtidas por Engenheiros envolvidos nessa obra, será analisado o atual gerenciamento de resíduos e com isso, as melhorias serão sugeridas.

**Palavras Chaves:** Gestão Ambiental, Gerenciamento de Resíduos, Processo de Fabricação.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>9</b>
	<b>1.1 Relevância do Trabalho</b>	<b>9</b>
	<b>1.2 Objetivos</b>	<b>10</b>
	1.2.1 Objetivo Geral	10
	1.2.2 Objetivos Específicos	10
	<b>1.3 Justificativa</b>	<b>10</b>
	<b>1.4 Metodologia</b>	<b>11</b>
	<b>1.5 Estrutura do Trabalho</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>BASE CONCEITUAL</b>	<b>13</b>
	<b>2.1 Gestão Ambiental</b>	<b>13</b>
	<b>2.2 Desenvolvimento sustentável</b>	<b>14</b>
	<b>2.3 Resíduos Sólidos</b>	<b>15</b>
	<b>2.4 Gerenciamento de Resíduos Sólidos</b>	<b>17</b>
<b>3</b>	<b>ESTUDO DE CASO</b>	<b>20</b>
	<b>3.1 Descrição do consórcio</b>	<b>20</b>
	<b>3.2 Descrição do processo de fabricação de estacas pré-moldadas</b>	<b>20</b>
	<b>3.3 Descrição da problemática – Destinação dos Resíduos</b>	<b>31</b>
	<b>3.4 Discussão sobre o atual processo de gerenciamento de resíduos na fabricação de estacas pré-moldadas</b>	<b>34</b>
<b>4</b>	<b>PROPOSTAS DE MELHORIAS</b>	<b>36</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>41</b>
	<b>5.1 Conclusão</b>	<b>41</b>
	<b>5.2 Limitações do trabalho</b>	<b>41</b>
	<b>5.3 Recomendações para trabalhos futuros</b>	<b>42</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>43</b>

## LISTA DE FOTOS

Foto 3.1. Soldagem do aço	21
Foto 3.2. Ajuste das barras de aço para o alinhamento	22
Foto 3.3. Alinhamento das barras de aço	22
Foto 3.4. Compressão das barras de aço	23
Foto 3.5. Gabaritos padronizados	24
Foto 3.6. Estacas pré-moldadas com as cordas e forma interna	24
Foto 3.7. Massa para vedação	25
Foto 3.8. Estacas com os espaçadores	25
Foto 3.9. Transporte da ferragem através da ponte rolante	26
Foto 3.10. Anel cilíndrico	26
Foto 3.11. Estaca após a pré-tensão sequencial	27
Foto 3.12. Formas externas	27
Foto 3.13. Parafuso	28
Foto 3.14. Estaca após atingir resistência de 30Mpa	29
Foto 3.15. Estacas com suas respectivas identificações	30
Foto 3.16. Estocagem das estacas	30
Foto 3.17. Tambor que armazena a cura química	33
Foto 3.18. Local onde são armazenados os resíduos do tipo sucata e as estacas com falhas	34

## LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1. Quantidade média e o valor por quilo dos resíduos gerados no mês_____	32
Tabela 3.2 – Classificação dos Resíduos da Construção Civil segundo a RESOLUÇÃO 307/2002 – CONAMA_____	36

## LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1. Esquema mostrando um resumo do gerenciamento dos resíduos realizado pelo consórcio_____	32
Figura 3.2. Esquema detalhado do atual gerenciamento de resíduos com pontos a serem observados_____	38

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 3.1. Porcentagem da quantidade de resíduos gerados no mês \_\_\_\_\_ 35

## 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento econômico das empresas, com seus avanços tecnológicos e a capacidade de geração de recursos fazem com que haja uma maior preocupação com o meio ambiente, através da eliminação ou minimização dos impactos e danos ambientais, gerenciando devidamente seus resíduos.

A geração de resíduos sólidos é resultado, entre outros fatores, dos padrões de consumo, dos reflexos do modo de vida adotado em cada comunidade e das atividades econômicas ali realizadas, ou seja, as características do lixo podem variar em função de aspectos sociais, econômicos, culturais, geográficos e climáticos. Estes mesmos fatores que também diferenciam as comunidades entre si e as próprias cidades. As características dos resíduos sólidos determinam sua classificação e, conseqüentemente, a forma de manuseio e operação (Rodrigues & Canivatto, 2003).

O estudo dos resíduos sólidos tem crescido ultimamente, já que seu mau gerenciamento gera gastos significativos e danos ao meio ambiente.

Nesse trabalho, busca-se alternativas para o gerenciamento dos resíduos de um processo de fabricação de estacas pré-moldadas que está sendo realizado para a construção do píer petroleiro no Porto de Suape por um consórcio formado por três empresas da construção civil.

Além da fabricação de estacas pré-moldadas, esse consórcio é responsável por outros serviços para a conclusão da obra

Contudo, nesse trabalho serão estudados apenas os resíduos gerados no processo de fabricação de estacas pré-moldadas – como plástico, papel/papelão, sucata, resíduos perigosos e as estacas que tiveram algum tipo de falha.

### 1.1 Relevância do Trabalho

O desenvolvimento humano trouxe consigo uma queda na qualidade ambiental, resultante das ações do homem. Com o passar do tempo, a preocupação com o meio ambiente veio crescendo, já que os problemas ambientais exigem soluções para a continuidade da humanidade.

É importante conscientizar a todos que apesar da tecnologia está cada vez mais se desenvolvendo, ainda não há possibilidade de substituir os recursos naturais. Quanto mais a

sociedade conheça os problemas ambientais e suas causas, maior a capacidade de reverter a atual situação ambiental de todos os países. Assim, fica claro a relevância de trabalhos como este.

## **1.2 Objetivos**

### 1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é analisar, de modo geral, os resíduos gerados no processo de fabricação de estacas pré-moldadas.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos são:

- Descrever a atual situação do gerenciamento de resíduos gerados no processo de fabricação.
- Verificar o nível de conscientização dos envolvidos sobre a importância das ações referentes ao tratamento dos resíduos.
- Mostrar a importância da gestão ambiental como fator competitivo da empresa.
- Identificar alternativas no atual gerenciamento de resíduos que possam ser implantadas, e em seguida propor melhorias.

## **1.3 Justificativa**

A preocupação com o meio ambiente vem crescendo continuamente. Com isso, é de extrema importância sua análise e a busca de soluções para diminuir os impactos ambientais.

Além de preservar os recursos naturais renováveis e não-renováveis e diminuir a quantidade de resíduos destinados aos aterros sanitários, a empresa deve cumprir a legislação em vigor quando realiza o gerenciamento de resíduos. É de extrema importância minimizar a geração de resíduos e realizar a destinação correta dos mesmos para diminuir os impactos ambientais.

Os resultados obtidos com a gestão dos resíduos são benéficos para a empresa, pois haverá uma redução com os gastos de disposição e receita na venda de materiais recicláveis. Além de melhorar a qualidade de vida, satisfazendo os clientes e a sociedade.

As indústrias estão gerando uma grande quantidade de resíduos, que se dispostos em locais inadequados, contribuem para a degradação ambiental. É visto que existe a necessidade de disciplinar o gerenciamento de resíduos, por meio de soluções tecnicamente adequadas e de ferramentas que contribuam para esse gerenciamento.

Observa-se um elevado custo dos insumos utilizados na execução dos serviços nesse processo de fabricação. Com isso, os procedimentos propostos terão uma importância para a redução de perdas, e conseqüentemente a redução do descarte de resíduos.

#### **1.4 Metodologia**

Os dados e informações serão obtidos por meio da análise do levantamento de dados e da bibliografia disponível referentes à métodos de redução do desperdício. O trabalho será constituído por uma pesquisa bibliográfica e de campo, onde foi realizada uma entrevista semi-estruturada composta com perguntas referentes ao gerenciamento de resíduos, com alguns Engenheiros responsáveis pela obra, para a obtenção de dados e informações que possam auxiliar na realização do estudo de caso.

Além de visitas a obras e acompanhamento do gerenciamento de resíduos. Como os resultados serão aplicados na solução dos problemas que ocorrem na realidade, de natureza descritiva a fim de analisar e interpretar fenômenos atuais, a pesquisa a ser realizada será de finalidade aplicada, objetivando o seu funcionamento no presente e aplicada em um estudo de caso.

#### **1.5 Estrutura do Trabalho**

Este trabalho tem início neste capítulo com uma introdução sobre o desenvolvimento desse estudo, a apresentação de sua justificativa e relevância, assim como o objetivo geral e os objetivos específicos que devem ser atingidos ao logo dos capítulos posteriores.

No segundo capítulo é desenvolvida a base conceitual necessária para um melhor entendimento do trabalho. Nessa base conceitual é discorrida desde o surgimento da preocupação com o meio ambiente e sua evolução, passando por conceitos da gestão

ambiental e desenvolvimento sustentável, até a definição e classificação dos resíduos sólidos e seu gerenciamento.

O terceiro capítulo é composto pelo estudo de caso. A princípio são descritos o consórcio, todas as fases do processo de fabricação das estacas pré-moldadas e o atual processo de gerenciamento, além dos problemas encontrados e as vantagens e desvantagens identificadas nesse processo.

E então, no quarto capítulo, as melhorias são propostas.

Por fim, o último capítulo reporta as conclusões sobre o estudo relatado, as dificuldades encontradas para sua realização e sugestões para trabalhos futuros.

## 2 BASE CONCEITUAL

O ser humano busca no meio ambiente as suas necessidades de sobrevivência e como a sociedade está sempre em constante mudança, independente das limitações da natureza, é criada uma relação que na maioria das vezes não é harmoniosa.

O consumo exagerado e algumas necessidades desnecessárias, criadas apenas para gerar lucros para as empresas, desconsiderando se o meio ambiente suporta ou não essa demanda, fazem com que surjam vários problemas ambientais.

Está cada vez mais claro que os problemas ambientais existem e a conscientização por parte da sociedade levou empresas a buscarem alternativas para diminuir os impactos causados por suas produções e o mau gerenciamento de seus resíduos.

Para uma melhor compreensão serão definidos os principais termos utilizados no decorrer do trabalho.

### 2.1 Gestão Ambiental

A Gestão Ambiental pode ser definida como a parte da gestão empresarial responsável pelas medidas e ações para controlar e reduzir os impactos negativos provocados pela empresa e seus produtos sobre o meio ambiente e está intimamente relacionada com a redução dos custos industriais, pois estimula a racionalização do uso de recursos e a diminuição na produção de resíduos perigosos (Dias, 2006).

A conscientização da sociedade levou as empresas a porem em prática a Gestão Ambiental em seus processos. Tal prática, fez com que as organizações percebessem que é possível diminuir custos de produção, reutilizando, reciclando ou reduzindo seus resíduos.

Segundo Philippi Junior (2004), o processo de Gestão Ambiental tem início quando ocorrem modificações e adaptações no ambiente natural. A maneira de utilizar esses recursos é que vai aumentar ou diminuir os impactos. Esse processo baseia-se em a diversidade dos recursos extraídos desse ambiente natural, a velocidade que esses recursos são extraídos e a forma que seus resíduos e efluentes são disponíveis e tratados. Essas três variáveis e a maneira que as mesmas serão geridas definem o impacto que o ambiente sofrerá.

O desenvolvimento econômico faz com que diversos produtos sejam modificados a cada instante, incentivando os consumidores à adquirirem produtos modernos, gerando muitos produtos ultrapassados, ou seja, tantas matérias-primas e recursos jogados no lixo em tão pouco tempo, devido a falta de organização e consciência de algumas pessoas. E ainda, a concentração populacional em ambientes urbanos faz com que haja uma crescente demanda dos recursos naturais, diminuindo a reposição dos mesmos.

Com isso, a preocupação com o meio ambiente vem crescendo consideravelmente, já que a sociedade passou a tomar consciência desses impactos das atividades humanas, devido aos diversos acidentes e impactos ambientais que estão acontecendo cada vez mais frequentes.

E ainda, a conscientização da população e a nova postura obtida pelo governo em relação à preservação ambiental, levaram as empresas a se preocuparem com os recursos naturais, já que os consumidores passaram a exigir mais de seus produtos e buscarem aqueles que não agridem o meio ambiente, e estarem sujeitas a multas e sanções no caso de não cumprirem as regras.

## **2.2 Desenvolvimento sustentável**

Conforme a declaração da conferência da ONU sobre o Meio Ambiente e desenvolvimento do Rio de Janeiro, em 1992, o conceito de Desenvolvimento Sustentável (DS) diz que o direito ao desenvolvimento deve ser exercido de tal forma que responda equitativamente às necessidades de desenvolvimento e ambientais das gerações presentes e futuras.

A constatação de que os recursos naturais, dos quais a humanidade necessita, não são inesgotáveis, deu origem ao conceito de desenvolvimento sustentável. Como forma de diminuir o esforço humano, a ciência se concentrou em utilizar uma tecnologia que agride o meio ambiente de forma considerável.

O DS se preocupa com os problemas em longo prazo, criando um modelo econômico capaz de gerar conforto e riqueza, promovendo o desenvolvimento social e impedindo a destruição da natureza, garantindo o equilíbrio do planeta.

Segundo Dias (2006), é preciso equilibrar as dimensões ambiental, econômica e social para que o desenvolvimento seja considerado sustentável. Em termos econômicos é necessário que a organização seja economicamente viável. No social, ela deve

oferecer saúde e segurança no trabalho de cada funcionário e proporcionar à sociedade que mora em sua proximidade, atividades que a ajudem. Do ponto de vista ambiental, a empresa deve garantir uma produção limpa, evitando a contaminação de qualquer ambiente natural.

O desenvolvimento sustentável gera um processo de alteração cultural. Para isso é preciso um compromisso com a sustentabilidade econômica, ambiental e social. Há um aumento no crescimento e na lucratividade devido ao uso eficiente dos recursos. Desse modo, efeitos perigosos e irreversíveis ao ambiente são evitados, proporcionando à sociedade uma melhoria na qualidade de vida.

O avanço da ciência e tecnologia proporcionou à sociedade altos padrões de consumo. O fato de a sociedade insistir em permanecer nele juntamente com o aumento da população levou algumas pessoas a pensarem que os problemas ambientais são ocasionados por esses fatores. Mas, esses problemas se devem ao modo de como esses avanços foram utilizados.

Assim, o conceito de desenvolvimento sustentável pode ser entendido também como um conjunto de medidas que visam à redução e o controle dos impactos provocados por atividades e intervenções humanas sobre o meio ambiente (SILVA, 2004).

### **2.3 Resíduos Sólidos**

Conforme a norma NBR 10004:2004, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), resíduos sólidos é definido como resíduos nos estados sólidos e semi-sólidos, que resultam das atividades da comunidade, de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Consideram-se também resíduos sólidos os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos, cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpo d'água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

O crescente aumento da população, seu alto padrão de consumo, a grande industrialização e outros vários fatores fazem com que haja uma grande geração de resíduos sólidos.

Barbosa Filho (2001) cita a classificação dos resíduos quanto à sua origem como:

- Residencial, domiciliar ou doméstico: geralmente constituído por sobras de alimentos, invólucros, papéis, papelões, vidros, trapos, etc;
- Comercial: proveniente de ambientes comerciais e tem constituição similar ao residencial, porém destacam-se os resíduos de lavagens, sabões, etc;
- Industrial: oriundo de atividades industriais. Esses resíduos recebem uma caracterização específica:
  - Categoria 1 – Inclui resíduos industriais considerados perigosos à saúde humana ou aos organismos vivos e, por isso, requerem cuidados especiais em sua coleta, acondicionamento e destino final;
  - Categoria 2 – Engloba os resíduos industriais potencialmente biodegradáveis e/ou combustíveis;
  - Categoria 3 – Consiste nos resíduos industriais considerados inertes e/ou incombustíveis;
  - Categoria 4 – Os resíduos industriais que se enquadram nesta categoria são aqueles constituídos por uma mistura variável e heterogênea de substâncias que individualmente poderiam ser classificadas nas categorias 2 ou 3.
- Hospitalar: esses tipos de resíduos em relação à sua geração têm considerações distintas. São resíduos hospitalares comuns restos de alimentos, papéis, invólucros, etc. Já os resíduos hospitalares especiais ou sépticos são oriundos de salas de cirurgia, áreas de internação e de isolamento, logo, deve-se, em situações de acondicionamento, armazenamento local, coleta e disposição final, considerar os riscos que esses materiais oferecem;
- Especial: resíduos de produção transiente, como podas de jardins, mobiliário, animais mortos e descargas clandestinas;
- Outros: inclui os demais resíduos não abordados nas classes citadas acima, assim como aqueles provenientes dos sistemas de varrição e limpeza de galerias e bocas-de-lobo.

A norma NBR 10004:2004 classifica os resíduos quanto aos possíveis riscos oferecidos:

- Classe I – Perigosos: São aqueles resíduos ou mistura de resíduos que, em função de suas características (inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade) podem representar risco a saúde pública, provocando ou contribuindo para um aumento de mortalidade ou incidência de doenças e/ou apresentar efeitos adversos ao meio ambiente, quando manuseado ou disposto de forma inadequada. São alguns exemplos desses resíduos: lama de cromo, borras oleosas, lodo de estação de tratamento;
- Classe II – Não inertes: São os resíduos que por suas características não se enquadram nas classificações de resíduos Classe I (perigosos) ou Classe III (inertes). Esses resíduos podem apresentar propriedades como: solubilidade em água, biodegradabilidade, combustibilidade. Pode-se citar como resíduos Classe II: restos de alimentos, papel e papelão, madeira, tecidos.
- Classe III – Inertes: São os resíduos que submetidos ao teste de solubilidade (conforme NBR 10006:1987) não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água (conforme listagem da NBR 10004:2004). São alguns exemplos de resíduos Classe III: blocos de concreto, vidro, porcelana, certos plásticos.

Os resíduos sólidos passaram por várias transformações ao longo da história. Inicialmente, os resíduos sólidos eram basicamente excrementos. Porém, com a evolução da sociedade e a industrialização, os resíduos passaram a ser gerados das mais diversas naturezas que teve como conseqüência uma deterioração ambiental, ocasionando problemas na qualidade de vida da sociedade.

## 2.4 Gerenciamento de Resíduos Sólidos

O gerenciamento de resíduos sólidos urbanos é entendido como um conjunto de ações normativas, operacionais, financeiras e de planejamento que uma administração municipal desenvolve, com base em critérios sanitários, ambientais e econômicos para coletar, tratar e dispor os resíduos sólidos de seu município (Philippi Júnior, 2004).

Segundo a Constituição Federal de 1988, no art. 30, cabe ao poder público local a competência pelos serviços de limpeza pública, incluindo-se a coleta e a destinação dos resíduos sólidos urbanos.

É possível conceituar coleta seletiva como o recolhimento de materiais recicláveis: papéis, plásticos, vidros, metais e orgânicos, previamente separados na fonte

geradora e que podem ser reutilizados ou reciclados. A coleta seletiva funciona, também, como um processo de educação ambiental na medida em que sensibiliza a comunidade sobre os problemas do desperdício de recursos naturais e da poluição causada pelo lixo (Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2001).

Os principais sistemas de tratamento e disposição final são:

- Lixão – É uma forma de disposição final de resíduos sólidos urbanos, na qual estes são simplesmente descarregados sobre o solo, sem medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública (Bidone e Povinelli, 1999);
- Aterro sanitário – técnica de disposição de resíduos urbanos no solo sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se for necessário (ABNT NBR 8419/1984);
- Compostagem – Processo biológico aeróbio e controlado de transformação de resíduos orgânicos em resíduos estabilizados, com propriedades e características completamente diferentes do material que lhe deu origem. É normalmente realizada em pátios nos quais o material é disposto em montes de forma cônica, conhecidos como pilhas de compostagem, ou montes de forma prismática com seção similar à triangular, denominados leiras de compostagem (Bidone e Povinelli, 1999);
- Reciclagem - É o processo de transformação de um material, cuja primeira utilidade terminou, em outro produto. Por exemplo: transformar o plástico da garrafa PET em cerdas de vassoura ou fibras para moletons. A reciclagem gera economia de matérias-primas, água e energia, é menos poluente e alivia os aterros sanitários, cuja vida útil é aumentada, poupando espaços preciosos da cidade que poderiam ser usados para outros fins como parques, casas, hospitais, etc. (Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2001).
- Incineração – Processo de redução de peso e volume do lixo através de combustão controlada. Os remanescentes da incineração do lixo são, geralmente, gases como dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>); dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>); nitrogênio (N<sub>2</sub>); gás inerte proveniente do ar utilizado como fonte de oxigênio e do próprio lixo; oxigênio (O<sub>2</sub>) proveniente do ar em excesso que não consegue ser

completamente queimado; água (H<sub>2</sub>O); cinza e escória que se constituem de metais ferrosos e inertes com vidros e pedras, etc (Lima, 1995).

### **3 ESTUDO DE CASO**

Esse capítulo do trabalho se inicia com a descrição do consórcio, expondo suas características e seus serviços. Em seguida, o processo de fabricação de estacas pré-moldadas é discorrido detalhando suas etapas e destacando os resíduos que venham a ser gerados na etapa. A terceira parte mostra como deve ser feito e como é na realidade o gerenciamento de resíduos no consórcio. E por fim, ocorrerá uma análise e discussão do atual gerenciamento de resíduos.

#### **3.1 Descrição do consórcio**

Para a construção do píer petroleiro no Porto de Suape foi formado um consórcio que é composto por três empresas da área de construção civil. Essa obra conta com 607 pessoas, onde 230 são subempreiteiros e 377 são funcionários dessas empresas. Para a conclusão dessa construção foi determinado um prazo de 23 meses.

Os principais serviços realizados por essas empresas são a fabricação de estacas, vigas e blocos pré-moldados; reforço e prolongamento do molhe; cravação de estacas; montagem de blocos e vigas; arrasamento de estacas; sinalização náutica da bacia de manobras; melhoramento da via de acesso.

O consórcio responsável pelo processo de fabricação de estacas pré-moldadas realiza a coleta seletiva e divide seu gerenciamento de resíduos em três partes, onde os resíduos são alocados de acordo com seu tipo.

#### **3.2 Descrição do processo de fabricação de estacas pré-moldadas**

Estacas pré-moldadas são elementos estruturais que são cravados no solo para garantir estabilidade. Nesse caso, serão fabricadas estacas de 40 e 46 metros de comprimento e serão utilizadas para a construção do píer petroleiro em Suape. No fim da obra serão fabricadas um total de 546 estacas de 40m e 312 estacas de 46m.

As estacas são fabricadas em três berços de concreto de 160 m de comprimento. Cada berço comporta 4 estacas de 40m e 3 estacas de 46m. É utilizado para concretagem apenas 1 berço por dia. Nos outros dois berços, um comporta as estacas

concretadas no dia anterior e o outro recebe a armação para a concretagem no dia posterior.

As barras de aço são compradas, cortadas e dobradas. Em virtude de possuírem estacas com 40m e 46m, devido às diversas características geotécnicas encontradas no local, faz-se necessário a emenda dessas barras de 12m, tendo cada estaca 14 varões do mesmo comprimento da desta a ser fabricada.

A solda por caldeamento é um método de trabalho que consiste em emendar uma barra após á outra. As barras são alinhadas topo a topo em cabeçotes móveis e pela passagem de corrente elétrica, dá-se o caldeamento (formação de arcos) deformando-se, dando origem ao boleto. A emenda é feita, sem que haja emprego de qualquer material estranho ao aço a ser emendado. Na Foto 3.1 é possível observar o momento em que as barras estão sendo emendadas.



*Foto 3.1. Soldagem do aço.*

*Fonte: Consórcio Píer Petroleiro, 2010.*

### O Processo de soldagem

O processo de soldagem inicia-se com a inspeção visual das barras de aço, verificando assim se elas estão oxidadas. Colocam-se as pontas das barras a serem emendadas entre a matriz e o mordente do montante fixo e do montante móvel, como exposto na Foto 3.2.



*Foto 3.2. Ajuste das barras de aço para o alinhamento.*

*Fonte: Consórcio Píer Petroleiro, 2010.*

Como é visto na Foto 3.3, alinham-se as pontas das barras ultrapassando a face interna das matrizes, em aproximadamente o diâmetro da barra. As nervuras das barras devem ficar alinhadas. Unem-se as barras, aciona-se o pedal, movimenta-se a manivela até alcançar-se o ponto de caldeamento (aquecimento até  $\pm 1.100$  °c).



*Foto 3.3. Alinhamento das barras de aço.*

*Fonte: Consórcio Píer Petroleiro, 2010.*

As barras são comprimidas lentamente, como na Foto 3.4, mantendo-se a temperatura, até se formar um boleto com o dobro do diâmetro da barra original.



*Foto 3.4. Compressão das barras de aço.*

*Fonte: Consórcio Píer Petrolero, 2010.*

Retira-se a barra emendada e deixa-se esfriar a temperatura ambiente em local seco e protegido, longe de intempéries, os quais podem causar o encruamento do aço diminuindo a resistência da peça. O operador com auxílio de um martelo retira as “carepas” e deixa a solda sem imperfeições.

A partir da máquina de corte, marca-se o comprimento da bancada. A ponta que sobrou do primeiro corte será o início do próximo corte, complementando-se com outra barra que por sua vez também sobrará outra ponta que irá para o início da medida seguinte, trabalhando de tal forma como se fosse uma barra contínua.

Neste processo, obtém-se toda ferragem na medida necessária. Eliminado as perdas, evitando-se o transpasse. Nessa fase do processo será gerada uma parte dos resíduos do tipo sucata, proveniente dos pedaços dessas barras que não poderão ser aproveitadas.

### Montagem

As 14 barras são posicionadas e amarradas num gabarito padronizado, cuja distância está definida em projeto. Na Foto 3.5, é possível observar como são os gabaritos utilizados no processo.



Foto 3.5. Gabaritos padronizados.

Fonte: Consórcio Píer Petroleiro, 2010.

Com as barras já posicionadas, o gabarito é fechado e as ferragens passam a apresentar o formato de um cilindro. Em seguida são passadas as cordas para auxiliar no processo de passagem das cordoalhas para a pretensão. As cordas e a forma interna podem ser vista na Foto 3.6.

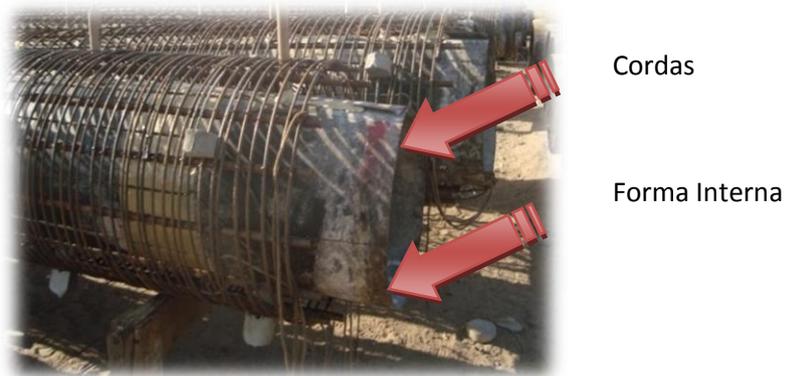


Foto 3.6. Estacas pré-moldadas com as cordas e forma interna.

Fonte: Consórcio Píer Petroleiro, 2010.

Assim a estaca é transportada para o próximo berço, no qual serão inseridas as formas internas.

### Formas internas

As formas internas são colocadas no interior da armação, após o fechamento do gabarito. As formas internas têm o diâmetro de 50 cm, o qual delimita o diâmetro

interno da estaca durante a concretagem. As formas são unidas segundo o encaixe macho e fêmea.

A forma é fechada com parafuso, o qual é protegido por um cano de PVC. A vedação é feita com fita adesiva diametralmente entre as formas internas e massa de vedação (Foto 3.7) nos demais pontos susceptíveis á fuga de nata. Os espaçadores (cocada) de 7,5 cm e 10 cm são então posicionados, como é mostrado na Foto 3.8.



*Foto 3.7. Massa para vedação.*

*Fonte: Consórcio Píer Petrolero, 2010.*



*Foto 3.8. Estacas com os espaçadores.*

*Fonte: Consórcio Píer Petrolero, 2010.*

### Transportes das ferragens

A ferragem pronta é levada com a ponte rolante (Pórtico) para o berço de fabricação, como é exposto na Foto 3.9. Antes de colocar as ferragens é colocado óleo diesel na base da forma externa.



*Foto 3.9. Transporte da ferragem através da ponte rolante.*

*Fonte: Consórcio Píer Petroleiro, 2010.*

As ferragens ficam separadas por um anel cilíndrico de aço, a finalização da vedação ocorre nesta etapa. O anel cilíndrico pode ser visto na Foto 3.10.



*Foto 3.10. Anel cilíndrico.*

*Fonte: Consórcio Píer Petroleiro, 2010.*

### Cordoalhas

São colocadas 14 cordoalhas de 12,7mm de espessura e comprimento correspondente a soma do comprimento das estacas posicionadas sobre o berço. Os cabos são colocados manualmente e ficam presos e posicionados nas extremidades dos berços.

Em seguida é realizada a pré-tensão seqüencial dos 14 cabos com um macaco de protensão, cuja força inicial é de 100 kgf/cm<sup>2</sup> e em seguida aplicam-se 256 kgf/cm<sup>2</sup>. Na Foto 3.11 é possível observar o resultado da pré-tensão seqüencial.



*Foto 3.11. Estaca após a pré-tensão seqüencial.*

*Fonte: Consórcio Píer Petrolero, 2010.*

### Forma externa

As formas externas são metálicas, cilíndricas e compostas de duas articulações móveis, como observado na Foto 3.12.



*Foto 3.12. Formas externas.*

*Fonte: Consórcio Píer Petrolero, 2010.*

Com a pré-tensão realizada, é feita a limpeza das formas externas por meio de ar comprimido. Em seguida coloca-se a cera desmoldante na forma, a qual facilitará a desforma.

É feita uma revisão das cocadas, para verificar se estão fora do lugar. Os espaçadores são colocados em cima das formas internas, para garantir o espaçamento correto das estacas.

Logo após fecham-se as formas externas do berço e apertam-se os parafusos. Na Foto 3.13 é visto o parafuso usado.



*Foto 3.13. Parafuso.*

*Fonte: Consórcio Píer Petroleiro, 2010.*

### Concretagem

O recobrimento interno das estacas é garantido pela colocação de espaçadores entre as formas internas e externas. O recobrimento externo é garantido pela forma externa.

O lançamento do concreto na estaca é feito diretamente do caminhão betoneira.

A vibração é realizada através de vibradores de parede acoplados nas laterais das formas externas, distantes 1,50m entre si e com os vibradores de imersão. Depois é dado o acabamento manual na parte superior da estaca.

Após acabamento final, passa-se a cura química na parte superior da estaca. Nessa etapa é identificado um dos resíduos perigosos que é o tambor que armazena a cura química.

### Desforma: externa

Quando a estaca atinge uma resistência inicial de 30MPa, abrem-se as formas externas e em seguida as cordoalhas são cortadas, como exposto na Foto 3.14. As

estacas então são retiradas do berço. As cordoalhas cortadas é mais um resíduo do tipo sucata.



*Foto 3.14. Estaca após atingir resistência de 30Mpa.*

*Fonte: Consórcio Píer Petroleiro, 2010.*

### Cura

Logo após a desforma externa, a cura química é aplicada em toda a estaca. Novamente, com a aplicação da cura química, é identificado o resíduo perigoso proveniente dos tambores que armazenam-na, nessa etapa.

### Desforma: interna

As formas internas são retiradas com auxílio mecânico de equipamento de saque de formas.

### Identificação das Estacas

A identificação das estacas, como está exposta na Foto 3.15, com um número de ordem seqüencial e em seguida com a data de fabricação é importante para o controle da rastreabilidade das peças. Depois de seqüenciadas, as estacas são estocadas, conforme projeto de apoio das peças.



Foto 3.15. Estacas com suas respectivas identificações.

Fonte: Consórcio Píer Petroleiro, 2010.

### Transporte e estocagem das Estacas

O transporte é feito por dois conjuntos de pórticos com capacidade de 20 toneladas. As estacas são presas aos pórticos e levadas para o estoque no qual aguardam atingir a resistência mínima aos 28 dias para serem então liberadas para a cravação. Na Foto 3.16, observa-se as estacas estocadas.



Foto 3.16. Estocagem das estacas.

Fonte: Consórcio Píer Petroleiro, 2010.

### Acabamento da cabeça das Estacas

O projetista pede que o acabamento nas extremidades das estacas seja feito sob alegação de que é prudente que as cordoalhas sofram “pressão” durante a cravação, para não ocorrer o efeito da desespiralização e assim perder as propriedades que dão as peças pré-moldadas.

Para a tubovia, em tese, não teria maiores conseqüências em virtude de a peça quando arrasada já estar em condição ideal, não sofrendo esforços em diferentes direções.

#### Liberação para cravação

As estacas são liberadas para a cravação quanto atingem a resistência de 50MPa, resultado este verificado no laboratório da obra. As estacas que não forem liberadas por não estarem dentro das especificações são mais um tipo de resíduo gerado.

Após liberadas são pintadas com impermeabilizante. Pinta-se apenas 15m da parte superior da estaca, onde a estaca sofre variação de maré. Além disso, faz-se a marcação na estaca para leitura da penetração por golpes durante a cravação.

As estacas são embarcadas com a ponte rolante para balsa flutuante, a qual transporta as estacas para a plataforma de cravação.

### **3.3 Descrição da problemática – Destinação dos Resíduos**

Os resíduos identificados no processo mais os resíduos gerados nos escritórios e refeitórios utilizados pelos funcionários, e como é feito o atual gerenciamento de resíduos serão descritos a seguir. Essas informações foram obtidas através da entrevista semi-estruturada.

Os resíduos do tipo plástico e papel/papelão são provenientes das embalagens utilizadas nos refeitórios. Ainda, o papel é gerado nos escritórios através de documentos impressos ou escritos. Todo tipo de aço utilizado no processo dão origem ao resíduo do tipo sucata. E, o resíduo do tipo madeira é resultado do trabalho da carpintaria. Esses resíduos são recolhidos por uma empresa de reciclagem que fica responsável pelo seu gerenciamento, a Empresa A.

Essa empresa faz o recolhimento, transporte e armazenamento temporário desses resíduos. Alguns deles são prensados e quando preciso triturados, no caso de possuir documentos confidenciais. Em seguida, ocorre o encaixotamento ou enfardamento desses resíduos para que a empresa faça a destinação para outras empresas que possui o serviço de reciclagem específico para cada resíduo.

A Figura 3.1 facilita o entendimento do atual gerenciamento realizado pelo consórcio para disposição final de seus resíduos.



Figura 3.1. Esquema mostrando um resumo do gerenciamento dos resíduos realizado pelo consórcio.

Fonte: a autora, 2010.

Para cada resíduo é atribuído um valor por quilo, ou seja, há um retorno financeiro para o consórcio de acordo com a quantidade coletada. A Tabela 3.1 possui a quantidade média de cada resíduo gerado em um mês e os valores de cada quilo de resíduo pago ou recebido pelo Consórcio.

Resíduo	Material	Quantidade Gerada (Kg/mês)	Valor pago ou recebido (R\$/Kg)
Plástico	Embalagens utilizadas no refeitório	50	0,20
Papel/Papelão	Embalagens utilizadas no refeitório/ Documentos impressos ou escritos	1790	0,10
Madeira	Carpintaria	4712	0,20
Sucata	Todo material de aço	10618	0,10
Resíduos Perigosos	Resíduos hospitalares, equipamentos de proteção individual contaminados e os	6,7	2,50

	tambores que armazenam a cura química		
Estacas com falhas	Estacas que não atenderam as especificações do projeto	31322	0,05

*Tabela 3.1 – Resíduos e de onde são provenientes, e Quantidade média e o valor por quilo dos resíduos gerados no mês.*

Já os resíduos perigosos – resíduos hospitalares, equipamentos de proteção individual contaminados e os tambores que armazenam a cura química, como observado na Foto 3.17, utilizada no processo de fabricação – são coletados, transportados e incinerados por outra empresa contratada pelo consórcio, a Empresa B. Essa empresa é especializada no tratamento de resíduos sólidos perigosos.



*Foto 3.17. Tambor que armazena a cura química.*

*Fonte: Consórcio Píer Petroleiro, 2010.*

Esses resíduos devem receber grande atenção por parte de todos os envolvidos por possuírem substâncias que podem prejudicar a saúde. Os encarregados das frentes de serviço são responsáveis pela geração, separação e destinação temporária dos resíduos, sucata e estacas com falhas. Esse local pode ser visto na Foto 3.18.



*Foto 3.18. Local onde são armazenados os resíduos do tipo sucata e as estacas com falhas.*

*Fonte: Consórcio Píer Petroleiro, 2010.*

Os equipamentos de proteção individual contaminados foram recolhidos apenas uma vez durante a obra e será coletado novamente no fim da obra. Já os resíduos hospitalares e a cura são recolhidos mensalmente. A quantidade média de todos esses resíduos perigosos gerados por mês é de 6,7 Kg e o valor que a empresa tem que pagar por quilo é de R\$2,50.

As empresas A e B enviam relatórios mensais contendo todos os passos do gerenciamento.

E, as estacas que possuem algum tipo de falha são picoteadas e posteriormente enviadas para um aterro de resíduos da construção civil pelo próprio consórcio. A quantidade média de estacas com falhas gerada em um mês é de 31322 Kg e o valor pago é de R\$47,36 por tonelada.

### **3.4 Discussão sobre o atual processo de gerenciamento de resíduos na fabricação de estacas pré-moldadas**

O maior problema enfrentado pelos responsáveis por esse gerenciamento é a conscientização de todos os envolvidos em relação à coleta seletiva, principalmente por parte dos subempreiteiros. Para tentar conscientizá-los, são distribuídas cartilhas de orientação e são realizados treinamentos, na maioria das vezes sem sucesso.

Esses treinamentos têm como principal objetivo demonstrar os conceitos e importância de uma gestão ambiental. Através de palestras realizadas por um técnico de meio ambiente é tentado conscientizar os trabalhadores.

A grande vantagem desse processo de gerenciamento é que além de ter alternativas para uma destinação correta para os resíduos, há um retorno financeiro

obtido pelo gerenciamento dos resíduos que podem ser reciclados, ou seja, plástico, papel/papelão, madeira e sucata. O cálculo desse retorno é possível fazer analisando os dados da Tabela 3.1. Multiplica-se a quantidade média de cada resíduo reciclável gerada no mês pelo seu respectivo valor, e faz o somatório ( $50 \times 0,20 + 1790 \times 0,10 + 4712 \times 0,20 + 10618 \times 0,10$ ), feito o cálculo, observa-se que o consórcio recebe R\$ 2193,20 por mês.

Porém, se for analisado o que é gasto com a destinação dos resíduos perigosos e das estacas com falha é possível calcular um prejuízo médio de R\$1500,16 por mês. Esse cálculo é feito, observando os dados da Tabela 3.1, multiplicando a quantidade média dos resíduos perigosos e das estacas com falhas por seus respectivos valores, e fazendo o somatório ( $6,7 \times 2,50 + 31322 \times 0,05$ ). Esse custo é composto principalmente pelas estacas com falha já que a quantidade dos resíduos perigosos é pequena, como observado no Gráfico 3.1.

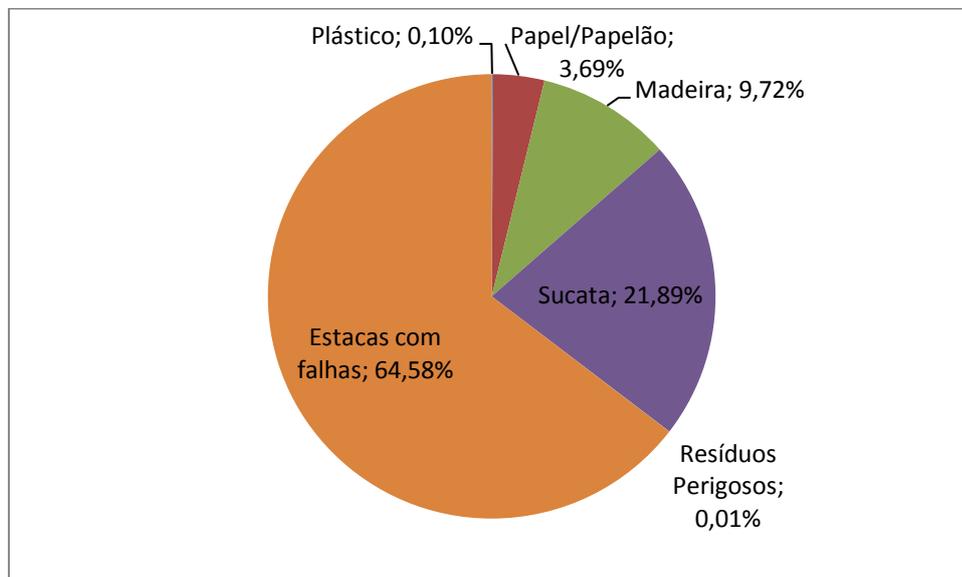


Gráfico 3.1. Porcentagem da quantidade de resíduos gerados no mês

#### 4 PROPOSTAS DE MELHORIAS

Visando a redução dos impactos ambientais causados pela disposição final inadequada dos resíduos da Construção Civil, o Governo Federal instaurou a Resolução CONAMA Nº 307, de 5 de Julho de 2002, estabelecendo diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Os grandes geradores devem incluir os projetos de gerenciamento de resíduos em seus projetos de obras, que serão submetidos ao licenciamento nos órgãos competentes.

Na Tabela 3.2 está exposta a classificação dos resíduos, segundo a Resolução CONAMA Nº 307, além de suas definições, alguns exemplos e como deve ser feita a destinação de cada tipo.

A Resolução CONAMA Nº 307 diz também que os geradores deverão ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final. E, ainda, que a destinação final deve ser feita de acordo como está exposto na Tabela 3.2.

<b>Tipo de Resíduo</b>	<b>Definição</b>	<b>Exemplos</b>	<b>Destino</b>
Classe A	Resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados;	- resíduos de pavimentação e de outras obras de infra-estrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; - resíduos de componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; - resíduos oriundos de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meiosfios etc.) produzidas nos canteiros de obras;	Reutilização ou reciclagem na forma de agregados, ou encaminhados às áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;
Classe B	São os resíduos recicláveis para outras destinações;	- Plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros;	Reutilização/reciclagem ou encaminhamento às áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização

			ou reciclagem futura.
Classe C	São os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação;	- produtos oriundos do gesso;	Armazenamento, transporte e destinação final conforme normas técnicas específicas.
Classe D	São os resíduos perigosos oriundos do processo de construção.	- tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.	Armazenamento, transporte, reutilização e destinação final conforme normas técnicas específicas.

Tabela 3.2 – Classificação dos Resíduos da Construção Civil segundo a RESOLUÇÃO 307/2002 – CONAMA

Analisando a Tabela 3.2, é possível classificar os resíduos gerados no processo de fabricação de estacas pré-moldadas de acordo com a classificação feita na Resolução CONAMA N° 307. Os resíduos do tipo plástico, papel/papelão, madeira e sucata são correspondentes a Classe B. Já os resíduos perigosos são da Classe D e as estacas com falhas, Classe A.

Com as devidas classificações e levando em consideração o modo de destinação final citado na Resolução CONAMA N° 307, como estão expostos na Tabela 3.2, e o gerenciamento realizado pelo Consórcio, é possível perceber que o consórcio realiza seu gerenciamento dentro das normas da Resolução CONAMA N° 307, porém é possível aperfeiçoar esse gerenciamento, como vai ser descrito posteriormente..

Os resíduos do tipo A, estacas com falhas, são enviados para um aterro de resíduos de construção civil. Já os resíduos do tipo B, plástico, papel/papelão, madeira e sucata, são recolhidos para uma futura reciclagem.

A destinação dos resíduos do tipo D, resíduos perigosos, deve seguir normas técnicas específicas. No processo de fabricação de estacas pré-moldadas, uma empresa especializada em resíduos perigosos faz o recolhimento e fica responsável pelo seu gerenciamento. Mensalmente, são enviados relatórios comprovando o destino desses resíduos, dando a garantia que essa destinação foi feita dentro das normas técnicas.

Através da análise dos problemas e desvantagens encontrados pelo atual gerenciamento é possível propor melhorias para que haja um gerenciamento mais eficiente e eficaz. É possível identificar os pontos a serem melhorados observando a Figura 3.2. Os pontos 1, 2 e 3 serão analisados a seguir.

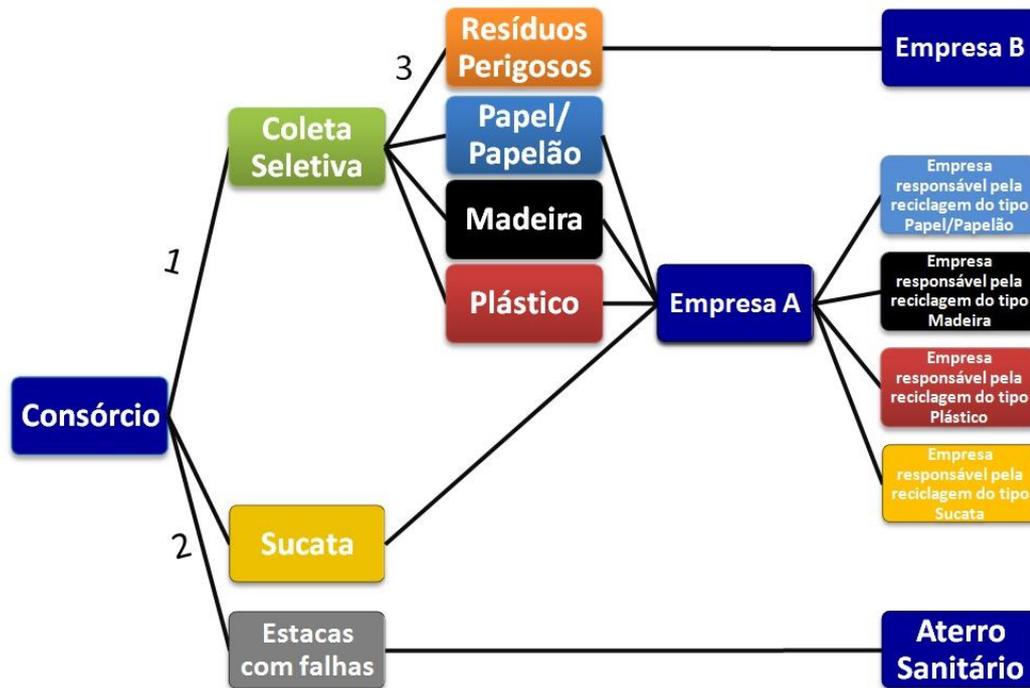


Figura 3.2. Esquema detalhado do atual gerenciamento de resíduos com pontos a serem observados.

Fonte: a autora, 2010.

O maior problema encontrado é a conscientização dos envolvidos que está identificado na Figura 3.2 no ponto 1. É preciso conscientizar as pessoas da importância da separação dos resíduos. Para isso, recomenda-se uma maior interação entre todos os envolvidos, tanto subempreiteiros como técnicos e engenheiros, para que um influencie o outro a realizar a coleta seletiva.

O consórcio também poderia realizar palestras mais interativas e eventos para que ocorresse um maior interesse por parte dos funcionários, onde todos pudessem ver na prática as consequências de uma gestão ambiental ausente e também seus benefícios.

Fotos, vídeos e a participação dos funcionários num processo de reciclagem poderiam ajudar nessa conscientização.

As desvantagens identificadas, a grande quantidade de estacas com falhas e a geração de resíduos perigosos, estão expostas na Figura 3.2 nos pontos 2 e 3, respectivamente.

Para a diminuição das desvantagens, ou seja, diminuir a quantidade de resíduos não recicláveis, é preciso analisar o porquê daquela quantidade gerada. O caso da diminuição dos resíduos perigosos tem relação com a conscientização citada acima. É preciso que os funcionários percebam a importância de diminuir o consumo, quando possível, dos produtos hospitalares e terem cuidado com o manuseio dos equipamentos de proteção individual para evitar a contaminação.

No caso das estacas com falhas é preciso buscar no processo o que está ocasionando-as. Através de uma análise criteriosa por todas as fases da fabricação, identificar e solucionar esse problema. Essa análise é de suma importância, já que nesse caso são identificados a maior quantidade e o maior preço pago pelos resíduos.

Observando o processo de fabricação das estacas pré-moldadas, é possível identificar as fases que ocorrem geração de resíduos, são elas: Soldagem, Aplicação da cura química, Desforma externa e Liberação para cravação.

Na etapa da Soldagem e da Aplicação da cura química, ainda de acordo com a Resolução CONAMA Nº 307, é importante reduzir ou reutilizar os resíduos, quando possível. Para isso é necessário preparar o canteiro de obras para o gerenciamento de resíduos e preparar a mão-de-obra para agir, ou seja, reciclar no canteiro de obras quando for possível. Assim, é preciso sensibilizar, conscientizar, monitorar e avaliar de forma contínua a mão-de-obra.

Na Desforma externa, como não há a possibilidade de reutilizar no processo, é necessário fazer o recolhimento e o armazenamento adequado, para garantir as condições das cordoalhas para a reciclagem.

E, na Liberação para cravação, para que não seja detectada falha que impossibilite o uso da estaca, é importante a análise do processo com o objetivo de encontrar suas possíveis causas. Porém, quando as estacas não passarem nos testes feitos nos laboratórios da obra e não forem liberadas, é interessante a tentativa de reutilização na via de acesso, para assim serem enviadas para o aterro.

É importante também a verificação do armazenamento desses materiais, é preciso armazenar os materiais utilizados de modo a garantir seu funcionamento.

Analisando os dados da Tabela 3.1 e o retorno que o consórcio recebe por realizar o gerenciamento de resíduos, é possível observar que realizando um

gerenciamento de resíduos adequado, uma empresa pode reduzir custos e ao mesmo tempo, reduzir os impactos ambientais.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

### **5.1 Conclusão**

O interesse pela área ambiental foi surgindo ao longo do curso, onde é possível ver sua importância para a continuidade da humanidade, já que os recursos e bens naturais estão se esgotando e é preciso uma conscientização e intervenção urgente para evitar problemas futuros.

Parte da sociedade acredita que o desenvolvimento só é possível se prejudicar o meio ambiente, mas há a possibilidade de se desenvolver sem que os recursos para o futuro sejam esgotados. Quando se pensa em desenvolvimento, não se deve pensar apenas nos aspectos sociais e econômicos, mas também nos aspectos ambientais.

Porém, é cada vez maior a conscientização por parte das pessoas em relação à importância da preservação ambiental. Frequentemente são divulgados acidentes com consequências prejudiciais ao meio ambiente e várias informações sobre a questão ambiental, através de jornais, revistas, televisões e internet.

Com o crescente conhecimento e preocupação em relação ao meio ambiente, as empresas são obrigadas a incorporarem novas alternativas em seu processo de modo a diminuir os impactos ambientais e se adequarem ao mercado competitivo. É possível observar que o consórcio citado se preocupa com o gerenciamento de seus resíduos, mas existe a possibilidade de buscar e colocar em práticas novas alternativas que venham a aperfeiçoá-lo.

A pesquisa e realização deste trabalho pretendem que as oportunidades de melhoria identificadas sejam capazes de identificar meios para controlar a geração de resíduos e administrar a melhor forma de destinação final para eles, diminuindo custos e preservando o meio ambiente.

### **5.2 Limitações do trabalho**

Este trabalho teve seu desenvolvimento limitado a buscar alternativas para os resíduos gerados em um processo de fabricação de estacas pré-moldadas através de um estudo de caso, porém não teve o objetivo de especificar os impactos ambientais causados pela disposição final dos resíduos gerados.

A principal dificuldade encontrada durante a elaboração deste trabalho foi em relação à quantidade restrita de materiais especializados em resíduos e seu gerenciamento. Também foram restritos os estudos de caso relacionados a outros processos de fabricação. Além da dificuldade em obter informações mais detalhadas sobre o processo.

### **5.3 Recomendações para trabalhos futuros**

A partir deste trabalho é possível sugerir novos temas que abordem assuntos relacionados ao impacto ambiental causado pela disposição final dos resíduos gerados em grandes construções.

Outra oportunidade sugerida é o desenvolvimento de estudos relacionados às consequências da cravação de estacas pré-moldadas. E ainda, os impactos provocados por grandes construções, como o Píer petroleiro, no Porto de Suape.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). **NBR 10004: Resíduos sólidos – classificação**. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). **NBR-8419: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos – procedimento**. São Paulo, 1984.

AFONSO, J. C. *et al.* **Gerenciamento de resíduos laboratoriais: recuperação de elementos e preparo para descarte final**. Quím. Nova, São Paulo, 2003. Disponível em [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-40422003000400027&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422003000400027&lng=en&nrm=iso). Acessos em 13 Nov. 2009.

ALMEIDA, J. R. **Ciências ambientais**. 2.ed. Rio de Janeiro: Almeida Cabral, 2008.

ANDRADE, R. O. B. *et AL.* **Gestão ambiental: enfoque estratégico aplicado ao desenvolvimento sustentável**. 2. ed. São Paulo: Makron Books, 2002.

ARAUJO, R. J. E. **Avaliação do gerenciamento dos resíduos sólidos produzidos nas unidades do Hospital das Clínicas da UFPE e sua adequação a Resolução RDC n. 33/03**. Recife, 2003. Monografia (Graduação) - UFPE – CCB.

BACKER, P. **Gestão ambiental: a administração verde**. 1.ed. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 1995.

BARBOSA FILHO, A. N. **Segurança do trabalho e gestão ambiental**. São Paulo: Atlas, 2001.

BIDONE, F.R.A., POVINELLI, J. **Conceitos básicos de resíduos sólidos**. São Carlos: EESC/USP, 1999.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução nº.307, de 05 de julho de 2002**. Brasília DF, n. 136, 17 de julho de 2002. Seção 1.

COMUNICAÇÃO SOCIAL, 2002. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000**. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/27032002pnsb.shtm> acessos em 14 Nov. 2010.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O MEIO AMBIENTE, **Agenda 21**. Rio de Janeiro, 1992.

CUNHA, V. *et al.* **Gerenciamento da coleta de resíduos sólidos urbanos: estruturação e aplicação de modelo não-linear de programação por metas**. São Carlos: Gest.Prod, 2002. Disponível em [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104530X2002000200004&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104530X2002000200004&lng=pt&nrm=iso). acessos em 13 nov. 2009.

DIAS, R. **Gestão Ambiental: Responsabilidade Social e Sustentabilidade**. São Paulo: Atlas, 2006.

FRANKENBERG, C. L. C. *et al.* **Gerenciamento de resíduos e certificação ambiental**. Porto Alegre: ABES, 2000.

JARDIM, W. F. **Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de ensino e pesquisa**. Quím. Nova. São Paulo, 1998. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-40421998000500024&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40421998000500024&lng=en&nrm=iso)>. acessos em 14 Nov. 2009.

LIMA, L.M.Q. **Lixo: Tratamento e Biorremediação**. São Paulo: Hemus Editora Ltda., 1995.

MONTEIRO, J. H. *et al.* **Gestão integrada de resíduos sólidos: manual gerenciamento integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

MOREIRA, D. A. **Introdução à Administração da produção e operações**. São Paulo: Thomson Pioneira, 1998.

PHILIPPI JÚNIOR, A. *et al.* **Curso de gestão ambiental**. Barueri, SP: Manole, 2004.

RODRIGUES, F. L. & CAVINATTO, V. M. **Lixo: De onde vem? Para onde vai?** São Paulo: Moderna, 2003.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE. **Guia Pedagógico do Lixo. 2 ed.** São Paulo, 2001. Disponível em <<http://www.lixo.com.br/documentos/coleta%20seletiva%20como%20fazer.pdf>>. acessos em 14 Nov. 2010.

SILVA, G. S. S. **Anotações de aula: Sistema de Gestão Ambiental – A evolução da questão ambiental.** Recife, 2010.

SLACK, Nigel *et al.* **Administração da Produção.** 2ª Edição. São Paulo: Atlas, 2002