

Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Departamento de Engenharia Sanitária e Meio Ambiente
Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental

**Gerenciamento de Resíduos Sólidos na Construção Civil
– Estudo de caso na construção e montagem de uma linha
de transmissão de energia elétrica**

Priscila Marques Braga Faria

Orientador: Prof. Dr. Ubirajara Aluizio de Oliveira Mattos

Dissertação de Mestrado

Rio de Janeiro

2011

Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Departamento de Engenharia Sanitária e Meio Ambiente
Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental

**Gerenciamento de Resíduos Sólidos na Construção Civil
– Estudo de caso na construção e montagem de uma linha
de transmissão de energia elétrica**

Priscila Marques Braga Faria

Dissertação de mestrado submetida ao Programa de Mestrado em Engenharia Ambiental do Centro de Tecnologia e Ciência da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Sanitária e Ambiental, área de concentração em Saúde Ambiental e Trabalho.

APROVADO POR:

Ubirajara Aluizio de Oliveira Mattos, Doutor (PEAMB – UERJ) – Orientador

Cyro Alves Borges Júnior, Doutor (FEN – UERJ) – Examinador Interno

Heloisa Helena Albuquerque Borges Quaresma Gonçalves, Doutora (Engenharia de Produção, UNIRIO) – Examinadora Externa

Rio de Janeiro, 30 de março de 2011

FARIA, PRISCILA MARQUES BRAGA

Gerenciamento de Resíduos Sólidos na Construção Civil – Estudo de caso na construção e montagem de uma linha de transmissão de energia elétrica/ Priscila Marques Braga Faria

Rio de Janeiro, 2011

99p.

Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Sanitária e Meio Ambiente. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

1. Gerenciamento de resíduos sólidos
2. Sistemas de transmissão de energia
3. Resíduos da construção civil

Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Sanitária e Meio Ambiente.

AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar, por todas as oportunidades dadas, pela saúde que tenho e que me permitiu seguir.

À minha querida família, essência da minha vida, que sempre me apoiou em todas as minhas decisões. Aos meus irmãos amados, que testaram meu poder de concentração ao extremo durante à fase crítica da dissertação, mas sempre muito companheiros e me dando todo o suporte que precisei.

Ao meu Orientador, Professor Ubirajara, pelo apoio e toda ajuda dada. Sem seu amparo, este trabalho não seria possível.

Ao meu chefe, Arlindo, por ter me dado a grande oportunidade de participar deste curso de mestrado, de ter tido paciência e compreensão, quando precisei de algumas horas de trabalho para me dedicar à dissertação.

Agradeço especialmente a meu companheiro de trabalho que se tornou um grande amigo de vida, Paulo Cabral, meu grande mestre. Foi a pessoa mais importante neste trabalho, pois foi quem me ensinou os conceitos básicos para que eu pudesse desenvolver a dissertação, com toda sua paciência e vontade de transmitir todos seus anos de experiência em construções de linhas de transmissão. Possivelmente, ele é uma das referências deste país nesse setor. Me fez descobrir um mundo novo, pois não só me repassou o conhecimento teórico, como me mostrou na prática o que é a construção de uma LT.

Agradeço aos amigos que fiz durante essa obra e as que vieram depois dessa, pessoas especiais que levarei comigo para sempre, pois, mesmo que indiretamente, me deram forças para continuar e me ensinaram coisas importantes da vida, que nenhum livro é capaz de transmitir. Domingos, Zé do Bispo, André, Odair, João Vicente, Lula e sua turma, Parrudo, Ferro Velho e muitos outros que se entregam de corpo e alma na construção desses sistemas de transmissão, levando energia para todos os cantos desse país. Enfrentando meses longe de casa e das famílias, longos períodos de trabalho intenso e arriscado em regiões remotas, mas com muito profissionalismo e competência, desenvolvendo atividades belíssimas, que só sabe quem já viu. São exemplos de dignidade e honestidade.

Esse trabalho é uma homenagem a vocês, que mudaram minha vida sem saber.

Obrigada a todos.

RESUMO

A energia elétrica, desde sua descoberta, sempre ocupou lugar de destaque, tendo em vista a qualidade de vida e progresso econômico proporcionados. No passado, os sistemas de transmissão de energia não eram contemplados nos estudos ambientais mais apurados, pois quando comparados às grandes usinas hidroelétricas, não pareciam provocar grandes impactos ambientais. Atualmente esse quadro mudou, tendo como um dos motivos principais de preocupação a geração de resíduos durante a construção e montagem desses sistemas, sendo os mais críticos os resíduos de construção civil, por envolverem três fatores significativos: o maior volume gerado, dificuldades de disposição final e riscos ambientais graves advindos da disposição irregular em depósitos clandestinos. Geralmente, são empreendimentos desenvolvidos em regiões carentes do país, não preparadas para enfrentar as questões ambientais como saneamento básico e destinação de resíduos sólidos. Com o crescimento do setor elétrico no país, como previsto pela ANEEL, e diante do panorama atual referente ao manejo de resíduos na maioria dos municípios brasileiros, este trabalho propõe um modelo de gerenciamento de resíduos sólidos durante o processo construtivo de sistemas de transmissão de energia. Trata-se do uso da metodologia do tipo exploratória, que foi desenvolvida através de um estudo de caso realizado no período de fevereiro a agosto de 2009, durante a construção e montagem da linha de transmissão provisória de 138 kV – COMPERJ, no município de Itaboraí, estado do RJ. O trabalho desenvolvido possibilitou contemplar, satisfatoriamente, todas as etapas do manejo de resíduos do empreendimento estudado, correlacionando o projeto básico do empreendimento com o volume de resíduos gerado em cada etapa da execução, proporcionando dados iniciais para o setor. Também sugeriu alternativas operacionais que possibilitaram o manejo adequado, além de recomendações para melhorias no processo de gestão de resíduos. Espera-se que esta proposta possa gerar subsídios para elaboração de modelos de gerenciamento de resíduos sólidos em futuros empreendimentos similares, contribuindo para reduzir uma grande carência atualmente existente nos planos de gerenciamento de obras neste setor.

Palavras chave: Gerenciamento de resíduos sólidos, Sistemas de transmissão de energia, resíduos de construção civil.

ABSTRACT

The electricity, since its discovery, has always occupied a prominent position in view of the quality of life and economic progress provided. In the past, transmission systems of electric energy were not included in the environmental studies more accurate, because when they were compared to hydroelectric plants, did not seem to cause significant environmental impacts. In the present, the scene changed, and the aim reason is the preoccupation about waste generation during the construction phase of these systems, because the construction waste is the most critical one, and involved three important factors: the volume generated, difficulties of disposal and serious environmental risks arising from the irregular deposits. Generally, these are projects developed in deprived areas of the country, not prepared to deal with environmental issues such as sanitation and solid waste disposal. With the growth of electric energy sector in the country, as provided by ANEEL, added to the current situation concerning the waste management in most Brazilian municipalities, this paper proposes a model of solid waste management during the construction process of power transmission systems. It was used an exploratory methodology that was developed through a case study conducted between February to August 2009, during the construction of the transmission line of 138kV – COMPERJ, in Itaboraí, state of Rio de Janeiro. The work allowed include all stages of waste management of the project studied, correlating the basic design of the project with the volume of waste generated at each stage of implementation, providing initial data for the sector. It also suggests operational alternatives that allowed the proper management, and recommendations for improvements in the process of waste management. It is hoped that this proposal could generate data for developing models for solid waste management in future similar projects.

Key words: Solid waste management, energy transmission systems, construction waste management

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Ilustração 1: Caracterização da pesquisa científica	16
Ilustração 2: Diagrama simplificado das etapas do manejo de resíduos	24
Ilustração 3: Diagrama elétrico de potência	41
Ilustração 4: Estrutura organizacional e os agentes do setor elétrico	44
Ilustração 5: Fases do modelo teórico de GRS proposto	54
Ilustração 6: Resumo das etapas de manejo propostas para o estudo de caso	55
Ilustração 7: Traçado da LT 138kV – COMPERJ	59

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1: Ilustração de um Stub	51
Fotografia 2: Ponto clandestino de disposição de entulho – Distrito de Sambaetiba, Itaboraí	57
Fotografia 3: Ponto clandestino de disposição de entulho – Distrito de Porto das Caixas, Itaboraí	58
Fotografia 4: Ilustração de um pé de torre preparado para a concretagem	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Correlação entre o diâmetro dos vergalhões e peso/ metro	20
Tabela 2: Resumo dos modelos de gerenciamento de RCC levantados	38
Tabela 3: Etapas de realização da construção e montagem da LT 138kV – COMPERJ	60
Tabela 4: Resumo dos tipos das estruturas de cada torre e os tipos de fundações executados	61
Tabela 5: Levantamento e classificação segundo a Resolução CONAMA nº 307/02, dos resíduos a serem gerados por etapa de execução da LT 138kV – COMPERJ	62
Tabela 6: Correlação entre total de estacas cravadas por torre, sobras de estacas e percentual	66
Tabela 7: Correlação entre número de soldas realizadas e o total de estacas cravadas por torre	67
Tabela 8: Correlação entre o tipo de fundação por torre, o volume de concreto usado em cada fundação e as respectivas sobras em m ³ e em percentual.	69
Tabela 9: Correlação entre tipos de resíduos destinados por etapa de execução do empreendimento e quantitativo de mão de obra por período analisado.	71
Tabela 10: Participação de vetores em áreas de descarte de RCD em São José do Rio Preto/ SP	72

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Matriz energética brasileira	40
Gráfico 2: Correlaciona a quantidade de estacas cravadas (m) com as sobras de estacas (m) por torre	66
Gráfico 3: Correlação da quantidade de eletrodos usados nas soldas e as respectivas sobras, em quilogramas	67
Gráfico 4: Correlação entre o peso total de aço utilizado nas fundações (armação) e suas respectivas sobras, em quilogramas	68
Gráfico 5: Correlação do volume de concreto utilizado por torre e as respectivas sobras	70
Gráfico 6: Correlação entre o quantitativo de mão de obra e o volume de resíduo comum gerado nos meses analisados	71
Gráfico 7: Composição dos resíduos gerados na construção da LT 138kV-COMPERJ.	75

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
COMPERJ	Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
GRS	Gerenciamento de Resíduos Sólidos
GRSCC	Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Construção Civil
GRSCD	Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Construção e Demolição
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
I&T	Informações e Técnicas em Construção Civil
LT	Linhas de Transmissão
NBR	Norma Brasileira
Nº	Número
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
RCC	Resíduos de Construção Civil
RCD	Resíduos de Construção e Demolição
SINDUSCON	Sindicato das Indústrias de Construção
T	Torre

LISTA DE UNIDADES

MM	Milímetros
M	Metros lineares
M ²	Metros quadrados
M ³	Metros cúbicos
km	Quilômetros
Km ²	Quilômetros quadrados
Kg	Quilogramas
Kg/ m	Quilogramas por metro linear

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	7
LISTA DE FOTOGRAFIAS	8
LISTA DE TABELAS	9
LISTA DE GRÁFICOS	10
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	11
LISTAS DE UNIDADES	11
1. INTRODUÇÃO	14
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	14
1.2 OBJETIVOS E A METODOLOGIA DA PESQUISA	16
1.3 RELEVÂNCIA DA PROPOSTA	21
1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	22
2. GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL	23
2.1 GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS: ASPECTOS BÁSICOS	23
2.2 O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E A CONSTRUÇÃO CIVIL	25
2.2.1 AS EXPERIÊNCIAS EM OUTROS PAÍSES	26
a) ESPANHA	26
b) REINO UNIDO	27
c) ALEMANHA	29
d) GRÉCIA	29
2.2.2 AS EXPERIÊNCIAS NO BRASIL	31
a) BELO HORIZONTE	33
b) SALVADOR	34
c) CONCLUSÃO	35
3. GRS NA CONSTRUÇÃO E MONTAGEM DE LT	39
3.1 SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA	39
a) HISTÓRICO DO SETOR ELÉTRICO NO PAÍS	41
b) PANORAMA DO SETOR ELÉTRICO	44
3.2 CONSTRUÇÃO E MONTAGEM DE LT	45
3.2.1 ESTUDOS E PARÂMETROS BÁSICOS PARA PROJETO	45
3.2.2 FASES DA CONSTRUÇÃO	49

3.2.3 REVISÃO FINAL	53
3.3 PROPOSTA DE GRS NA CONSTRUÇÃO E MONTAGEM DE LT	53
4 ESTUDO DE CASO	56
4.1 LEVANTAMENTO DE DADOS – RESULTADOS	56
a) A REGIÃO DA CONSTRUÇÃO DE LINHAS DE TRANSMISSÃO – CARACTERÍSTICAS GEOSOCIOPOLÍTICA E ECONÔMICA	56
b) A CONSTRUÇÃO DE LINHAS DE TRANSMISSÃO – CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO	58
c) O GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA OBRA – OS RESÍDUOS GERADOS E O PROCESSO DE COLETA, ACONDICIONAMENTO, TRATAMENTO, TRANSPORTE E DESTINAÇÃO	61
4.2 ANÁLISE DE DADOS – DISCUSSÃO	71
a) CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS GERADOS E AVALIAÇÃO DE SEUS IMPACTOS PARA A SAÚDE E O MEIO AMBIENTE	71
b) AVALIAÇÃO DO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA OBRA – ASPECTOS CONSIDERADOS E IGNORADOS	73
c) OS IMPACTOS DO GERENCIAMENTO AVALIADO PARA A SAÚDE, MEIO AMBIENTE E EMPRESA	77
4.3 PROPOSTAS/ RECOMENDAÇÕES	77
5 CONCLUSÕES	81
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84
APÊNDICE A	88

INTRODUÇÃO

1.1 Considerações iniciais

Resíduos representam toda e qualquer sobra resultante das atividades diárias do ser humano (Dias, 2008). Os questionamentos sobre resíduos foram inicialmente esboçados durante a década de 70, inseridos em um contexto de preocupações ambientais, tais como desperdícios associados aos recursos naturais e perspectivas de extinção de determinadas matérias-primas. Já ao final dos anos 80 e início da década de 90, a gestão de resíduos aparece sob as facetas tecnológica, jurídica, econômica e ambiental nos países do hemisfério norte, além da social, principalmente nos países do hemisfério sul.

Na realidade, a problemática que envolve os resíduos sempre esteve presente. Porém, foi ao longo da última década, que este tema adquiriu seu espaço sob o ponto de vista legislativo. A partir do momento que o movimento ambientalista tomou consciência da real relação entre resíduos, qualidade de vida (saúde pública) e qualidade ambiental, houve o crescimento da veia legislativa pertinente a políticas públicas de resíduos, surgindo assim os primeiros textos jurídicos, disciplinando a gestão de resíduos, definindo-se seus princípios e hierarquias (Nunesmaia MF, 2002).

Mais recentemente, pôde-se notar que a questão ambiental, de uma forma geral, está se incorporando à cultura das empresas e indústrias, deixando de ser vista apenas como um resultado, e passando a ser introduzida na análise e planejamento do processo produtivo. Isso porque tais questões passaram a ser vistas como uma oportunidade e não mais como ameaça ao setor, e a legislação ambiental passa a funcionar como uma ferramenta que promove a inovação, desmistificando o antigo pensamento relacionado ao aumento de custos. No cenário atual, o termo “sustentabilidade” engloba a competitividade, fazendo com que a questão do meio ambiente não seja mais encarada somente pela ótica da lei a ser cumprida, do controle ou punição. O setor empresarial e industrial vai além e vive hoje, um estilo de gestão mais dinâmico e competitivo, fazendo da questão ambiental um item de qualidade, que funciona como diferenciador em termos de competitividade e melhorando sua imagem frente sua responsabilidade social.

O setor de construção civil é um dos que mais cresce no país na atualidade, porém é o responsável por elevados índices de consumo de recursos naturais e, geração de resíduos. Em obras de construção civil, os materiais descartados constituem-se em verdadeiras jazidas de matérias primas, as quais, em sua maioria, não são reaproveitadas e sua

disposição inadequada causa grandes prejuízos à qualidade de vida além de diversos impactos ambientais.

Um dos grandes problemas que envolve os resíduos sólidos com foco na construção civil é o grande volume que ocupa, dificultando a disposição final. Estes correspondem a aproximadamente 40% dos resíduos recebidos diariamente nos equipamentos públicos (SINDUSCON-MG/ 2005). O caso se agrava quando observa-se o panorama atual do país, que segundo o censo sanitário realizado pelo IBGE em 2000, apresenta apenas 17,3% das cidades brasileiras possuem aterros sanitários, 9,7% dos municípios apresentam aterros especiais, e somente 5%, apresentam usinas de reciclagem, contra 72,2% de municípios que utilizam como unidades de destinação final vazadouros a céu aberto ou em áreas alagadas.

Dentro do contexto das grandes construções, o setor elétrico brasileiro retoma o foco e volta a crescer. Atualmente, a matriz de energia elétrica do país corresponde à geração de 110.206.971 kW, o equivalente à 2.267 empreendimentos em operação. A previsão para os próximos anos corresponde à adição de 37.491.212 kW na capacidade de geração do país, resultado de 117 empreendimentos atualmente em construção e mais 483 outorgados (ANEEL, 2011). Esses dados são indicativos de empreendimentos futuros no setor de transmissão elétrica.

O suprimento de energia elétrica requer uma estrutura que vai desde a geração de energia e transmissão até a distribuição às instalações dos consumidores. O transporte de energia elétrica, a partir das fontes geradoras – em sua maioria distante dos grandes centros urbanos – é feito através das linhas de transmissão e subestações. Quanto maior a potência em transmitir e a distância a ser vencida, maior a tensão a ser utilizada, podendo atingir 750 mil volts.

As linhas de transmissão ao interligarem as fontes geradoras aos centros urbanos cruzam longos trechos, em sua maioria, municípios extremamente carentes, sem a infraestrutura necessária para proporcionar um correto gerenciamento de resíduos às empreiteiras responsáveis pela construção desses sistemas de transmissão, ampliando a significância dos impactos ambientais causados. Como o setor de transmissão elétrica está em crescimento no país, se faz necessário o desenvolvimento de um modelo de gerenciamento de resíduos específico, com soluções operacionais, embasadas em critérios de saúde pública, ambientais e econômicos.

1.2 Objetivos e a Metodologia de Pesquisa

a) Objetivos – Geral e Específicos

O objetivo principal deste trabalho foi desenvolver um modelo de gerenciamento de resíduos sólidos para atender a fase de construção e montagem de sistemas de transmissão elétrica. Como estudo de caso foi escolhido a construção da linha de transmissão do Complexo Petroquímico do Estado do Rio de Janeiro 138 kV – COMPERJ.

Os objetivos específicos estabelecidos foram:

- a.1) Analisar a região de interesse, identificando os pontos vulneráveis do município em questão (Itaboraí), que desfavorecem o correto gerenciamento de resíduos;
- a.2) Analisar modelos de gerenciamento de resíduos sólidos com foco na construção civil e em linhas de transmissão de energia elétrica, com base em referências nacionais e internacionais;
- a.3) Qualificar e quantificar os resíduos gerados nas diferentes etapas do processo de construção do sistema de transmissão de energia elétrica LT 138kV COMPERJ;
- a.4) Propor alternativas para reduzir o passivo e os impactos causados pelos resíduos sólidos de construção de linhas de transmissão de energia elétrica.

b) Metodologia

A metodologia deste trabalho foi caracterizada quanto aos objetivos, quanto às fontes de dados e quanto aos procedimentos de coletas de dados. Seguindo esta ordem, a pesquisa definida é do tipo exploratória, utilizando o levantamento de campo e a pesquisa bibliográfica como fontes de dados e, como procedimentos de coleta tem-se a pesquisa bibliográfica, a observação direta e o estudo de caso, como demonstra a ilustração 1.

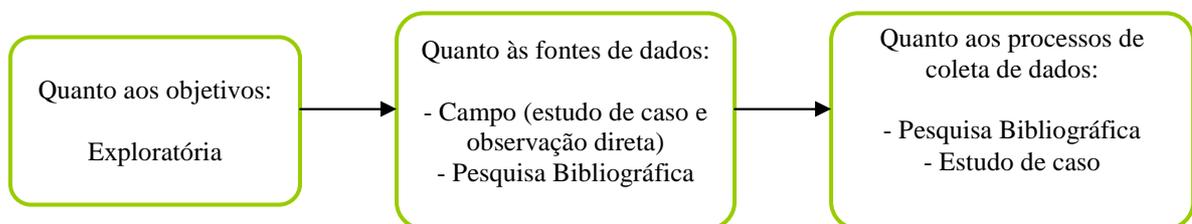


Ilustração 1: Caracterização da Pesquisa Científica

b.1) Pesquisa Bibliográfica

O objetivo da pesquisa bibliográfica foi obter maiores informações a respeito de modelos nacionais e internacionais de gerenciamento de resíduos sólidos em construção de linhas de transmissão, que pudessem contribuir para este trabalho. Porém, nenhum registro foi encontrado. O foco foi alterado para modelos de gerenciamento de resíduos em construção civil de uma forma geral, pois também não foi obtido dados sobre qualquer empreendimento voltado para o setor elétrico.

Dessa forma, foram analisados 19 artigos científicos de referências nacionais e internacionais, sobre gerenciamento de resíduos sólidos de construção civil e demolição, em sua maioria publicados no período de 2005 – 2010, com exceção de cinco artigos, os quais os períodos de publicação variam entre 1998 e 2004. Estes artigos, apesar da data de publicação, foram considerados por serem artigos que servem como base teórica ainda na atualidade. Foi feita uma matriz de levantamento bibliográfico, discriminando as seguintes informações de cada um dos 19 artigos (Apêndice 1):

- Título do artigo
- Autores
- Periódico/ Classificação
- Área de estudo
- Ano da publicação
- Tipos de empreendimentos
- Método utilizado
- Objetivos e Resultados

Como referencial teórico, também foram utilizadas dissertações nacionais, publicadas no período de 1999 à 2010, disponibilizadas na internet, através dos endereços eletrônicos das principais universidades.

Para obtenção de informações atualizadas sobre o setor elétrico, seu histórico no país e o panorama atual do setor, foram utilizados os endereços eletrônicos das principais agências reguladoras do setor elétrico no país, além de dissertações nacionais sobre o tema, disponibilizadas na internet.

Para caracterização do município de Itaboraí, área de interesse deste estudo, foi realizada uma pesquisa nos principais endereços eletrônicos relacionados à cidade

(Prefeitura, Secretarias, IBGE, instituições privadas locais etc). A literatura pesquisada encontra-se relacionada nas referências bibliográficas.

b.2) Campo (estudo de caso e observação direta)

Optou-se pelo estudo de caso, parte de um conjunto de métodos da pesquisa qualitativa, por adequar os interesses do pesquisador às possibilidades práticas e materiais da pesquisa, já que o empreendimento em questão representa a fonte de dados principal desta dissertação.

Inicialmente foi realizado um levantamento de dados do município de Itaboraí, com o objetivo de complementar a caracterização iniciada pela pesquisa bibliográfica, que pudesse contribuir para a elaboração do modelo de gerenciamento de resíduos proposto. Este levantamento foi realizado através de observações diretas e contato com instituições privadas e órgãos públicos locais. O foco do levantamento era a busca por informações relacionadas à infra estrutura da cidade, como saneamento básico, dados censitários, locais licenciados para a destinação de resíduos. Esse levantamento foi realizado nos meses de maio de 2008 a agosto de 2008.

Simultaneamente, foi realizado o levantamento do empreendimento, também através de observação direta, nos 9,2km do traçado da LT e nas estradas de acesso, para diagnosticar os pontos de maior dificuldade das frentes de obra, que pudessem interferir no gerenciamento de resíduos. Este levantamento foi feito durante os meses de maio de 2008 a agosto de 2008.

Antecedendo o início da fase construtiva do empreendimento, foi feito o levantamento e classificação de resíduos, para auxiliar na definição das etapas de manejo que foram estabelecidas. Foram considerados os resíduos a serem gerados por etapa de execução da obra, tendo como base a classificação segundo a Resolução CONAMA nº 307/ 02 e a norma ABNT NBR 10004:2004. Este levantamento teve a participação do supervisor da obra, da coordenadora de meio ambiente, autora desta dissertação, e do encarregado de construção civil.

As soluções operacionais (disponibilização de coletores e caçambas, treinamento de funcionários, contratação de empresas transportadoras de resíduos, entre outras) para realização do gerenciamento adequado de resíduos foram planejadas com base no diagnóstico realizado após o levantamento de campo (caracterização do município e do empreendimento) e classificação dos resíduos. A disponibilização da infra-estrutura

necessária para o manejo de resíduos nas frentes de obra e no canteiro foi programada de acordo com o cronograma físico do empreendimento (etapas de realização do empreendimento) e levantamento prévio de resíduos a serem gerados por etapa.

Durante o processo construtivo do empreendimento, foi realizada a quantificação dos resíduos gerados, a qual ocorreu durante a fase de coleta externa dos mesmos e registrada nos manifestos de resíduos emitidos. Os resíduos gerados no canteiro de obra também foram considerados nesta etapa. O objetivo da quantificação foi montar um referencial teórico sobre resíduos gerados durante a construção de sistemas de transmissão, já que não há qualquer tipo de registro a respeito. O procedimento de quantificação variou conforme o tipo do resíduo, e segue descrito abaixo.

- Resíduo Comum

Essa classe de resíduo, que abrange aqueles não recicláveis, como sobras de alimentos, guardanapos, copos plásticos descartáveis, entre outros, foram quantificados de acordo com o volume dos sacos utilizados no acondicionamento, sendo a unidade usada em metros cúbicos, como uma sugestão de quantificação em canteiros de obra, que não possuem balança de pesagem para este fim.

- Sobras de Concreto

A quantificação desses resíduos foi calculada de acordo com a quantidade solicitada à concreteira diminuída do volume de concreto determinado pelo projeto por fundação de cada torre, sendo a unidade usada em metros cúbicos.

- Sobras de Madeira

Esse tipo de resíduo foi quantificado de acordo com o volume de caçambas utilizadas no acondicionamento, sendo a unidade usada em metros cúbicos, como uma sugestão de quantificação em canteiros de obra, que não possuem balança de pesagem para este fim.

- Sobras de Aço para Concreto Armado – CA 50 (Vergalhões)

A quantificação deste resíduo foi calculada de acordo com dados do projeto básico. Foi possível calcular a sobra de acordo com a quantidade comprada para execução do empreendimento diminuída da quantidade total de ferragem usada nas fundações. A unidade considerada foi quilogramas. As barras de ferro utilizadas nesse empreendimento

foram do tipo CA 50 de bitolas de 6,3mm, 10mm, 12,5mm e 16mm, respectivamente. O comprimento das mesmas foi de 12 metros. Para o cálculo da quantidade de resíduos gerados, foi usada a proporção descrita na tabela abaixo:

DIÂMETRO	PESO /M
CA 50 – 6.3 mm	0,25 kg
CA 50 – 10 mm	0,56 kg
CA 50 – 12,5 mm	1,00 kg
CA 50 – 16mm	1,60 kg

Tabela 1: Correlação entre o diâmetro dos vergalhões e peso/ metro

- Sobras de Estacas Metálicas

Como trata-se de um resíduo reaproveitável, de acordo com o tamanho das sobras, a quantificação foi realizada em metro linear, através das medidas das sobras das estacas após o arrasamento das mesmas. Foram utilizadas estacas metálicas do tipo W 250 x 32,70 (I 10) de 12 metros de comprimento cada.

- Resíduos Perigosos e Sobras de Eletrodos

Essa classe de resíduos abrange a serragem utilizada em caixas contentoras posicionadas embaixo de equipamentos como bate-estaca, geradores, perfuratriz, como forma de medida mitigadora de impactos causados por vazamentos de óleo dos mesmos, bem como estopas e equipamentos de proteção individual, como luvas por exemplo, contaminados de óleo de lubrificação ou combustível utilizados em máquinas.

Foram quantificados de acordo com o volume dos sacos utilizados no acondicionamento, sendo a unidade usada em metros cúbicos, como uma sugestão de quantificação em canteiros de obra, que não possuem balança de pesagem para este fim.

Dentro da classe de resíduos perigosos estão, também, inclusas as sobras de eletrodos utilizadas nas soldas das estacas metálicas, as quais foram contabilizadas. Os eletrodos usados neste empreendimento foram do tipo E-7018 e sua composição química engloba, entre outros elementos, cromo, níquel, silício, molibdênio e manganês. Estes foram pesados separadamente em balança da marca Filizola, modelo CI 30 nº 101322009, de pesagem mínima 10g e máxima 30kg.

Todas as etapas metodológicas descritas acima (levantamento de campo, classificação prévia dos resíduos, soluções operacionais e quantificação dos resíduos),

somadas às pesquisas bibliográficas realizadas foram fundamentais para a estruturação do modelo de gerenciamento de resíduos sólidos proposto.

É importante ressaltar que as datas de realização da etapa de levantamento de campo antecedem o início do curso de pós-graduação, correspondendo à fase de elaboração do pré-projeto apresentado durante o processo de seleção.

1.3 Relevância da Proposta

No passado, os sistemas de transmissão de energia elétrica eram ofuscados pela importância e magnitude dos empreendimentos hidroelétricos. Os sistemas de transmissão não eram contemplados pelos estudos ambientais mais detalhados. Isto, por se tratar de empreendimentos que quando comparados às grandes usinas hidroelétricas, não pareciam provocar grandes impactos ambientais. São projetos que não são pontuais como as usinas, isto é, não estão concentrados em uma determinada área, pelo contrário, percorrem longas distâncias, trata-se de empreendimentos itinerantes, além de não provocarem o deslocamento de populações.

Felizmente esse quadro tem mudado. Atualmente, os impactos ambientais provocados durante a construção de linhas de transmissão viraram alvo da fiscalização dos órgãos ambientais, e precisam apresentar estudos de impacto ambiental para a obtenção da licença de instalação, conforme estabelecido pela Resolução CONAMA nº 237/ 97. A construção de LTs pode provocar processos de erosão e empobrecimento do solo, interferências em comunidades indígenas, retirada de cobertura vegetal natural, entre outros pontos negativos. Porém, dentro da lista de impactos ambientais relacionados aos sistemas de transmissão elétrica, a geração de resíduos sólidos é o mais preocupante.

Tais empreendimentos possuem, em sua maioria, grandes extensões, atravessando municípios e estados. Em seu percurso, cruzam cidades carentes em infra-estrutura básica, como saneamento e coleta de lixo. Como sinalizado pelo censo sanitário do IBGE referente ao ano de 2000, 72,2% dos municípios brasileiros utilizam vazadouros a céu aberto como unidades de destinação final.

Somando-se ao panorama da questão sanitária brasileira e às dificuldades encontradas por empreendedores durante a fase construtiva de LTs, tem-se o crescimento do setor elétrico no Brasil com diversos empreendimentos previstos para os próximos anos. Dessa forma, se faz necessária a criação de soluções operacionais que facilitem a

realização de um correto gerenciamento de resíduos sólidos, minimizando os impactos ambientais relacionados a empreendimentos desse setor.

1.4 Estrutura da Dissertação

Esta Dissertação está estruturada em 3 capítulos principais, além da introdução e das conclusões.

No primeiro capítulo é feita a revisão bibliográfica dos principais conceitos relacionados à gestão de resíduos sólidos na construção civil, além de um levantamento dos modelos mais modernos de gerenciamento de resíduos da indústria da construção no mundo seguido pelo levantamento de algumas experiências brasileiras no gerenciamento de resíduos de construção e demolição – RCD.

No segundo capítulo é feita uma descrição do sistema elétrico de potência, seguida do levantamento histórico do setor elétrico no país, incluindo o panorama atual e, a descrição das etapas construtivas dos sistemas de transmissão, bem como o apresentação do modelo de gerenciamento proposto.

O terceiro capítulo apresenta o panorama geral do município de Itaboraí e traz a aplicação da metodologia no estudo de caso, os aspectos e impactos gerados pelos resíduos sólidos, avaliados das etapas de construção e montagem da LT 138kV – COMPERJ, bem como as recomendações, ou sejam, as medidas sugeridas para eliminar e/ou reduzir os impactos negativos gerados no gerenciamento de resíduos sólidos em obras futuras.

2. GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

2.1 – Gestão de Resíduos Sólidos: aspectos básicos

Os resíduos podem ser definidos de diversas formas através de fontes de conhecimento distintas, como normas, conceitos acadêmicos, leis e assim em diante. Porém, independente da fonte de conceituação, todas tem como base o princípio de que os resíduos são o resultado da utilização incompleta de recursos naturais. Trata-se de uma concepção recente, já que os resíduos são gerados a partir das atividades exclusivamente humanas, intensificados a partir da Revolução Industrial iniciada no século XVIII.

Os sistemas naturais são sistemas fechados de produção e decomposição, sustentando-se num equilíbrio dinâmico baseado em ciclos e flutuações (Odum, 1971; Capra, 2006).

O homem, por sua vez, criou um sistema oposto, aberto, onde os recursos naturais utilizados de forma incompleta são perdidos, pois não retornam ao ciclo de produção, transformando-se em material perdido.

A visão cartesiana do universo separou o ser humano de seu habitat original, a biosfera. Essa visão transformou o conceito de natureza em um sistema mecânico, que pode ser manipulado e explorado infinitamente (Capra, 2006), e o homem assumiu o papel de dominador da natureza, acreditando que para sua exploração não há limites nem meios sustentáveis de fazê-la. A geração de resíduos, num contexto global, é uma das formas de demonstração dessa despreocupação humana, pois além de estar intimamente relacionada ao crescimento populacional e ao desenvolvimento econômico das sociedades, está consequentemente vinculada aos hábitos de consumo.

Diante da problemática que é a geração em massa de resíduos, sendo este um dos maiores e mais significativos impactos ambientais causados pelo homem, especialistas se empenham em desenvolver métodos de gestão específicos, com o objetivo de minimizar e controlar este grave problema.

Para que se possa alcançar um resultado positivo, o primeiro passo é conhecer o resíduo gerado, ou seja, sua classificação e quantificação. Essas informações somadas às políticas públicas relacionadas, são essenciais para que as etapas vinculadas ao manejo sejam delineadas. Isto significa dizer que modelos de gerenciamento, através de informações básicas sobre a composição e quantificação de resíduos e conhecimento dos requisitos legais aplicáveis, devem integrar harmonicamente as etapas de geração, acondicionamento, sistema de coleta e de disposição final.

Para definir a composição dos resíduos gerados, estes devem seguir a classificação quanto à sua natureza física (líquido, sólido, gasoso), quanto a sua origem (doméstico, industrial, hospitalar, etc), quanto sua composição química (orgânico ou inorgânico) e quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente (perigosos, inertes ou não inertes). Como dito anteriormente, a classificação auxiliará a definição das etapas a serem percorridas pelos resíduos desde sua geração até a destinação final.

O manejo de resíduos deve assegurar as ações necessárias ao gerenciamento de resíduos em seus aspectos intra e extra estabelecimento, desde sua geração até a disposição final. As etapas de segregação, acondicionamento, coleta interna e armazenamento temporário correspondem àquelas que ocorrem intra estabelecimento, ou seja, no espaço físico interno da instituição geradora. Enquanto que a coleta externa (transporte), tratamento e destinação final ocorrem extra estabelecimento, isto é, no espaço físico externo ao local gerador. A ilustração 2 demonstra o diagrama simplificado das etapas de manejo de resíduos.

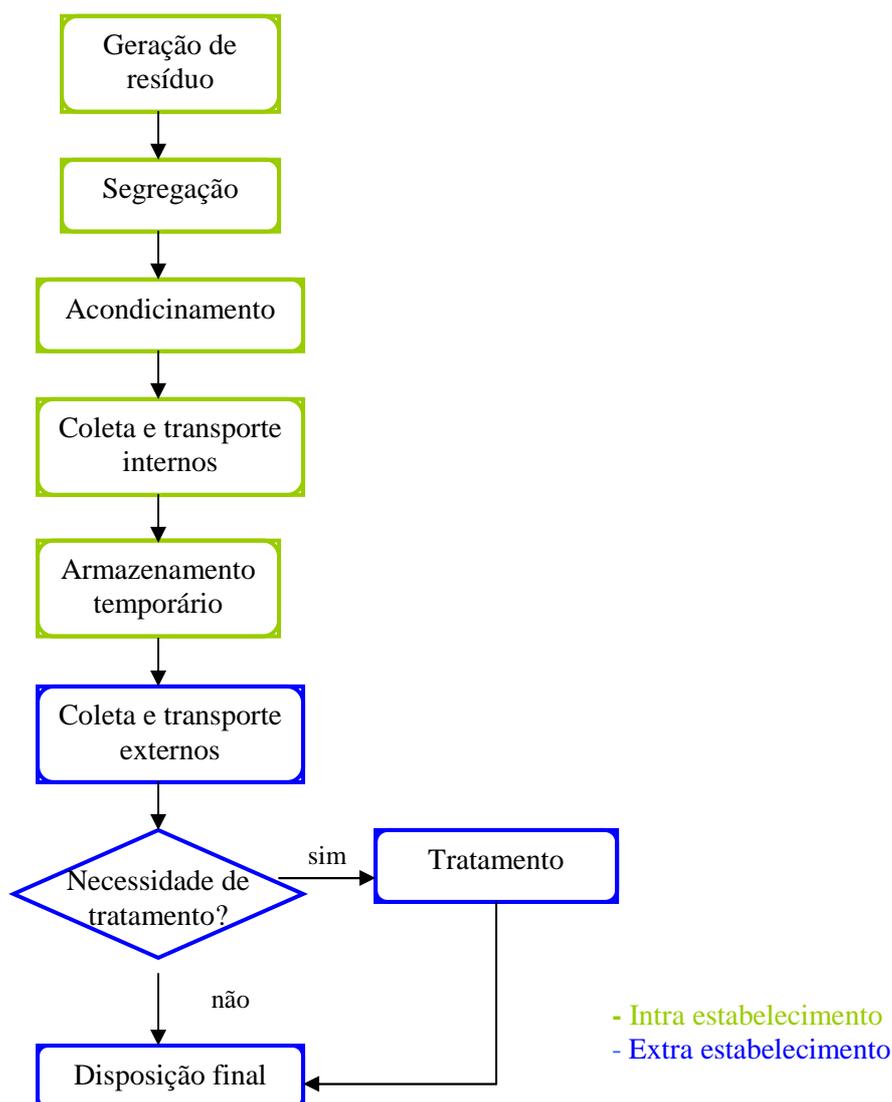


Ilustração 2: Diagrama simplificado das etapas do manejo de resíduos

A gestão de resíduos se enquadra nas atividades de saneamento básico, por existir a conexão entre este, a saúde e o meio ambiente. Em sua concepção fundamental, o gerenciamento de resíduos deve constituir um conjunto de procedimentos de gestão com os princípios básicos, em ordem de prioridade, da não geração de resíduos, da minimização da produção dos resíduos inevitáveis e da garantia de um encaminhamento seguro, de forma eficiente aos resíduos produzidos, visando a proteção dos trabalhadores, a preservação da saúde pública, dos recursos naturais e do meio ambiente.

2.2 – O Gerenciamento de Resíduos Sólidos e a Construção Civil

Na atualidade, o setor de construção civil é um dos setores que mais cresce em todo o mundo, sendo classificado como um dos setores que causam grandes impactos ambientais. A indústria da construção é responsável pelo gasto de 40% de toda a energia produzida na mundo e é a maior geradora de resíduos da sociedade (John, 2001). Os resíduos de construção civil promovem um dos maiores impactos ambientais do setor, pois são gerados em grandes volumes, não recebem destinação adequada, impactam o ambiente urbano e constituem local propício para a proliferação de vetores de doenças (Pinto, 1999).

A vantagem desta classe de resíduos é seu alto potencial de recuperação, cerca de 80% do volume total gerado pode ser reciclado (Erlandsson e Levin, 2005), evitando a saturação dos aterros sanitários e conservando as fontes de recursos naturais, porém muitos países ainda destinam essas sobras de forma irregular ou em aterros não controlados.

Os resíduos do setor construtivo são acumulados de forma exponencial nas frentes de obra, isto é, pequenas quantidades são geradas durante as fases iniciais de um determinado empreendimento e aumenta progressivamente à medida que a obra chega aos seus estágios finais (Katz e Braum, 2011). Nas frentes de obra, os resíduos de construção e demolição são provenientes de materiais defeituosos ou deteriorados durante o transporte ou na fase de armazenamento, do desperdício de materiais, da falta de planejamento e organização, das falhas de projetos, entre outros pontos de origem.

Os debrís de construção civil correspondem a um percentual significativo do volume total de resíduos sólidos gerados nas grandes cidades. Na Alemanha, por exemplo, em 2003, 61% dos resíduos sólidos totais eram originários do setor construtivo (WEISLEDER e Nassari, 2006). Na Austrália a proporção era de 44% em 1996 (Tam, 2008), na Inglaterra esses níveis chegam a 50% na atualidade (Esin e Cosgun, 2007),

enquanto que Itália, Noruega e Hong-Kong variam entre 30 e 40% (Tam, 2008). No Brasil, a taxa de resíduos de construção e demolição chega a 61% em relação à massa de resíduos sólidos urbanos (Pinto, 1999).

Lidar com resíduos é um dos mais difíceis e preocupantes problemas ambientais da atualidade. A grande questão que assola as diversas nações pelo mundo com relação a este tema é a definição de um modelo ideal de gerenciamento de resíduos de construção civil a ser seguido. E para definir o modelo ideal é necessário estabelecer todas as etapas de manejo, os tratamentos e destinação adequados, conciliar a melhor logística para a implantação do PGRSC&D considerando as características da região, como relevo, clima, infra estrutura disponível, espaço territorial, questões econômicas e políticas, deve-se fixar medidas de controle do processo, instituir a cadeia de responsabilidades dos envolvidos no gerenciamento, entre outras diretrizes básicas necessárias. Neste item, alguns dos modelos mais inovadores e fortes de gerenciamento de resíduos de construção civil do mundo e do Brasil são resumidos a seguir.

2.2.1 – As experiências em outros países

a) Espanha

Um dos principais modelos de gerenciamento de resíduos de construção civil e demolição seguido na Espanha é o Modelo Alcores, que recebe este nome por ter sido inicialmente implementado na Comunidade de Los Alcores, localizada em Sevilha. Este modelo tomou como base os princípios do Plano Nacional de Resíduos de Construção e Demolição (2001-2006), o qual determina o gerador como sendo o principal responsável pelo resíduos gerados, com a máxima “Quem contamina, paga” (Mancomunidad EcoAlcores).

O fundamento básico deste modelo é a introdução de um sistema preventivo, o qual possibilita a identificação antecipada dos resíduos a serem gerados (fontes geradoras, classificação dos resíduos) e a estimativa prévia do volume durante a execução do empreendimento que se pretende realizar. Estes são os dados necessários para a obtenção da Licença de Construção pelo órgão competente, o qual necessita de dois importantes aspectos para controle: as quantidades de resíduo e o custo para tratamento.

Para tanto, o plano de gerenciamento tem início ainda na fase de projeto, através de um estudo prévio do projeto básico do empreendimento, seguido pela aplicação de um sistema informatizado, conhecido como “Sistema de Avaliação de Geração de RCD”, através do

qual obtem-se o volume de resíduos a ser gerado durante o processo construtivo (Solis-Guzmán et al, 2009).

O modelo Alcores obriga o gerador a realizar um depósito monetário que estará vinculado ao volume de resíduo definido pelo construtor, isto é, a quantia monetária definida para depósito é o resultado da taxa correspondente ao volume de resíduo estimado.

Durante o processo construtivo de empreendimento, a construtora deve seguir o plano de gerenciamento definido durante a fase de projeto e aprovado pelo órgão competente, devendo encaminhar os resíduos para as Plantas de Tratamento de RCD mais próximas dos canteiros de obra. Em Sevilha, são três as Plantas de Tratamento (Santa Marta, Nudo Norte e Carmona), localizadas de forma estratégica, situadas a menos de 15 km dos núcleos populacionais e conectadas com as principais vias de acesso. A otimização de distâncias supõe um menor custo, levando em consideração que o peso e volume dos RCD dentro do fluxo total, apresenta elevados custos de transporte, bem como minimizando a probabilidade de acidentes ambientais durante o transbordo.

O gerenciamento de resíduos é concluído após a construtora obter o Certificado de Correto Gerenciamento e receber o depósito bancário de volta (reembolso), caso tenha desempenhado todas as etapas de manejo de forma correta e, principalmente, que o volume de resíduos gerado seja similar a estimativa feita durante a fase de licenciamento do empreendimento.

b) Reino Unido

No Reino Unido, mais de 50% dos resíduos destinados em aterros sanitários são provenientes do setor de construção civil (Solis-Guzmán, 2009), e a taxa tende ao crescimento.

Inicialmente, especialistas acreditavam que a implementação de Planos de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil seria suficiente para reduzir o volume de resíduos RCC durante a fase de execução dos empreendimentos. Entretanto, pouca atenção foi dada ao papel dos profissionais responsáveis pela elaboração dos projetos construtivos no processo de GRSCC. Foi estimado que 33% dos resíduos gerados em canteiros de obra são oriundos de projetos que não contemplaram medidas de minimização de resíduos (Osmani et al, 2008). Entende-se por minimização de resíduos sua redução na fonte, através da compreensão e mudanças de processos para alcançar a redução e prevenção.

Atualmente, no Reino Unido, há uma corrente de especialistas propondo uma reestruturação dos modelos de gerenciamento utilizados, colocando em foco dois termos opostos: “design waste” e “green design” ou “design out waste”. O primeiro, trata de projetos que não contemplam uma postura sustentável, isto é, projetos elaborados sem a preocupação de incluir oportunidades de minimizar a geração de resíduos durante o processo construtivo e a não utilização de materiais reciclados (alternativos), reduzindo o consumo de recursos naturais. O termo “green design” ou “design out waste” consiste na idéia oposta, ou seja, elaborar projetos com o propósito de gerar um volume mínimo de resíduos (resíduos inevitáveis), além de sugerirem a utilização de materiais reciclados. Dessa forma, a fase de elaboração de projetos passa a fazer parte das etapas preliminares do gerenciamento de resíduos de Construção e Demolição, se tornando a primeira delas.

Osmani et al (2008), pontuou as possíveis origens de resíduos, que dificultam o gerenciamento durante os processos construtivos de empreendimentos. Entre elas estão questões contratuais, como documentos incompletos ou que proporcionem a má interpretação de seu conteúdo pela falta de clareza; questões ligadas ao projeto, como revisões de última hora, complexidade de projeto e detalhamento em demasia, falhas de projeto e construção; questões ligadas às atividades de logística e operações, como transporte inadequado e armazenamento inapropriado de materiais, causando danos e deterioração, falta de planejamento por parte da construtora, entre outros pontos negativos.

Para reverter o “design waste” em “design out waste” diversas abordagens e estratégias são discutidas na literatura. Entre elas estão quatro pontos básicos para se alcançar o objetivo final, a minimização de resíduos. São eles: a linguagem contratual, que deve ser clara e completa, podendo ser decisiva na minimização do volume de resíduos gerados, contemplando em suas cláusulas penalidades para gerenciamento de resíduos falhos e fracos; conciliar conceitos de design com métodos construtivos durante a fase de elaboração de projetos; a especificação de materiais para a construção deve ser clara e objetiva, evitando desperdícios, erros de compra, transporte e armazenamento; e Programas de educação ambiental para projetistas e clientes com o intuito de que todos passem a compreender as questões relacionadas à geração de resíduos.

Esta proposta seria uma revisão dos modelos de gerenciamento atuais sob a ótica dos projetistas. Para alcançá-la, as práticas ideais para elaboração de projetos futuros e dificuldades em implementar este modelo de gerenciamento serão avaliadas de forma mais específica, abrindo a possibilidade futura dos planos de gerenciamento de resíduos terem seu início na fase de elaboração de projetos.

c) Alemanha

O gerenciamento de resíduos de construção civil e demolição na Alemanha corresponde a um processo altamente maduro e bem integrado. O princípio básico deste modelo é reciclar, recuperar e reutilizar o volume máximo de resíduos possível. Os sistemas de gerenciamento de resíduos são altamente embasados pelas leis e regulações em todos os níveis de governo, apoiando a minimização dos impactos causados pelos debrís de construção civil. As versões mais recentes dessas regulações tem como foco central o ciclo de vida completo dos materiais, desde a produção até a reciclagem, reuso e reaproveitamento dos materiais utilizados nos empreendimentos (Weisleder e Nassari, 2006).

Outro ponto significativo no gerenciamento de resíduos alemão é a participação ativa dos arquitetos, engenheiros projetistas e profissionais responsáveis pela construção dos empreendimentos, que recebem treinamentos específicos e são obrigados a seguir integralmente o plano de GRCD estabelecido para a fase de construção, contemplando o ciclo de vida completo dos materiais.

Para que todos os profissionais possam estar comprometidos com esses sistemas de gerenciamento, as regulações estabeleceram uma cadeia de responsabilidades que tem início com a administração dos municípios, passando pelas construtoras, empresas que lidam com os resíduos (*“Waste Companies”*), investidores/ empresários até os fornecedores de material, cada qual tem pleno conhecimento de suas atribuições e responsabilidades nesse processo.

A Alemanha possui em seu contexto de RCD elevados custos de energia e material, agendas ambientais fortes e eficientes, espaços físicos limitados para aterros sanitários e altas taxas de disposição final. Esses tópicos contribuíram para que na atualidade a Alemanha represente um dos países que mais recicla materiais de construção civil no mundo, cerca de 85% do volume de RCD são destinados à reciclagem. Porém, em seus princípios básicos, a prevenção ainda é melhor que reciclar.

d) Grécia

A Grécia, apesar de não representar uma referência em implantação de modelos de gerenciamento de resíduos sólidos de construção civil, foi contemplada nesse estudo, por

apresentar características de relevo e infra-estrutura peculiares e que propiciaram alternativas positivas que podem ser consideradas no modelo proposto.

No início do século XXI, a Grécia preocupada com o aumento das construções e demolições por conta dos Jogos Olímpicos de 2004 em Atenas, saiu da inércia em relação à questão do gerenciamento de resíduos de construção civil e demolição, já que até aquele período não havia ações específicas voltadas para este tema, dependendo exclusivamente da conscientização dos geradores.

Até aquele período o país era caracterizado pela ausência de uma rede de coleta de resíduos e unidades de tratamento. Parte do volume de RCD gerado era destinado em aterros sanitários, porém a maior quantidade era enviada à aterros não controlados ou depositados de forma irregular. Os geradores não tinham a obrigação de relatar as características quantitativas e qualitativas dos resíduos destinados, contribuindo para a ausência de um banco de dados válidos.

Em 2001 foi publicada a Lei 2939 dispondo sobre alternativas de gerenciamento de resíduos sólidos em geral, com um parágrafo direcionado aos RCD. Esta lei descreve sobre os princípios básicos que devem ser contemplados nos planos de gerenciamento, entre eles o estímulo à redução na geração de resíduos, o poluidor é pagador (“polluter pays principles”), a responsabilidade é do gerador, conservação de energia e matérias-primas, proteção dos recursos naturais, aumento do volume de resíduos reciclados, reutilizados e reaproveitados, destinação final legalizada, entre outros.

Para iniciar a implantação do novo modelo de gerenciamento, o primeiro passo foi obter dados válidos referentes aos volumes de resíduos RCD gerados. Uma das diretrizes básicas foi obter dados oficiais e estabelecer canais de informação integrados. Esses dados constituem a base para a determinação dos métodos de tratamento e a capacidade de atuação das unidades de reciclagem.

A principal característica para o manejo de resíduos nos pólos geradores de RCD é a implantação de unidades de tratamento e reciclagem somado a um local para a destinação de resíduos inertes. A proposta inicial era a implantação de usinas fixas nos dois maiores pólos geradores, Atenas e Thessaloniki. Foi sugerido o pagamento de uma taxa de recebimento de materiais não inertes, com o intuito de estimular o desenvolvimento de controles e técnicas mais apuradas na fase de segregação de resíduos.

Em áreas com menor geração de RCD, a proposta é a instalação de unidades móveis de tratamento e reciclagem, que atuarão de acordo com a demanda.

O gerenciamento de resíduos na região dos Bálcans é definido pelas características sociais e geográficas da área. O território grego, foco deste tópico, apresenta 80% de sua área composta por montanhas, sendo este um dos países mais montanhosos da Europa, além de possuir 15000 quilômetros de litoral e um arquipélago de aproximadamente 2000 ilhas (BalkWaste – Waste Management Status – Greece). Essa geografia pode dificultar a implantação de planos de gerenciamento de RCD, necessitando da criação de alternativas para o atendimento às etapas de manejo. São áreas que apresentam território limitado para a instalação de unidades de tratamento e reciclagem; no caso do arquipélago, há uma longa distância entre as ilhas e o continente, o transporte marítimo sofre influência das condições meteorológicas (região afetada por ação dos ventos), trata-se de regiões dependentes do turismo e que interferem na tomada de decisões, entre outras peculiaridades (Fatta et al, 2003). Uma das alternativas cogitada foi estabelecer depósitos temporários de RCD nessas regiões e utilizar as unidades de tratamento móveis, de acordo com a demanda.

Torna-se pré-requisito para a obtenção de licença de construção a apresentação de um plano de gerenciamento de resíduos de construção e demolição.

Atualmente, a destinação de resíduos em aterros controlados prevalece, porém há necessidade do estabelecimento de novas metodologias de tratamento, como previsto em 2003 por Fatta et al. Nesse contexto, o governo grego estabeleceu metas para a reciclagem e utilização os RC&D nos próximos anos: 30% até o final de 2012, 50% até o final de 2015 e 70% até o final de 2020 (Invest in Greece) .

2.2.2 – As experiências no Brasil

A indústria da construção civil utiliza em torno de 14-50% dos recursos naturais consumidos pela sociedade (Schneider DM, 2003), e sua atividade no Brasil corresponde a 14% da economia (Sanches MCG, 2004). É a principal geradora de resíduos, e sua geração *per capita* varia entre 230 a 730 kg/hab.ano, equivalente à 61% do volume total dos resíduos sólidos urbanos produzidos nas grandes cidades brasileiras (Pinto, 2003). Além de consumir em excesso os recursos naturais, como dito anteriormente, outro grande problema relacionado, é a disposição desses resíduos, podendo ser em aterros, comprometendo o tempo de vida útil desses locais, ou ocorrendo de forma irregular, geralmente descartados em áreas de escosta (locais propícios a deslizamentos), ou em regiões de depressão, ou margens de rios e canais, determinando impactos ambientais significativos, além de seu não reaproveitamento/ reciclagem, potencializando o consumo de recursos naturais por parte deste setor.

Em 2002, o Brasil obteve participação de uma política pública nacional para a gestão de resíduos provenientes do setor construtivo, a Resolução CONAMA nº 307 (CONAMA 2002), a qual determina as diretrizes necessárias para minimizar os impactos ambientais provenientes da geração de resíduos pelo setor, proibindo a disposição dos RCC em aterros domiciliares e em áreas de bota fora. O princípio básico desta Resolução é tentar organizar as questões envolvidas com a disposição final desses resíduos. E como ferramenta principal, a Resolução definiu o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PIGRS), incorporando o Plano Municipal de Resíduos Sólidos de Construção Civil (PMRSC) e o Projeto de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS). O PMRSC tem como intuito definir locais específicos para a disposição de resíduos para a reciclagem e resíduos perigosos. Neste caso, tanto a elaboração quanto a implantação são de responsabilidade do Município. Já o PGRS é de responsabilidade dos geradores, devendo definir os responsáveis pela realização do manejo, isto é, desde o momento da geração e segregação até a destinação final.

Os grandes geradores são obrigados a submeter à aprovação um projeto de gerenciamento de resíduos de construção civil, que tenha como fundamento básico a não geração de resíduos. As prefeituras devem apoiar os pequenos geradores. A partir desta Resolução, fica determinado a responsabilidade dos municípios em imprimir em suas legislações o estímulo à não geração de resíduos evitáveis e minimização dos inevitáveis.

Em 02 de agosto de 2010, a Presidência da República instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), através da Lei nº 12.305. Ela define as diretrizes básicas relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos. Tem entre seus princípios básicos o poluidor-pagador e o protetor-recebedor, a ecoeficiência, a cooperação entre as diferentes esferas do poder público, do setor empresarial e demais segmentos da sociedade, a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos.

A PNRS traz uma inovação, que é o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania (reconhecimento dos catadores e cooperativas). No gerenciamento de resíduos, ela define a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada.

Por se tratar de uma lei recente, ainda não há um panorama da realidade nacional quanto aos resíduos sólidos e nem medidas concretas a respeito, até porque a PNRS não estabelece metas e prazos para os setores se enquadrarem. Sabe-se, porém, que está a

cargo da União, sob coordenação do Ministério do Meio Ambiente, a elaboração do Plano Nacional de Resíduos Sólidos, que deverá ser revisado a cada quatro anos.

Apesar do país ter o apoio de uma política pública nacional, são mais de 8 mil municípios distribuídos entre os 26 estados da Federação e o Distrito Federal, apresentando suas peculiaridades, características geográficas próprias, diferenças culturais e sociais marcantes, que se manifestam na forma de tratar os resíduos sólidos (Schneider, 2003). A realidade é que a maioria das cidades, com raras exceções, adota apenas medidas emergenciais em relação aos RCD (Inojosa, 2010). Trata-se em sua maioria de atividades corretivas e custosas, sem contemplar o aspecto preventivo.

Segundo Inojosa (2010), a partir de uma entrevista realizada com um representante do Ministério do Meio Ambiente em 2009, até aquela data não havia um diagnóstico da implementação da Resolução CONAMA nº 307/ 02. Sabe-se que os municípios brasileiros ainda não estão preparados para se enquadrar nas diretrizes estabelecidas por esta Resolução, justificando a lentidão nos avanços nessa área, e até mesmo casos de se observar nenhuma evolução quanto a este tema em grande parte do país. Um dos principais desafios, ainda hoje, por parte do Poder Público é justamente avaliar a implementação da Resolução. Em 2004, Blumenschein listou algumas das principais barreiras no processo de implantação desta Política Pública, como por exemplo, a ineficiência do sistema de fiscalização, falta de capacitação técnica dos municípios, falta de recursos aliada à cultura de que um sistema de gestão integrada gera altos custos, falta de dados precisos com relação ao volume gerado (dado essencial para a elaboração de um sistema de gestão bem como o acompanhamento de sua eficácia), falta de integração entre os órgãos municipais, entre outras dificuldades. Percebe-se, que mesmo seis anos após a realização deste levantamento por Blumenschein, os problemas permanecem os mesmos.

Ainda sim, há municípios brasileiros preocupados com as questões dos RCC e foram inovadores, pois se anteciparam à Resolução CONAMA nº 307 de 2002, e deram início à implementação de medidas preventivas, como é o caso de Belo Horizonte e Salvador.

a) Belo Horizonte

A cidade de Belo Horizonte adotou o modelo de gestão diferenciada de resíduos proposto por Pinto (1999), iniciando a gestão de resíduos de construção civil antes da publicação da Resolução CONAMA nº 307/ 02. Segundo o autor, esta representa a primeira iniciativa no país com foco num novo modelo de gerenciamento de RCC.

No início de sua implementação, esse sistema apresentava quatro áreas denominadas “unidades de recebimento”, que correspondem a locais de entrega voluntária de RCC em pequenos volumes de até 2 m³. Em 2008, o município apresentava 29 unidades desse porte (SINDUSCON/ MG e SENAI/ MG, 2008). Os resíduos podem ser entregues nesses locais por carroças, veículos leves e carrinhos.

Também foram instaladas três usinas públicas de reciclagem no Estoril, na Pampulha e no Jardim Filadélfia. Essas usinas apresentam controle ambiental (ruído e material particulado). Pinto (1999), através das medições de monitoramento comprova a viabilidade da existência de usinas de reciclagem em área urbana.

Para a entrega desses resíduos nas unidades de recebimento não há cobrança de taxas. A exigência da Prefeitura é quanto à composição do RCC, que deve apresentar 5% no máximo de resíduos Classe B, segundo a classificação da Resolução CONAMA nº 307/ 02, bem como a ausência de terra, matéria orgânica, gesso e amianto (SINDUSCON/ MG e SENAI/ MG, 2008).

Em relação ao material reciclado, a Prefeitura na contratação de empreiteiras, estimula a utilização desse material, além do mesmo ser utilizado em pavimentações e manutenção de vias públicas. A utilização dos reciclados corresponde a uma economia de 70-80% com os gastos na construção civil municipal (Inojosa, 2010).

Os grandes geradores devem apresentar projetos de gerenciamento de resíduos da construção civil para obtenção de licenças ambientais para construção de seus empreendimentos.

b) Salvador

Salvador também antecedeu a publicação da Resolução CONAMA nº 307/ 02, e a partir de 1981, deu início à elaboração de planos e programas visando a retirada de entulhos e o estabelecimento de monitoramento dos pontos de descarga clandestinos, na tentativa de minimizar os impactos negativos próprios da atividade (Sanches, 2004). Em 1994, o Decreto nº 10.869 regulamentou o processo de coleta, transporte, destinação final, bem como definiu infrações e instituiu penalidades. Entre os anos de 1996 e 2001 houve uma redução progressiva de áreas irregulares de despejo, entretanto os custos para o correto gerenciamento se tornaram elevados, dificultando sua implementação. As melhorias do sistema de gestão desses resíduos foram sentidas em 1998, com a implantação do Projeto de Gestão Diferenciada do Entulho de Salvador, viabilizado pelo Decreto nº 12.133 (Sanches, 2004). O programa de gerenciamento recebeu o apoio de

Postos de Descarga de Entulho (PDE) e Bases de Descarga de Entulho (BDE), instalados de forma estratégica pela cidade, onde os pequenos e grandes geradores respectivamente descartam os resíduos de construção civil sem qualquer cobrança monetária pelo serviço.

O Projeto de Gestão Diferenciada teve como base a descentralização de tratamento e destinação final, com o objetivo de criar uma estrutura para segregar na origem o RCC gerado e transformar o descarte irregular em disposição correta (Azevedo, Kiperstock e Moraes, 2006). Foi estabelecido que os PDE receberiam entulhos de pequenos geradores (até 2 m³ por gerador), e as BDE receberiam resíduos dos grandes geradores e dos PDE, para então reciclar, reutilizar ou destinar de forma adequada, sem limite de quantidade (Azevedo, Kiperstock e Moraes, 2006).

A implantação do Projeto de Gestão Diferenciada reduziu em 61,66% o número de áreas irregulares de destinação, aumentou a participação dos RCC no total de resíduos coletados em Salvador em 50%, aumentou a participação do gerador na coleta e transporte de RCC, evoluindo de 3% em 1996 para 61% em 2000, entre outros resultados extremamente positivos para o município (Azevedo, Kiperstock e Moraes, 2006). A LIMPURB, Empresa de Limpeza Urbana de Salvador, monitora os RCD gerados no município

O Projeto necessita ainda de melhorias, como por exemplo, estimular a minimização da geração de resíduos e, a reciclagem daqueles gerados. Houve um crescimento na produção de RCC e sua disposição não é paga pelo gerador, aumentando os custos do município, ou seja, a prefeitura absorve 56% dos custos de transporte e 100% dos custos de disposição, entre outros pontos (Azevedo GOD, Kiperstock A e Moraes LRS, 2006). Porém, trata-se de uma iniciativa do município em regularizar o gerenciamento desses resíduos, com bons resultados iniciais, como apresentado anteriormente, buscando avanços no sistema de gerenciamento.

2.2.3 – Conclusão

Os modelos de gerenciamento de resíduos da construção levantados, ao serem analisados, mostram diferenças entre os sistemas de gestão internacionais e nacionais (Tabela 2).

As experiências internacionais, mesmo aquelas que ainda estão na fase de proposta, como a Grécia e Reino Unido, tem como princípio básico de suas gestões, a prevenção. Esses modelos demonstram a importância de informações básicas e de forma antecipada,

como a composição dos resíduos e a estimativa de geração, para que as etapas de tratamento e destinação possam ser adequadamente dimensionadas. Na verdade, esses modelos acrescentam uma etapa no manejo de resíduos que é a elaboração de projeto de um determinado empreendimento. O tipo de projeto e a especificação dos materiais é que vão definir o final do processo que é a geração de resíduos. Este caminho permite prever as classes dos resíduos e seus respectivos volumes a serem gerados, dando a oportunidade das empreiteiras se planejarem financeiramente para este fim.

No caso espanhol, o planejamento e organização das atividades construtivas deve ser ainda maior, pois em função do pagamento antecipado de uma taxa relacionada à estimativa realizada, não pode haver taxas elevadas de desperdício durante a execução dos serviços, caso contrário essa taxa não será revertida para o gerador. Esta é uma iniciativa preventiva, estimulando a não geração de resíduos.

A Alemanha, dos quatro modelos analisados, possui o princípio de estímulo à reciclagem e reutilização máxima de seus resíduos, apesar de apresentar uma cadeia de responsabilidades definida, incluindo os fornecedores dos principais insumos e projetistas. Todos os envolvidos recebem treinamento específico para que tenham o conhecimento necessário para participarem ativamente do processo de gestão dos RCC. Por conta do espaço físico limitado para a disponibilização de aterros, cobra altas taxas de destinação, estimulando a reciclagem e reutilização. Esse dado justifica a taxa de 85% de RCC reciclados (Weisleder e Nassari, 2006).

No Brasil, a preocupação com RCC é recente, ainda na tentativa de desenvolver sistemas de gestão isolados em determinados municípios. A grandiosidade espacial brasileira, as diferenças culturais somadas às realidades de cada cidade, dificultam a definição de um único e grande modelo de gerenciamento a ser seguido. Por conta desse processo inicial que vive o país, as experiências nacionais tem como foco comum a redução de disposições irregulares. Os municípios de Salvador e Belo Horizonte foram inovadores, e com medidas simples, como a disposição de Pontos de descarga de entulho, conseguiram reduzir o número de locais irregulares para deposição de RCC. Belo Horizonte disponibilizou três usinas públicas de reciclagem, criando uma alternativa no tratamento dos RCC. Porém, quando se pensa em locais distantes dos centros urbanos, é difícil definir a logística a ser aplicada pela falta de infra-estrutura necessária, como locais legalmente designados para descarte ou reciclagem.

Inojosa (2010), relacionou 10 prováveis motivos que dificultam a implantação de sistemas de gerenciamento de resíduos da construção. Dentre eles, três estão relacionados

à questões econômicas, como custo elevado de transporte e baixo valor econômico do material reciclável, quatro motivos relacionados às questões políticas, como falta de controle e fiscalização por parte do poder público e, dois motivos vinculados aos valores culturais e sociais, grandes desperdícios e acomodação da população em relação ao tema.

Modelos de Gerenciamento de RCC						
Caracterização dos Sistemas de Gestão	Experiências Internacionais				Experiências Nacionais	
	Espanha	Reino Unido	Grécia	Alemanha	Belo Horizonte	Salvador
Princípio Básico	Prevenção	Prevenção	Prevenção	Reciclar, recuperar e reutilizar o volume máximo de resíduos	Reciclar, recuperar – reduzir número de depósitos clandestinos	Reduzir número de depósitos clandestinos
Porte do Gerador	Grande	Grande	Grande	Grande	Pequeno e Grande	Pequeno e Grande
Modelo de Gestão	Modelo Alcores - Tem início na fase de projeto através da identificação e quantificação prévia dos RCC	Tem início na fase de projeto – “design out waste” ou “green design” – identificação e quantificação prévia dos RCC	Necessidade de obtenção de informações sobre composição e quantificação de RCC para a determinação dos métodos de tratamento e capacidade das usinas de reciclagem	- Modelo altamente embasado por leis e regulamentações - Estabelecimento da Cadeia de Responsabilidades (Projetistas, empresários, fornecedores e equipe de campo)	Projeto de Gestão Diferenciada-Distribuição de pontos de descarga p/ pequenos geradores - Grande gerador deve apresentar PGRSCC na fase de licenciamento	Projeto de Gestão Diferenciada – descentralização de tratamento e destinação final
Diferencial	Otimização das distâncias entre a fonte geradora e a destinação final – disponibilização de plantas de tratamento estrategicamente localizadas, reduzindo custos com transporte	Necessidade de treinamento e conscientização dos projetistas e equipe envolvida diretamente com as atividades construtivas	Utilização de usinas móveis em função das características geográficas do país (região montanhosa e arquipélago)	Alto custo com a disposição em aterros, estimulando a reciclagem dos RCC	- Distribuição de usinas públicas de reciclagem	- Distribuição de Pontos de Descarga de entulho - O município arca com os custos de destinação

Tabela 2: Resumo dos modelos de gerenciamento de RCC levantados

3 – GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA CONSTRUÇÃO DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

3.1 – Sistemas Elétricos de Potência

Os sistemas elétricos de potência são grandes sistemas de energia que compreendem três etapas principais, a produção (geração), o transporte e a distribuição, e seus respectivos componentes são as estações geradoras, as linhas de transmissão e os sistemas de distribuição.

Os sistemas elétricos tem como objetivo fornecer energia às diversas cargas existentes numa dada área de serviço, gerando energia elétrica suficiente, transmitindo-a em grandes quantidades aos centros de carga e fornecendo energia em todos os locais exigidos pelo consumidor.

A energia elétrica é produzida a partir de estações geradoras (centrais elétricas), capazes de converter energia mecânica, obtida a partir de fontes de energia primária, em energia elétrica. De acordo com a fonte de energia, as centrais elétricas podem ser classificadas como termoeletricas, nucleares, hidroelétricas, entre outras.

Toda tecnologia envolvida na geração de energia elétrica tem como princípio fundamental a transformação das formas primitivas de energia disponíveis na natureza, em energia elétrica. Essa energia é então transformada em outras e variadas formas úteis. Atualmente, grande parte da transformação de energia ocorre a partir da energia mecânica para a elétrica. Porém, há grandes esforços e inovações tecnológicas para eliminar a etapa mecânica de transformação, procurando obter energia elétrica diretamente de fontes energéticas alternativas, como a solar, por exemplo.

No Brasil, as usinas hidroelétricas ainda são as principais fontes geradoras de energia. A matriz energética brasileira divulgada pela ANEEL em 2011 apresenta 66,22% de potencial hidráulico, sendo o restante distribuído entre fontes de gás (10,76%), biomassa (6,54%), petróleo (5,77%), nuclear (1,65%), carvão (1,60%) e eólica (0,76%), respectivamente, correspondendo 2.359 usinas (ANEEL, 2011).

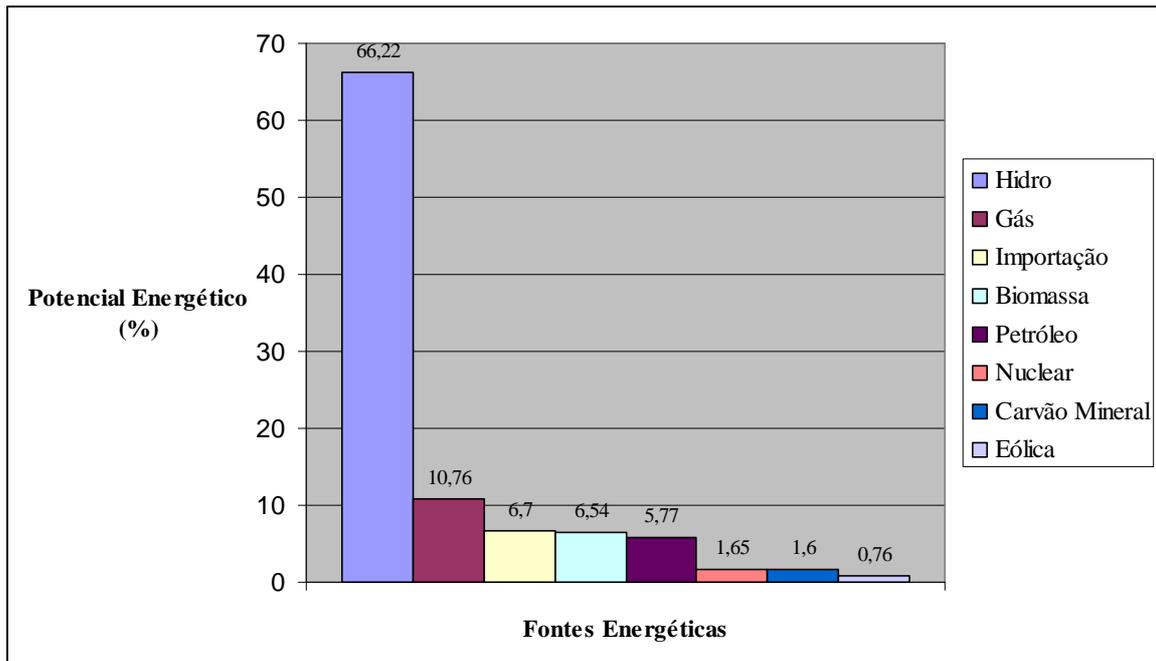


Gráfico 1: Matriz energética brasileira **Fonte:** ANEEL – Banco de Informações de Geração (26/ 02/ 2011)

O transporte de energia é realizado através das linhas de transmissão, levando grandes blocos de energia, geralmente com elevada tensão, que variam de 138kV a 750kV, e em longas distâncias, a partir das centrais elétricas até os centros de carga. No momento em que a energia elétrica é produzida nas usinas geradoras (em média tensão), transformadores situados na saída do cabo gerador, eleva a tensão (subestações elevadoras) ao nível desejado de transmissão. No final da linha, a tensão é reduzida (subestações abaixadoras) a nível de distribuição.

A próxima etapa dos sistemas de elétricos de potência corresponde a distribuição de energia para os consumidores, em tensões mais baixas que a da transmissão. A ilustração 3 demonstra em forma de esquema as fases que compõe o sistema elétrico de potência.

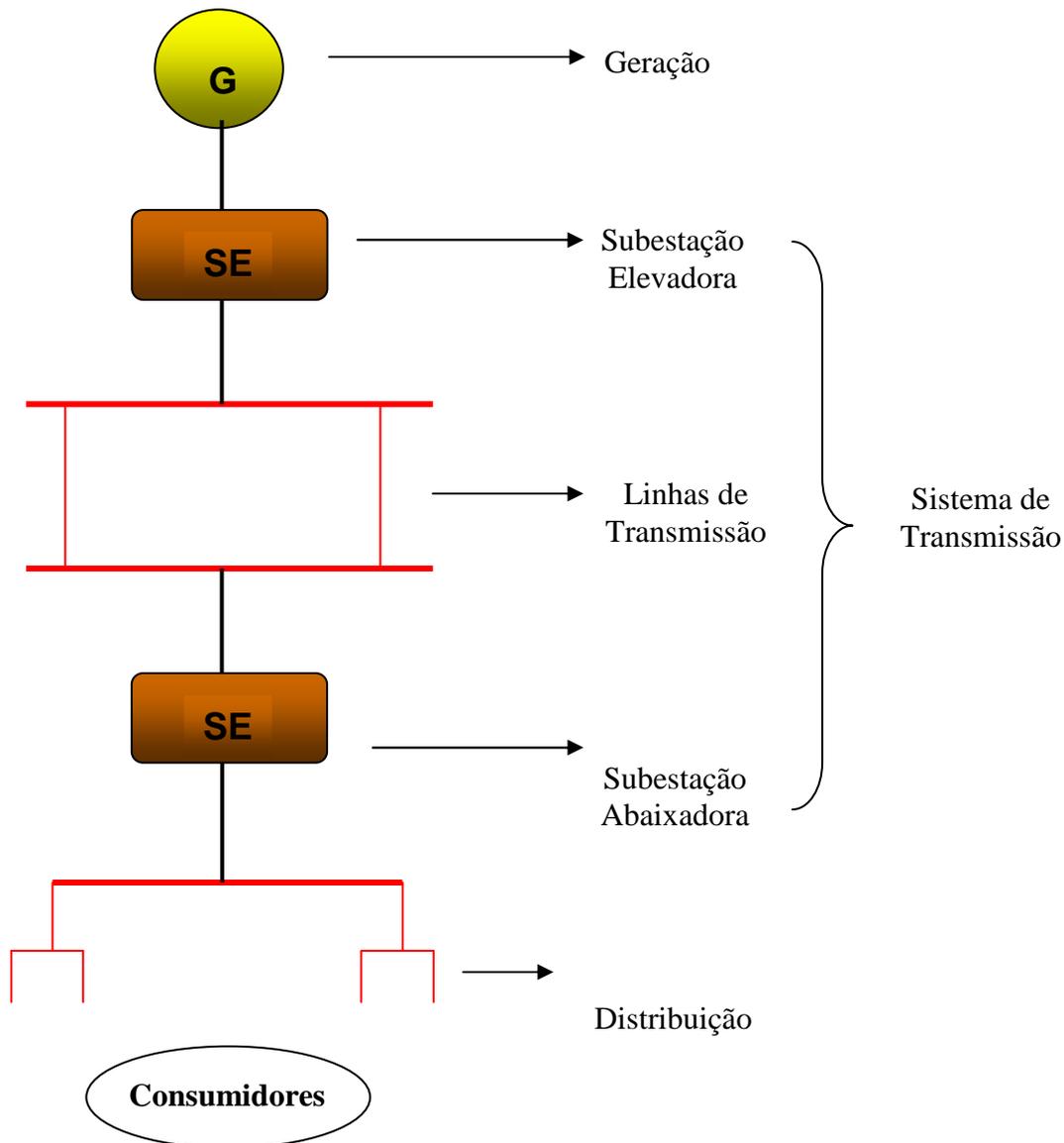


Ilustração 3: Diagrama Elétrico de Potência

a) Histórico Setor Elétrico no País

Na história da humanidade, a energia elétrica, desde sua descoberta, sempre ocupou lugar de destaque, tendo em vista a qualidade de vida e do progresso econômico de cada sociedade, proporcionando produtividade e desenvolvimento, além de conforto, comodidade, bem-estar e praticidade, tornando a sociedade moderna cada vez mais dependente de seu fornecimento (Leão R, 2009).

No Brasil, a eletricidade chegou na segunda metade do século XIX, ainda durante o período imperial, por iniciativa de D. Pedro II. Foi a cultura do café, atividade esta que impulsionou a economia brasileira durante este período, que proporcionou o crescimento das cidades favorecendo as primeiras iniciativas de uso da energia elétrica no país. O

marco inicial ocorreu em 1879, com a inauguração da iluminação elétrica na estação central da ferrovia Dom Pedro II (Central do Brasil), no município do Rio de Janeiro.

Em 1883, o Brasil inaugurava sua primeira central geradora, uma unidade termoelétrica, que alimentava 39 lâmpadas na cidade de Campos, estado do Rio de Janeiro, inaugurando o serviço público de iluminação na América do Sul. Nesse mesmo ano, foi inaugurada a primeira hidroelétrica brasileira em Diamantina, Minas Gerais.

O setor elétrico no país nasceu privado, em 1904, através de investidores canadenses e americanos, com intenção de explorar todos os serviços urbanos: iluminação pública, transporte, distribuição de eletricidade e gás além da telefonia. Somente nos anos 30 é que o Estado assume seu papel intervencionista na gestão de águas e energia elétrica e firma a centralização da legislação do setor com a formalização do Código de Águas (Decreto 24.643, de 10 de julho de 1934), o qual detalhou os critérios para a exploração industrial das fontes hidroelétricas. Nesse período, o país já possuía uma potência instalada de cerca de 350MW em usinas hidroelétricas pertencentes a indústrias e prefeituras (Antunes FM, 2006).

Na década seguinte, o Governo Federal amplia seu papel e passa a atuar diretamente na produção, através da criação da Companhia Elétrica do São Francisco (CESF), em 1945 (Camargo, 2005).

Entre as décadas de 40 e 50 o setor elétrico brasileiro sofria graves problemas de suprimento energético nos estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Belo Horizonte, em que houve maior crescimento industrial. Havia faltas recorrentes de energia elétrica, freqüentes interrupções de fornecimento e quedas de tensão que entravavam o desenvolvimento econômico do país. Foi em fevereiro de 1957, que o então Presidente da República Juscelino Kubitschek criava a Central Elétrica de Furnas S.A., com a missão de construir uma usina que evitaria o colapso energético da Região Centro-Sul do país: a Hidroelétrica de Furnas (Eletrobras Furnas). Esta usina começou a operar em 1963, no auge da crise do abastecimento, após um ano de estiagem, pondo fim ao racionamento (Camargo, 2005).

Em 1954, Getúlio Vargas propôs a criação da Eletrobras, porém esta somente foi aprovada pelo Congresso sete anos depois. Em 1961, através da Lei nº 3.890-A, Jânio Quadros autorizou a União a constituir a Eletrobras, que recebeu a atribuição de promover estudos, projetos de construção e operação de usinas geradoras, linhas de transmissão e subestações destinadas ao suprimento de energia elétrica no país (Eletrobras Furnas).

O Governo prosseguiu com sua trajetória estatizante, num ritmo de crescimento muito abaixo do necessário, gerando uma grande crise no setor, quando em 1988 foi criada

a Revisão Institucional do Setor Elétrico – a REVISE, embrião das alterações promovidas no setor de energia elétrica durante os anos 90 (Camargo, 2005).

A década de 90 foi então marcada por mudanças profundas. A primeira etapa da reforma do setor teve início em 1993 com a Lei nº 8.631, a qual extinguiu a equalização tarifária vigente e criou os contratos de suprimento entre geradores e distribuidores, começando a preparar o mercado para a desestatização. Em seguida, vieram as primeiras licitações para novos empreendimentos de geração, e a promulgação da Lei nº 9.074/ 95, que criou o Produtor Independente de Energia e o conceito de Consumidor Livre.

Em 1996 foi implantado o Projeto de Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro (Projeto RE-SEB), coordenado pelo Ministério de Minas e Energia. O projeto concluiu que seria necessário implementar a desverticalização das empresas de energia elétrica, ou seja, dividi-las nos segmentos de geração, transmissão e distribuição, além de incentivar a competição dos segmentos de geração e comercialização, e manter sob a regulação do Estado os setores de distribuição e transmissão de energia elétrica (CCEE).

O projeto também identificou a necessidade de criação de um órgão regulador (a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL), de um operador para o sistema elétrico nacional (o Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS), e de um ambiente para a realização das transações de compra e venda de energia elétrica (o Mercado Atacadista de Energia Elétrica – MAE).

Em 2001, o setor elétrico sofre nova crise de abastecimento, que culminou em um plano de racionamento de energia elétrica. Durante os anos de 2003 e 2004, o Estado lançou as bases de um novo modelo para o setor. Em termos institucionais, esse novo modelo definia a criação de uma instituição responsável pelo planejamento do setor elétrico a longo prazo (a Empresa de Pesquisa Energética - EPE), uma instituição com a função de avaliar permanentemente a segurança do suprimento de energia elétrica (o Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico - CMSE) e uma instituição para dar continuidade às atividades do MAE, relativas à comercialização de energia elétrica no sistema interligado (a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - CCEE). A ilustração 4 mostra a composição da estrutura organizacional atual bem como os agentes do setor elétrico brasileiro.

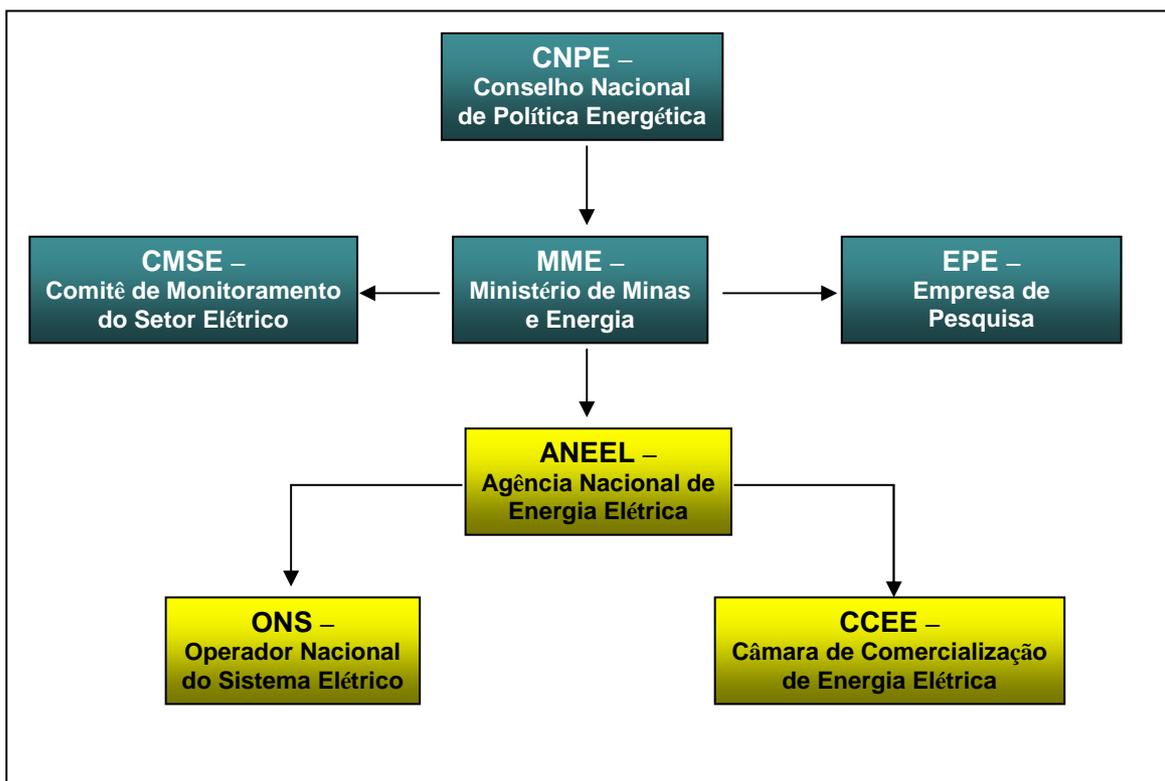


Ilustração 4: Estrutura organizacional e os agentes do setor elétrico brasileiro **Fonte:** CCEE – Instituições do Setor (06/ 02/ 2011)

b) Panorama do Setor Elétrico

O setor elétrico brasileiro, como dito anteriormente, está em fase de crescimento, através do Programa de Expansão de Transmissão (PET) elaborado pelo EPE, e o Plano de Ampliações e Reforços (PAR), elaborado pela ONS, com o intuito de adequar a prestação de serviços de transmissão de energia elétrica. O PET e PAR consolidados pelo Ministério de Minas e Energia resultam em um conjunto de empreendimentos de transmissão necessários para o atendimento da geração e da carga do Sistema Interligado Nacional, no período de 2010 a 2012.

Desde a sua criação e estabelecimento do seu regulamento interno em 1997 até o primeiro semestre de 2010, a ANEEL licitou aproximadamente 38,8 mil quilômetros de linhas de transmissão nas tensões de 230, 345, 440, 500 kV e, 600kV em corrente contínua. Para o primeiro semestre de 2011, a previsão de licitação é de 920 quilômetros distribuídos pelos estados da Bahia, Minas Gerais, Mato Grosso, Paraíba, Pernambuco e Piauí além da construção de subestações. Segundo o Censo Sanitário realizado pelo IBGE em 2000, estados como Piauí, Paraíba e Pernambuco apresentavam 97,7%, 98,5% e 91,6% de lixões, respectivamente. Esses dados antecipam as dificuldades a serem enfrentadas

pelas empreiteiras com o processo de gerenciamento de resíduos durante a fase construtiva dos sistemas de transmissão.

3.2 – Construção e Montagem de Linhas de Transmissão

Uma linha de transmissão tem por finalidade transportar em forma de energia elétrica a energia proveniente de fontes diversas, tais como: hidráulica, térmica, nuclear, biomassa, entre outras fontes, até o ponto em que é convertida na forma desejada, seja luz, calor, energia mecânica ou química.

Num sistema de transmissão, uma LT pode apresentar as seguintes funções:

- Transmitir energia da fonte de geração até o centro de carga;
- Interligar diversos sistemas de transmissão, permitindo o intercâmbio de energia e, em casos de emergência, manter em condições de suprimento a parte afetada;
- Permitir a otimização da geração das diversas usinas de um sistema interligado.

As linhas de transmissão são classificadas quanto ao isolamento dos cabos condutores, podendo ser subterrâneas ou aéreas, e quanto à forma de transmissão, podendo ser de corrente contínua ou corrente alternada.

Antecedendo a etapa de construção de uma LT é necessário que se passe por etapas preliminares, correspondentes aos estudos e parâmetros básicos para projeto, seguida pelas etapas de implantação de uma LT.

3.2.1 – Estudos e Parâmetros Básicos para Projeto

a) Estudos de Planejamento

Os estudos de planejamento são essenciais a partir do momento em que se decide implantar uma LT. Esses estudos consistem na definição da tensão de transmissão, potência a ser transmitida, local de saída e chegada, bem como a época necessária para a implantação.

Projeto Básico

É o detalhamento dos componentes de uma LT, como por exemplo, definição da série de torres a serem utilizadas, tipos de bitolas dos cabos condutores e pára-raios, isoladores, entre outros itens.

Projeto Executivo

Consiste na etapa em que se processa a elaboração dos desenhos de detalhamento, especificações e instruções necessárias à execução da obra e montagem dos equipamentos.

b) Etapas Principais para a Implantação da LT

Para que os projetos básico e executivo de uma LT sejam elaborados, bem como a realização de estudos ambientais, se faz necessária a obtenção de dados provenientes do campo como informações sobre os meios físico, biótico e antrópico, levantamento topográfico para a elaboração dos desenhos de planta do traçado e planta e perfil, dados meteorológicos e geotécnicos, entre outros.

b.1) Levantamento de Campo

– Definição do Traçado

O traçado de uma LT é escolhido a partir de estudos de corredores alternativos levando em consideração os aspectos técnicos, econômicos e ambientais.

O traçado é estabelecido a partir da determinação de coordenadas dos pontos iniciais, das deflexões, dos pontos notáveis e dos pontos finais, definidos segundo critérios básicos:

- menor comprimento total para o traçado da LT;
- trechos lineares, com poucas deflexões;
- terrenos pouco habitados, com o objetivo de facilitar a obtenção da faixa de servidão e evitar remoções e realocações;
- relevo pouco acidentado e com solos apropriados às fundações das torres.

Definido o corredor preferencial, é feita a implantação do traçado dentro deste corredor e emitido o desenho de planta do traçado da LT.

Após a definição do traçado da LT, segue-se a etapa de implantação da linha, que será materializada em seus pontos principais através da fixação de bandeiras, as quais sinalizam os vértices e o alinhamento do traçado em locais que permitam uma boa visão das marcas adjacentes, bem como o uso de marcos, os quais indicam o eixo da LT. Nessa fase, eventuais condicionantes não identificadas na fase de definição do traçado poderão implicar em revisão do traçado inicial.

– Levantamentos Topográficos e Desenhos de Planta e Perfil

Usando como base o desenho da Planta do Traçado é feito o levantamento planoaltimétrico do eixo da LT, e elaborados os desenhos de planta e perfil onde serão plotadas as estruturas (torres) nos pontos adequados.

Nestes desenhos são indicados os limites das propriedades atravessadas, os obstáculos encontrados na faixa de servidão, como rios, ferrovias ou rodovias, linhas de distribuição ou outras LTs, entre outros. Nestes desenhos também é indicado o eixo levantado da LT.

Com relação à plotação das estruturas, esta se dá em duas etapas, sendo a primeira uma plotação preliminar, a partir da qual são locadas estruturas no campo e levantadas as seções transversais para a definição dos comprimentos das pernas ou comprimentos dos estais. Somente após a definição destas informações é realizada a plotação final.

– Dados Meteorológicos

Os dados meteorológicos são informações essenciais para que o projeto básico seja subsidiado. É necessária a coleta de dados da região de interesse, como por exemplo, índices pluviométricos, temperaturas máximas e mínimas ocorridas, temperaturas médias anuais, velocidade média e máxima dos ventos, entre outras informações necessárias de acordo com a região onde será implantada a LT.

Essas são informações básicas para a definição do nível de isolamento e do tipo de isoladores, carregamento das estruturas em função da pressão do vento, limite térmico dos cabos condutores e condições de lançamento dos cabos pára-raio e condutores, entre outras definições. Na ausência de dados meteorológicos específicos da região de interesse, parte destes pode ser obtida a partir de normas técnicas.

– Dados Geotécnicos

Correspondem à realização de sondagem e resistividade do solo. É através da sondagem que irá se obter as características do solo, seguidos de ensaios locais e de laboratório. Tais informações serão fundamentais para a definição características e dos tipos de fundação da LT.

Quanto ao estudo de resistividade do solo, este fornecerá os valores de resistência elétrica do solo, os quais serão necessários para a definição do aterramento das estruturas.

b.2) Licenciamento Ambiental e os Estudos Ambientais

Segundo a legislação (Resolução CONAMA nº 06/ 87), as concessionárias de exploração, geração e distribuição de energia elétrica devem submeter seus empreendimentos ao licenciamento ambiental perante ao órgão estadual competente, prestando informações técnicas sobre o mesmo, conforme estabelecem os termos da legislação ambiental.

No caso de LTs, a Licença Prévia (LP) deverá ser requisitada no início do planejamento do empreendimento, antes de definida sua localização ou caminhamento definitivo. A Licença de Instalação (LI) deve ser solicitada depois de concluído o projeto executivo e antes do início das obras, e a Licença de Operação (LO), antes da entrada em operação comercial.

Para o licenciamento deverá ser apresentado o Estudo de Impacto Ambiental (EIA)/ Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), o qual deverá ser realizado por uma equipe multidisciplinar e deverá contemplar os aspectos técnicos do empreendimento, o diagnóstico ambiental das áreas direta e indiretamente afetadas, avaliação dos impactos sócio-ambientais provenientes das intervenções propostas e por fim a proposição de medidas de controle e mitigação dos impactos negativos.

O processo de licenciamento ambiental deve seguir as Resoluções CONAMA 001/ 86, 006/ 87 e 237/ 97.

b.3) Providências Jurídicas

▪ Autorização para a Construção

É obtida através do órgão governamental após o exame do projeto das características básicas da LT, incluindo a planta do traçado, cronograma, orçamento, relação das travessias e cálculo da largura da faixa de servidão.

▪ Liberação da Faixa de Servidão

É a atividade desenvolvida junto aos proprietários ao longo do traçado da LT para a obtenção da permissão de passagem da LT pelas propriedades atravessadas. Esta etapa é realizada pela equipe jurídica do empreendimento, a fim de indenizar os proprietários e garantir a permissão de passagem.

3.2.2 – Fases de Construção

A construção de linhas de transmissão compreende três etapas significativas a saber: serviços preliminares, construção civil e por fim montagem eletromecânica.

Os serviços preliminares constituem as atividades topográficas, como levantamento de perfil, locação de marcos e conferência de vãos. São esses serviços iniciais que preparam o traçado da futura LT para o desenvolvimento das próximas etapas.

– Topografia

A equipe de topografia é a primeira a iniciar a implantação da LT. É a responsável por realizar o levantamento de perfil do traçado, validando o documento Perfil e Planta inicial. Simultaneamente, é feita a conferência de vãos (distância entre torres) e a locação dos marcos, ou seja, identificar no campo através da utilização de piquetes o posicionamento das torres e suas respectivas pernas. Nessa fase também são locadas as fundações sejam elas do tipo estaca, tubulão ou sapata.

– Faixa de Servidão Administrativa

A modalidade legal para a passagem de LTs é a Constituição de Servidão, a qual delimita a área atingida pela faixa da linha. A servidão é o instrumento jurídico de intervenção sobre a propriedade, que regulamenta as restrições de seu uso em favor de terceiros.

A largura da faixa é estabelecida tendo em vista fatores elétricos, estruturais e ambientais. Os critérios a serem atendidos para a definição da faixa são:

- Critério Mecânico – a largura da faixa deve ser verificada para o balanço dos cabos sob a ação de ventos;
- Critério Elétrico – aspectos referentes à ignição de combustível, aos níveis de rádio interferência, ruído audível e à interferência na recepção de TV.

Somente LTs com tensão nominal superior a 230kV precisam ter a faixa de servidão verificada quanto ao critério elétrico, segundo a NBR 5422.

Após a definição da largura da faixa de servidão, há restrições impostas às propriedades inseridas nesta área, tais como:

- proibição do ato de construir moradias ou à permanência das mesmas;
- impedimento ao desenvolvimento de plantio de árvores de grande porte;

- restrição a atividades comerciais ou industriais, incompatíveis com o empreendimento.

Atualmente a largura para a limpeza de faixa é definida pelo órgão ambiental evitando a supressão de vegetação da largura integral da faixa, por exemplo, em uma faixa de servidão administrativa definida em 30 metros de largura, é permitida a supressão em 4 à 6 metros de largura de acordo com a área. Em casos de Área de Proteção Permanente (APP) a largura autorizada para corte é ainda menor, 3 metros.

– Aberturas de Estradas de Acesso

Para que as equipes de construção alcancem às bases das torres são necessárias estradas de acesso. Acessos são necessários para o transporte de materiais, mão de obra e equipamentos pesados. De forma a facilitar a realização do empreendimento bem como evitar impactos ambientais prioriza-se a utilização de estradas já existentes, porém em casos contrários, deve-se estudar as melhores opções de acesso que minimizem a supressão de vegetação e cortes de terreno, capazes de interferir em cursos d'água e desencadear ou acelerar processos de erosão.

A construção, melhoria e manutenção de estradas de acesso são essenciais para que após a operação da linha, as equipes de manutenção tenham acesso fácil e permanente a todas as estruturas.

– Fundações

As características peculiares de uma obra de linha de transmissão fazem com que o projeto de fundação das estruturas seja norteado por uma série de condições bastante distintas das demais obras de engenharia. Dentre as peculiaridades, ressalta-se o elevado número de fundações a serem executadas, as grandes distâncias entre torres, dificuldades de acesso, inexistência de apoio logístico em cada local de torre, período de chuvas, entre outras dificuldades.

A confiabilidade operacional de uma LT está intimamente ligada à segurança oferecida pelas fundações. Para o cálculo das fundações das torres de uma linha de transmissão, somente após o projeto de locação das estruturas e da exata definição das posições das fundações, é que a definição das variáveis do projeto é realizada: esforços solicitantes, alturas e tipos de estruturas, ângulos e travessias, vãos, natureza do terreno, vegetação, nível do lençol freático, entre outros pontos são considerados.

As solicitações que são recebidas pelas fundações de uma estrutura de LT são provenientes do peso próprio da estrutura, dos cabos, da ação do vento sobre os mesmos e das trações dos cabos.

Para a realização das fundações deve-se locar com marcos e piquetes os pés das torres seguido da preparação e nivelamento do terreno, caso necessário. Em construções de linhas, as principais fundações rasas utilizadas são grelhas, sapatas ou blocos, enquanto as principais fundações profundas correspondem a tubulões ou cravação de estacas.

– **Preparação das Fundações ou Plano de Concretagem**

Após a execução das fundações, inicia-se a etapa de preparação das escavações para a concretagem, que constitui as medidas a serem tomadas antes do lançamento do concreto para assegurar a qualidade da peça a ser concretada. Essa etapa compreende a colocação das fôrmas/ escoramentos e armaduras, bem como o posicionamento dos stubs (cantoneiras metálicas que sustentarão as torres). A fotografia 1 ilustra um stub.



Fotografia 1: Ilustração de um Stub

– **Concretagem**

A concretagem tem início após a preparação das fundações, como dito no item anterior. No momento da entrega do concreto usinado, deve-se verificar o volume, o abatimento (slump test), a resistência característica do concreto à compressão (FCK), e do aditivo, quando solicitado.

Após a verificação, o concreto deverá ser lançado de forma contínua e rápida, não sendo permitido mais que duas horas e meia entre o tempo de saída da usina e o seu lançamento final.

– Aterramento das Estruturas

A instalação de sistemas de aterramento deverá ser iniciada logo após a concretagem e antes da montagem das torres. Os cabos contra-peso deverão ser instalados em valetas, com profundidades definidas pelo projetista, reaterrados e compactados convenientemente.

O objetivo é diminuir a resistência de aterramento da estrutura para valores compatíveis com o desempenho esperado frente a curtos-circuitos, surtos de manobra ou descargas atmosféricas, conforme o valor da resistividade do solo mensurado durante a etapa de captação de dados geotécnicos.

– Montagem Eletromecânica

A montagem das estruturas metálicas tem início 7 dias após a concretagem das fundações (concreto usinado sem uso de aditivos). Esta etapa é dividida em quatro fases principais, sendo estas:

- Escalamento – consiste na classificação das peças da torre segundo uma lógica, para facilitar a montagem;
- Pré-montagem – é realizada no solo e consiste na organização e montagem de diversos conjuntos da torre (pés, mísulas, suportes de pára-raios, entre outros conjuntos) para também facilitar a montagem final;
- Montagem – Consiste na montagem propriamente dita da estrutura, podendo ser realizada de forma manual ou com auxílio de guindaste;
- Revisão – antecedendo o lançamento de cabos com também a entrega da LT deverá ser feita a revisão completa em todas as torres para verificação do atendimento aos requisitos básicos de projeto e especificação.

– Lançamento de Cabos

A instalação de cabos é uma das principais atividades na construção de LTs, envolvendo grande número de equipamentos e mão de obra altamente especializada. Esta atividade consiste na transferência dos cabos de suas embalagens (bobinas) para as

estruturas, nas quais ficarão suspensos, provisoriamente, à espera do tensionamento e fixação definitiva.

Para dar início ao lançamento de cabos, é necessário o atendimento às condições básicas, tais como:

- Plano de lançamento elaborado com base na lista de bobinas;
- Faixa de servidão preparada, conforme condicionantes das licenças ambientais. Porém, durante o lançamento de cabos, pode haver a necessidade de cortes seletivos de vegetação, os quais devem sempre seguir as orientações do órgão ambiental licenciador;
- Todas as estruturas devem estar montadas e revisadas;

A fase de lançamento de cabos condutores e pára-raios é orientada pelo plano de lançamento, que compreende a preparação de estruturas de proteção de cercas, travessias e de linhas de distribuição, o aterramento dos equipamentos em geral e a definição das praças de lançamento, onde estarão localizados os equipamentos de freio (tensionador) e *puller*, entre outras informações necessárias para a execução desta etapa.

3.2.3 – Revisão Final

A revisão da LT é a última fase de construção, e consiste na verificação completa da LT, desde estradas de acesso, limpeza de faixa, aterramento de cercas até peças faltantes, defeitos de galvanização e aterramento das estruturas, entre outros itens. É realizada por equipes multidisciplinares capazes de identificar qualquer não conformidade com o projeto final e especificações.

3.3 – Proposta de Gerenciamento de Resíduos Sólidos na Construção de Linhas de Transmissão

O modelo de gerenciamento de resíduos sólidos proposto neste trabalho teve como documentos básicos a Resolução CONAMA Nº 307/ 02, A Lei 12.305/ 10 – Política Nacional de Resíduos Sólidos e a norma ABNT NBR 10004: 2004. Ambas as diretrizes não determinam exigências para as etapas de manejo que ocorrem dentro ds instituição geradora (fase intra estabelecimento), deixando sob responsabilidade do gerador as decisões práticas agindo de forma adequada. Somente fazem referência à fase extra estabelecimento, em que cuidados com a destinação e transporte devem ser seguidos.

Além dos documentos básicos, três fases distintas compõe o modelo proposto, sendo elas o levantamento de dados, a análise dos dados e as recomendações finais. Cada uma

dessas fases considerou a região, o empreendimento e as principais fases do processo construtivo.

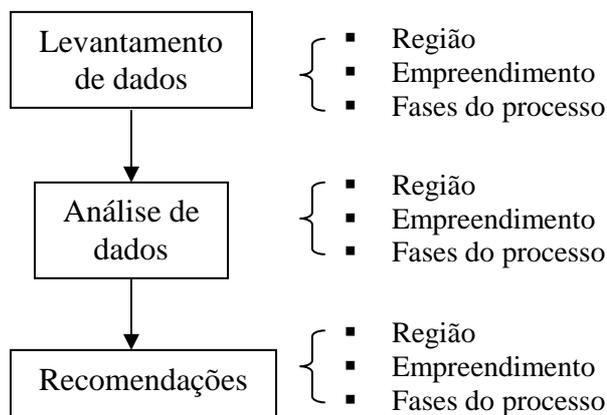


Ilustração 5: Fases do modelo teórico de GRS proposto

As etapas de manejo a serem seguidas foram definidas em função dos levantamentos de campo realizados e classificação dos resíduos a serem gerados durante a obra. As etapas devem contemplar alternativas para tornar viável o gerenciamento de resíduos.

O início prático do gerenciamento foi o treinamento da equipe de campo, envolvida diretamente com a execução da obra, incluindo todas as hierarquias, divulgando o processo de gestão de resíduos e transmitindo conhecimentos básicos sobre o tema. Durante a fase de construção foram realizadas campanhas internas estimulando a conscientização em relação à geração de resíduos e os cuidados necessários durante o manejo.

Por se tratar de uma obra itinerante, foi importante disponibilizar nas frentes de obra tambores identificados adequadamente e de fácil manipulação pelos funcionários. Também foi necessário definir responsáveis para o acompanhamento das atividades de transporte interno (transporte dos tambores e resíduos até o depósito temporário) e armazenamento temporário. A definição do depósito temporário no canteiro de obras foi uma medida estratégica, já que este localiza-se a 5 km distância do traçado da LT. Em função da característica itinerante do empreendimento e pelas condições difíceis de acesso se tornaria inviável que este fosse posicionado ao longo do traçado, dificultando ou até mesmo impossibilitando a coleta externa em períodos chuvosos.

As fases de coleta e transporte externos e destinação final foram as mais críticas por conta do município não apresentar soluções operacionais para tal. Foi definida uma triangulação para coleta de resíduos do tipo comum, sobras de concreto e perigosos. Os

dois primeiros foram destinados no aterro de Nova Iguaçu (124km percorridos) e, os perigosos destinados para coprocessamento no município de Magé (30km). Para as sobras de madeira foi proposta a doação para a indústria de cerâmica da região, e as sobras de estacas metálicas e vergalhões foram armazenadas para utilização na segunda etapa do empreendimento. A ilustração 6 resume as etapas do manejo propostas para este estudo de caso.

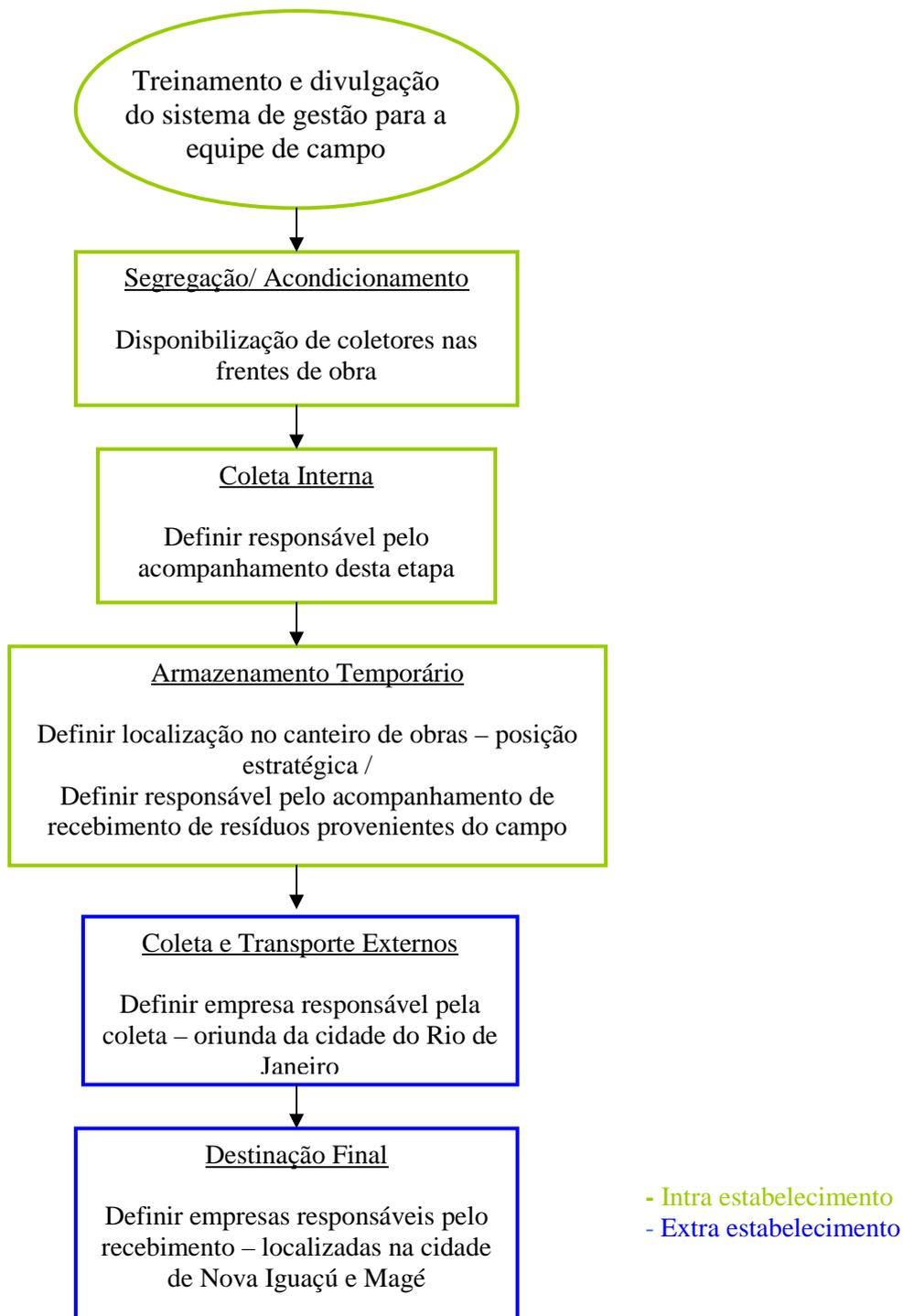


Ilustração 6: Resumo das etapas de manejo propostas para o estudo de caso

4. ESTUDO DE CASO

4.1 – Levantamento de dados – resultados

a) **A região da construção de linhas de transmissão – características geosociopolíticaeconômica**

Segundo os primeiros dados divulgados do Censo de 2010 realizado pelo IBGE, o estado do Rio de Janeiro apresenta 92 municípios. Dentre eles está Itaboraí, localizado a 45 quilômetros da capital fluminense com uma área total de 429,3 km². Este município é subdividido em cinco distritos principais, Itaboraí, Itambi, Visconde de Itaboraí, Porto das Caixas e Sambaetiba. Faz limite com os municípios de Guapimirim, Cachoeiras de Macacu, Tanguá, Maricá e São Gonçalo. O número de habitantes corresponde a 1,4% da população total do estado, o equivalente a 218.090 habitantes. Seu índice de pobreza chega a 59,43%, calculado através do Índice de Gini, pelo IBGE em 2003 (IBGE, Cidades). É caracterizada por ser uma região carente, não contemplada com as infra-estruturas necessárias, como saneamento básico, muitas de suas ruas e estradas não são pavimentadas, a coleta de resíduos é precária, além de não possuir aterro sanitário devidamente licenciado no município ou em áreas adjacentes.

Nos últimos anos, o município de Itaboraí ganhou destaque não só no estado do Rio de Janeiro, como no Brasil, por ter sido o local estrategicamente escolhido para a implantação do Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro (COMPERJ), um dos maiores empreendimentos da história da Petrobras. O Complexo será implantado em uma Zona Estritamente Industrial (ZEI), em uma área equivalente a 45 milhões de metros quadrados, decretado de utilidade pública pelo Governo Federal. Localiza-se próximo aos principais portos do estado, sendo atendido por ferrovias e rodovias. As obras de terraplanagem tiveram início em março de 2008. Porém, para a implantação do Complexo Petroquímico, existe a necessidade de inaugurar uma LT 138 kV para suprir a demanda de energia elétrica na fase inicial das obras de implementação do Complexo. Esta linha atenderá temporariamente as demandas de energia elétrica para instalações de infra-estrutura necessárias para a implementação do COMPERJ.

Este empreendimento foi selecionado para fazer parte deste estudo de caso por estar localizado em uma região carente, que apresenta as mesmas deficiências que a maioria dos municípios que concentram obras relacionadas aos sistemas de transmissão de energia elétrica. Isto significa dizer, que possui carências no setor de saneamento básico, o

qual engloba o tratamento de efluentes sanitários e a coleta e disposição de resíduos urbanos, entre outros itens como educação, saúde, índice de pobreza.

No diagnóstico realizado, através de observação direta e pesquisas bibliográficas e a órgãos públicos, ficou constatado a ausência de empresas especializadas e devidamente licenciadas para coleta e transporte de resíduos, bem como a existência de aterro sanitário igualmente licenciado no município ou em regiões adjacentes.

O município não possui um Programa de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil, conforme preconiza a Política Nacional de Resíduos Sólidos e a Resolução CONAMA nº 307/ 02, o qual deveria estabelecer diretrizes para o exercício das responsabilidades dos pequenos geradores, em conformidade com os critérios técnicos do sistema de limpeza urbana local. Facilmente se observa depósitos clandestinos de resíduos, inclusive resíduos de construção civil, como ilustram as fotografias 2 e 3.



Fotografia 2: Ponto clandestino de disposição de entulho – Distrito de Sambaetiba, Itaboraí



Fotografia 3: Ponto clandestino de disposição de entulho – Distrito de Porto das Caixas, Itaboraí

b) A construção de linhas de transmissão – características do empreendimento

A LT 138 kV COMPERJ tem origem a partir da derivação da LT 138 kV Magé-Zona Sul, da concessionária AMPLA, localizada no distrito de Itambi, município de Itaboraí, próxima à torre 44 da LT AMPLA. A partir desta conexão, o traçado segue no sentido nordeste, em direção à área do COMPERJ, passando sobre o antigo ramal ferroviário para a Fazenda Macacu, da Estrada de Ferro Leopoldina, atravessando os rios Porto das Caixas e o Caceribu terminando na subestação abaixadora do COMPERJ dentro dos limites do terreno, localizada no município de mesmo nome, num total de 9,2 km de extensão, conforme demonstra a ilustração 7.

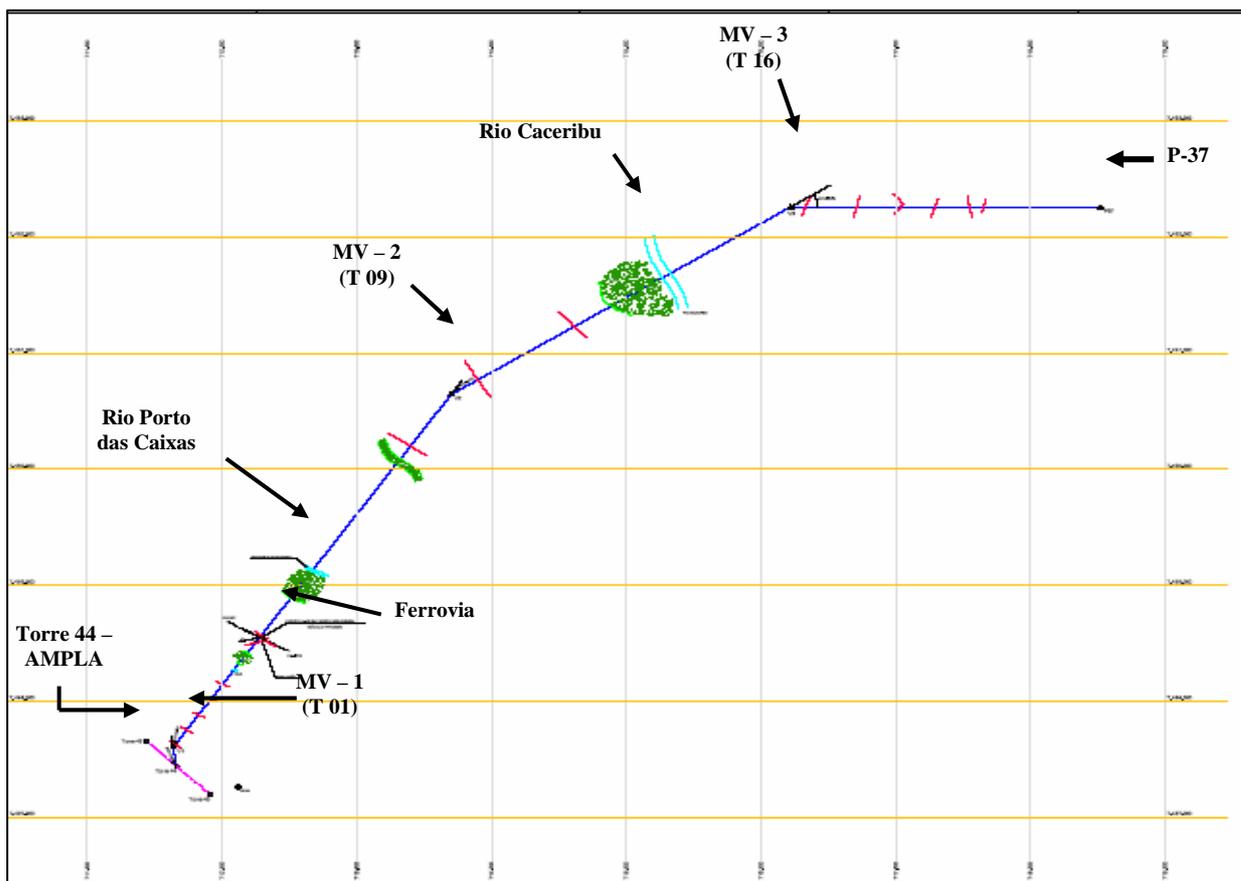


Ilustração 7: Traçado da LT 138kV – COMPERJ / Legenda: MV – Vértices e P-37 – Pórtico de chegada na subestação

A LT 138 kV – COMPERJ é composta por 22 torres, sendo 05 torres de ancoragem e 17 torres de suspensão, com três vértices (deflexão, isto é, a angulação da LT) em sua extensão (Torres 01, 09 e 16). A faixa de servidão está estabelecida em 30 metros.

As etapas de execução do empreendimento que foram consideradas nesse estudo de caso estão listadas na tabela 3, e compreendem os serviços preliminares, correspondentes às atividades de topografia, sondagem e resistividade do solo, a fase de construção civil, que corresponde às fundações de cada torre, sendo esta a fase mais crítica do empreendimento em função dos resíduos gerados e, por último, a montagem eletromecânica, referente à montagem das torres, lançamento de cabos e instalação dos acessórios (isoladores, espessadores, etc).

ETAPAS DE EXECUÇÃO DE LINHAS DE TRANSMISSÃO	
SERVIÇOS PRELIMINARES	Topografia (Levantamento de perfil, locação dos marcos, conferência de vãos e levantamento das seções transversais)
	Resistividade do Solo
	Sondagem SPT
CONSTRUÇÃO CIVIL	Limpeza de Faixa
	Escavações – tubulão ou sapata / cravação de estacas
	Armação e Ferragem/ Formas
	Nivelamento Stubs / Concretagem
MONTAGEM ELETROMECCÂNICA	Montagem
	Instalação de cabo contrapeso – Aterramento
	Instalação de cabos pára-raio, condutor e acessórios

Tabela 3: Etapas de realização da construção e montagem da LT 138kV – COMPERJ

O acompanhamento dessas etapas foi realizado no período de fevereiro a agosto de 2009. Para cada etapa de execução do empreendimento foram consideradas todas as fases do manejo de resíduos. Durante o período estudado, foi concluído 45% do empreendimento, correspondente a montagem de 10 torres (T-13 a T-22) e lançamento dos cabos entre as torres T-16 a T-22.

As torres 01 à 12 não foram analisadas, pois durante o período de estudo a área estava embargada.

Em relação ao traçado da LT, em seus 9,2km de extensão, as estradas de acesso são caracterizadas por aclives e declives, e por atravessarem regiões de alagamento. Sofrem influência direta do clima, pois em períodos de chuva, em certos trechos, o acesso se torna inviável, sendo estes os pontos críticos que vão definir as etapas de manejo.

O empreendimento teve como ponto de apoio um canteiro de obra localizado no distrito de Porto das Caixas, posicionado estrategicamente na metade do traçado da LT. O canteiro foi dividido em escritório (parte administrativa da obra e equipe de engenharia), alojamento da mão de obra especializada vinda de outros estados, armazenamento dos materiais e equipamentos e depósito temporário de resíduos.

c) O gerenciamento dos resíduos sólidos da obra – os resíduos gerados e o processo de coleta, acondicionamento, tratamento, transporte e destinação

Para a definição das etapas do modelo de gerenciamento de resíduos proposto foi necessária a obtenção de informações básicas sobre o projeto, etapas de construção do empreendimento, para posterior levantamento prévio de resíduos a serem gerados e, conseqüentemente, definição das etapas de manejo.

Sendo assim, após o conhecimento das etapas construtivas citadas no item anterior, foi realizado o levantamento de dados sobre os tipos de fundações a serem executadas nas bases das torres, dados esses que se correlacionam com a classificação prévia de resíduos a serem gerados. Foram 10 torres estudadas (T-13 à T-22), sendo duas de ancoragem (T-16 e T-22) e o restante, torres de suspensão. As fundações das torres de ancoragem são mais fortes e resistentes por conta de sua função, que é tensionar os cabos e, por conta do peso da estrutura em si. Normalmente, as torres de ancoragem localizam-se em vértices, que são as angulações do traçado, e em travessias e chegadas às subestações. As torres de suspensão possuem uma estrutura mais leve por sustentarem os cabos, sem tensioná-los, dessa forma, suas fundações são mais simples. Independente do tipo de torre, as fundações são um dos pontos chaves de sustentação de uma LT, pois a confiabilidade operacional de uma linha de transmissão está intimamente ligada à segurança oferecida pelas fundações.

As torres 13, 14, 15, 16, 17 e 19 foram estaqueadas, enquanto que as torres 18, 20, 21 e 22, por conta do posicionamento em regiões elevadas e em função das características do solo, tiveram as fundações do tipo tubulão. A tabela 4 resume as informações referentes ao tipo de torre e ao tipo de fundação das 10 estruturas estudadas.

TORRES	TIPO	TIPO DE FUNDAÇÃO
T-13	Torre de Suspensão	Estaca
T-14	Torre de Suspensão	Estaca
T-15	Torre de Suspensão	Estaca
T-16	Torre de Ancoragem	Estaca
T-17	Torre de Suspensão	Estaca
T-18	Torre de Suspensão	Tubulão
T-19	Torre de Suspensão	Estaca
T-20	Torre de Suspensão	Tubulão
T-21	Torre de Suspensão	Tubulão
T-22	Torre de Ancoragem	Tubulão

Tabela 4: Resumo dos tipos das estruturas de cada torre e os tipos de fundações executados.

Os resíduos foram mapeados de acordo com cada fase do processo construtivo e classificados segundo a Resolução CONAMA nº 307/ 02. A tabela 5 apresenta essas informações.

ETAPAS DE EXECUÇÃO LT 138kV		RESÍDUOS SÓLIDOS	CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUOS (Resolução CONAMA nº 307/ 02)
SERVIÇOS PRELIMINARES	Topografia	Resíduo Comum (copos plásticos, restos de alimentos)	Classe B
	Resistividade do Solo	Resíduo Comum (copos plásticos, restos de alimentos)	Classe B
	Sondagem SPT	Resíduo Comum (copos plásticos, restos de alimentos)	Classe B
CONSTRUÇÃO CIVIL	Limpeza de Faixa	Resíduo Comum (copos plásticos, restos de alimentos)	Classe B
	Escavações – tubulão / Estaqueamento	Resíduo comum (copos plásticos / embalagens/ restos de alimentos)	Classe B
		Sobras de eletrodo	Classe D
		Resíduos provenientes de vazamentos de equipamentos (pó de serra, estopas contaminadas com óleo lubrificante e combustível) / EPIs contaminados	Classe D
	Arrasamento de estacas/ Armação e Ferragem/ Formas	Resíduo comum (copos plásticos / embalagens/ restos de alimentos)	Classe B
		Sobras de estacas metálicas	Classe B
		Sobras de vergalhões de aço	Classe B
		Sobras de madeira	Classe B
	Nivelamento Stubs / Concretagem	Resíduo comum (copos plásticos / embalagens/ restos de alimentos)	Classe B
		Sobras de concreto	Classe A
MONTAGEM ELETRO-MECÂNICA	Montagem	Resíduo Comum (copos plásticos / embalagens / restos de alimentos)	Classe B
	Instalação de cabo contrapeso – Aterramento	Resíduo Comum (copos plásticos / embalagens / restos de alimentos)	Classe B
		Sobras de betume	Classe D
		Sobras de madeira	Classe B
	Instalação de cabos pára-raio, condutor e acessórios	Resíduo Comum (copos plásticos / embalagens / restos de alimentos)	Classe B
		Sobras de madeira (Embalagens)	Classe B

Tabela 5: Levantamento e classificação segundo a Resolução CONAMA nº 307/02, dos resíduos a serem gerados por etapa de execução da LT 138kV – COMPERJ

A fase de construção civil é a que gera o maior volume de resíduos e os mais significativos, por conta da problemática envolvida na destinação e cuidados com os mesmos. Observa-se a geração de sobras de concreto, madeira, eletrodos provenientes das soldagens, além de sobras de estacas metálicas e barras de ferro. Nas fases de serviços preliminares a geração de resíduos se restringe ao resíduo comum, enquanto que a fase de montagem eletromecânica se difere por apresentar sobras de madeira provenientes das bobinas de cabo e caixas dos isoladores e outros acessórios.

Levando em consideração o diagnóstico feito em campo (características do município e do local a ser desenvolvido o empreendimento e dados de projeto), somado ao levantamento e classificação dos resíduos, estabeleceu-se os procedimentos operacionais a serem implementados para a realização do gerenciamento de resíduos proposto.

Por se tratar de um empreendimento itinerante, as soluções operacionais foram planejadas para acompanhar o ritmo das atividades. Também foram consideradas as dificuldades de acesso ao traçado. Essas informações foram a base dos procedimentos operacionais sugeridos.

A primeira decisão foi estabelecer o armazenamento temporário no canteiro de obras, por se tornar inviável a implantação do mesmo ao longo do traçado da LT em função da dinâmica da obra (itinerante) e do difícil acesso, o que dificultaria a etapa de coleta e transporte externos. Foi feito um depósito de resíduos, com coletores de 240 litros devidamente identificados para receber resíduos plásticos, não recicláveis (resíduo comum) e perigosos. Para as sobras de concreto, madeira e ferragem foram disponibilizadas caçambas de 5 m³ cada.

- Segregação, acondicionamento e transporte interno

As frentes de obra foram contempladas com pontos estratégicos (abrigos), localizados próximos às áreas delimitadas para a realização das atividades (praças de montagem). Os abrigos apresentavam tambores devidamente identificados para cada tipo de resíduo (plásticos – copos descartáveis e resíduo comum – sobras de alimento).

Ao final de cada expediente, os tambores eram transportados até o canteiro de obras, e o resíduo era armazenado no depósito temporário, correspondendo à etapa de transporte interno.

Optou-se por fornecer a alimentação dos funcionários em restaurante próximo ao canteiro, para evitar a geração de resíduos orgânicos em grande quantidade nas frentes de

obra e por ser uma logística estrategicamente favorável a este empreendimento, o que na maioria de obras similares não acontece pela indisponibilidade de restaurantes próximos ao traçado, o que acaba por gerar maior quantidade de restos de comida, além das embalagens de alumínio dos alimentos (“quentinha”).

Durante a etapa de construção civil, fase mais crítica da obra em função dos resíduos produzidos, as sobras de concreto eram geradas durante a lavagem das betoneiras, que ocorria em campo logo após o despejo do concreto nas fundações. A lavagem seguia um procedimento específico definido com a equipe de campo, a qual disponibilizava tambores de 200 litros. Após a lavagem, o tambor era vedado durante 24 horas para que ocorresse a decantação do material. No dia seguinte, o material sedimentado era transportado até o canteiro de obras e acondicionado em caçambas específicas para sobras de concreto.

As sobras de madeira, de aço para concreto armado (vergalhões) e estacas metálicas eram também transportadas para o canteiro de obras. Somente os resíduos de madeira foram acondicionados em caçambas específicas de 5m³. As estacas metálicas e as sobras de aço são resíduos com potencial de reaproveitamento nos empreendimentos, e por conta dessa característica, foram armazenadas em local definido e sinalizado para posterior reutilização.

No campo, as sobras de eletrodo, eram acondicionadas em coletores metálicos por conta da alta temperatura em consequência da soldagem. Ao final do dia, esses coletores eram transportados para o depósito temporário, onde eram acondicionados em coletor específico para resíduos perigosos.

A coleta e transporte internos, ou seja, coleta e transporte do resíduos gerados nas frentes de obra para o depósito temporário localizado no canteiro era coordenado pelos encarregados de cada equipe, que recebiam treinamento específico antecipadamente.

- Coleta e Transporte Externos e Destinação Final

Como diagnosticado inicialmente, Itaboraí e regiões adjacentes não possuíam empresas específicas e licenciadas para transporte de resíduos bem como aterros sanitários ou industriais e usinas de reciclagem durante o período de estudo. Desta forma, a solução encontrada foi realizar uma triangulação na logística dessa fase do gerenciamento. Realizou-se a contratação de uma empresa transportadora localizada no município do Rio de Janeiro responsável pela coleta e transporte de todos os resíduos gerados nesse empreendimento. A destinação dos resíduos comuns, copos plásticos e sobras de concreto

era feita no município de Nova Iguaçu, único a apresentar aterro devidamente licenciado para tais fins.

Itaboraí é uma região que possui historicamente muitas indústrias cerâmicas, o que contribuiu para a destinação das sobras de madeira, as quais foram doadas para reaproveitamento do material. Somente receberam doações as cerâmicas licenciadas ambientalmente pelos órgãos competentes.

Os resíduos perigosos eram encaminhados para coprocessamento no município de Magé, local mais próximo com empresa especializada e licenciada ambientalmente para este fim. As sobras de estacas metálicas e vergalhões permaneceram armazenadas no canteiro de obras para futura reutilização na segunda etapa do empreendimento, correspondente à construção das torres 1 à 12.

A coleta e transporte dos resíduos orgânicos, copos plásticos descartáveis, e papéis gerados nos sanitários, vestiários e alojamentos eram coletados uma vez por semana. A coleta de resíduos classe D era programada imediatamente quando gerados. As sobras de madeira e de concreto somente eram coletadas quando preenchiam completamente a caçamba de 5 m³ ou quando a fase de geração chegava ao fim, como foi o caso das sobras de concreto.

d) Quantificação dos Resíduos

Um dos objetivos específicos deste trabalho é a quantificação dos resíduos gerados durante a construção e montagem da LT 138kV – COMPERJ. O intuito é definir, através dos dados obtidos, a composição dos resíduos gerados neste empreendimento.

Os serviços preliminares geraram resíduos do tipo comum, ou seja, copos descartáveis e sobras de alimentos. A quantificação desta fase está inserida na quantificação total de resíduos comuns do empreendimento, que será apresentada mais adiante.

A etapa mais crítica do empreendimento corresponde à fase de construção civil, em função dos resíduos gerados e dos cuidados a serem tomados para evitar danos ao meio ambiente. Foram no total 10 torres construídas (Torre 13 à 22), sendo que em seis torres (Torres 13, 14, 15, 16, 17 e 19) foi utilizado o estaqueamento com método de fundação e quatro torres (Torres 18, 20, 21 e 22), tubulão. Sendo assim, o primeiro resíduo crítico a ser quantificado foi a sobra das estacas metálicas. A tabela 6 e o gráfico 2 evidenciam as quantidades geradas em função das quantidades estaqueadas. As sobras variavam de

acordo com a penetração permanente da estaca (Nega). Nas torres de suspensão (T-13, T-14, T-15, T-17 e T-19) foram quatro pontos de estaqueamento por pé da torre, enquanto que na torre de ancoragem T-16 foram 8 pontos de estaqueamento.

Torres	Total estacas cravadas (m)	Sobras de Estacas (m)	Sobras de Estacas (%)
T-13	508,4	37,6	7,40%
T-14	199,23	17,67	8,87%
T-15	216,1	40,77	18,87%
T-16	564,71	50,29	8,91%
T-17	153,45	7,05	4,59%
T-19	191,06	15,94	8,34%
Total	1.832,95	169,32	9,24%

Tabela 6: Correlação entre total de estacas cravadas por torre, sobras de estacas e percentual

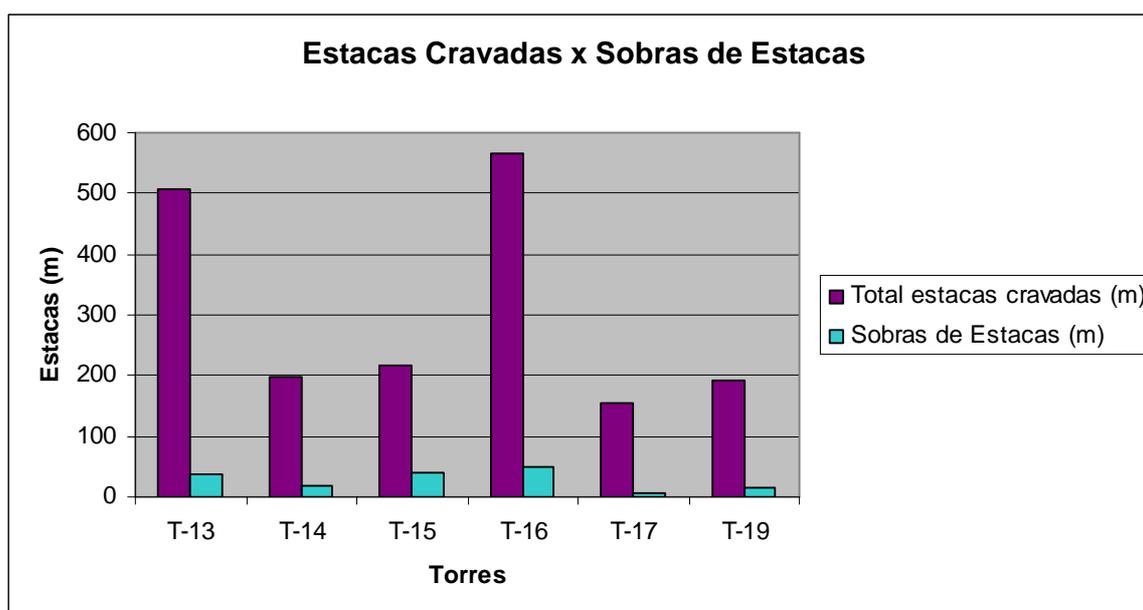


Gráfico 2: Correlaciona a quantidade de estacas cravadas (m) com as sobras de estacas (m) por torre

A torre 13, apesar de ser uma torre de suspensão, teve uma quantidade elevada de estacas cravadas por estar localizada próxima à margem do rio Caceribu, apresentando características de solo que favoreciam a penetração das estacas.

Nesta fase, outro resíduo gerado foi a sobra de eletrodos. A classificação de suas pontas segundo a norma ABNT NBR 10004:2004, é resíduo Não-Inerte Classe IIA, porém as sobras sempre compreendem parte do material consumível, e em função de sua composição química, é classificado como resíduo perigoso, Classe I, de acordo com a mesma norma. Os eletrodos foram usados nas soldagens das estacas metálicas durante a

fase de estaqueamento. As sobras eram acondicionadas em um coletor metálico específico, devidamente identificado. A tabela 7, mostra a correlação entre a quantidade de estacas cravadas e o número de soldas realizadas por torre. O número de emendas deve ser o menor possível e no máximo igual a $L/6$, onde “L” é o comprimento da estaca cravada.

Torres	Nº total de Soldas	Total estacas cravadas (m)
T-13	60	508,4
T-14	8	199,23
T-15	16	216,1
T-16	64	564,71
T-17	16	153,45
T-19	20	191,06
Total	184	1.832,95

Tabela 7: Correlação entre número de soldas realizadas e o total de estacas cravadas por torre.

As sobras de eletrodos foram pesadas no canteiro. Foram 300 kg de eletrodos usados durante a construção de 10 torres, gerando 74kg de sobras de eletrodos, conforme ilustrado no gráfico 3. No total, foram 184 soldas realizadas, apresentando uma proporção de 1,63 kg de eletrodo por solda, aproximadamente.

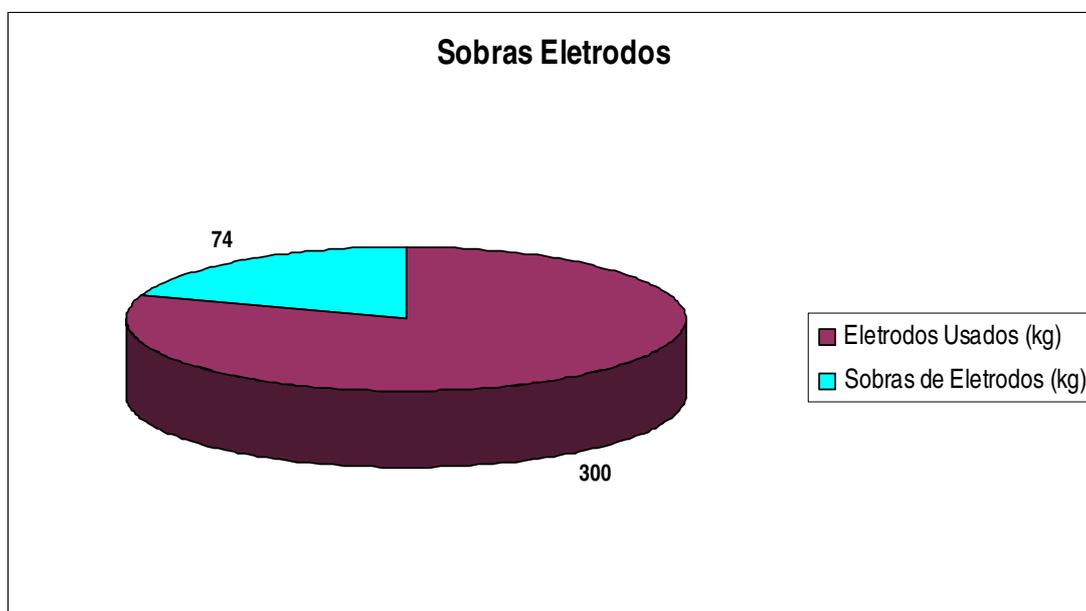


Gráfico 3: Correlação da quantidade de eletrodos usados nas soldas e as respectivas sobras, em quilogramas.

A próxima etapa corresponde à montagem das armações e formas das fundações, isto significa dizer uso de aço para concreto armado (ferragem), e madeira para as formas.

Não foi possível quantificar a sobra de madeira por fundação, por conta do reaproveitamento do material no empreendimento. É possível a reutilização desse material em mais de uma fundação, de acordo com a qualidade da madeira utilizada. A quantificação foi realizada à medida em que as caçambas de acondicionamento eram destinadas ao receptor final.

A ferragem foi quantificada relacionando as informações do projeto básico com a quantidade adquirida para execução das armações. Foram utilizados 6381 kg de ferragem (aço) nas fundações das 10 torres, gerando 44,71 kg de sobra, conforme ilustra o gráfico 4.

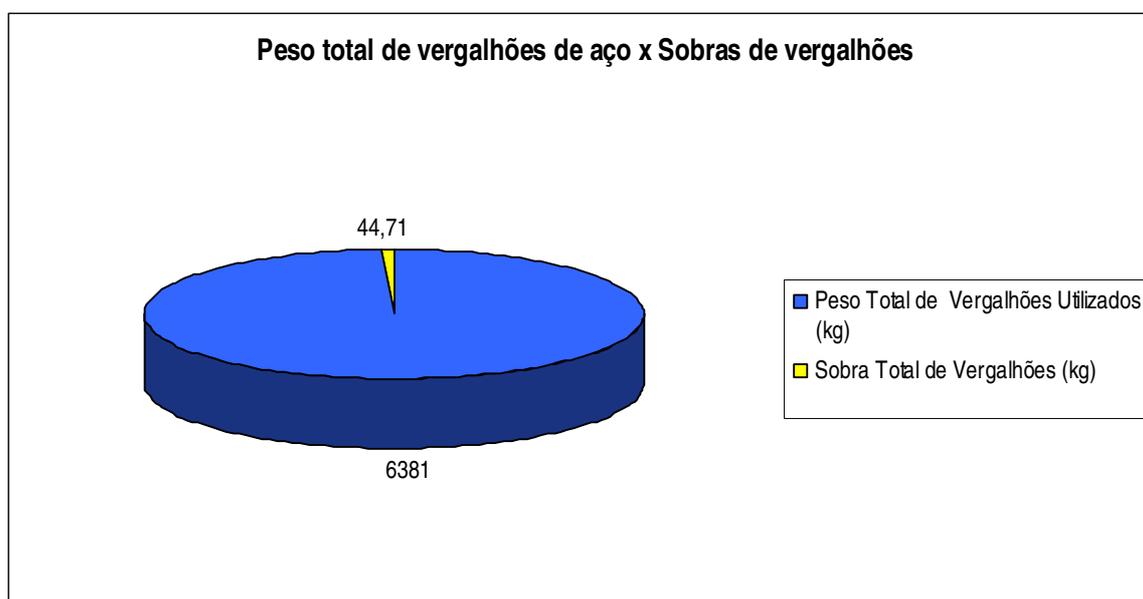


Gráfico 4: Correlação entre o peso total de vergalhões de aço utilizado nas fundações (armação) e suas respectivas sobras, em quilogramas.

Após a fase de preparo das fundações (armação e formas), segue a fase de nivelamento dos stubs. Essas peças correspondem à cantoneiras metálicas que fazem a sustentação das torres. A fotografia 4 demonstra um pé de torre preparado para a concretagem. O Stub é indicado pela seta vermelha.

Stub



Fotografia 4: Ilustração de um pé de torre preparado para a concretagem

O volume de concreto solicitado ao fornecedor segue as orientações do projeto. A tabela 8 correlaciona o tipo de fundação com o volume total de concreto necessário por torre, em m^3 , com o volume de sobras de concreto em m^3 e em percentual. Observa-se que as torres 16 e 22 consumiram as maiores quantidades do material por serem torres de ancoragem e suas fundações serem maiores para suportar o peso da estrutura metálica, a tração dos cabos e a ação do vento sobre os mesmos. Do volume total de concreto utilizado nas dez torres, a sobra corresponde a apenas 2,72% do total. O gráfico 5 ilustra esses dados.

Torre	Tipo Fundação	Volume Concreto por torre (m^3)	Sobras de concreto (m^3)	Sobras de concreto (%)
T-13	Estaca	8,32	0,68	8,17%
T-14	Estaca	7,32	0,18	2,46%
T-15	Estaca	7,32	0,68	9,29%
T-16	Estaca	22,56	0,44	1,95%
T-17	Estaca	7,32	0,68	9,29%
T-18	Tubulão	12,35	0	0,00%
T-19	Estaca	8,32	0,68	8,17%
T-20	Tubulão	15,86	0,14	0,88%
T-21	Tubulão	12,8	0	0,00%
T-22	Tubulão	25,9	0	0,00%
Total		128,07	3,48	2,72%

Tabela 8: Correlação entre o tipo de fundação por torre, o volume de concreto usado em cada fundação e as respectivas sobras em m^3 e em percentual.

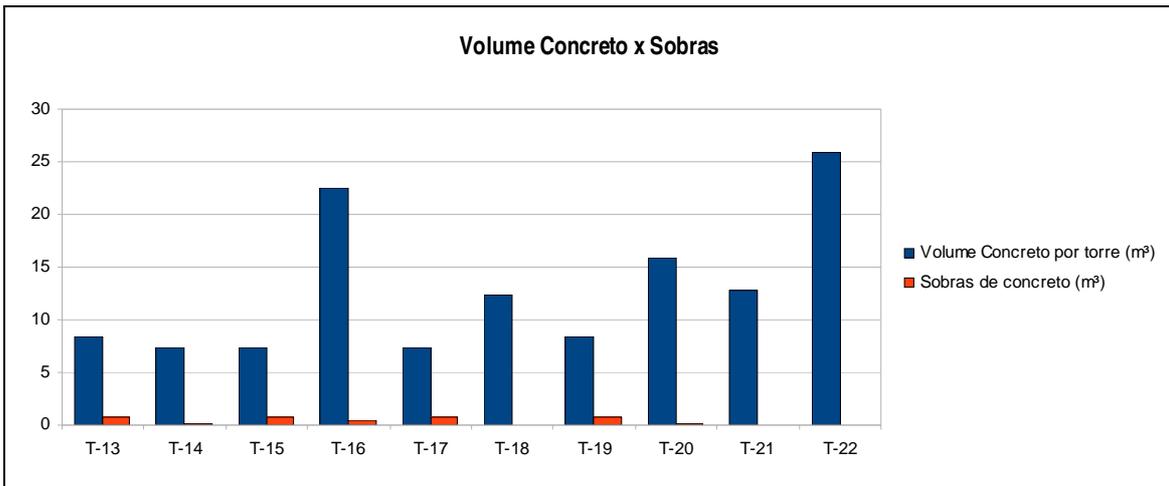


Gráfico 5: Correlação do volume de concreto utilizado por torre e as respectivas sobras.

Na fase de montagem eletromecânica, referente à montagem das estruturas metálicas (torres), lançamento de cabos condutores e pára-raios e instalação de acessórios, os resíduos gerados correspondem à resíduos comum e sobras de madeira, provenientes das bobinas de cabo, e caixas de madeira, nas quais os acessórios foram transportados dos fornecedores até o canteiro de obras. Isto significa dizer, que os dados apresentados neste trabalho referente à quantidade de sobras de madeira corresponde àquelas geradas nas fases de construção civil e montagem eletromecânica.

A tabela 9 apresenta um resumo das quantidades de resíduos destinados por mês, isto é, não estão relacionadas às fases de execução, pois para realizar a destinação das caçambas, era necessário aguardar o preenchimento das mesmas até o volume máximo ou que a fase referente estivesse terminado. A caçamba de sobras de concreto, por exemplo, não completou os 5 m³ de volume que comporta, sendo destinada ao final da etapa de concretagem.

Tanto a ferragem quanto as sobras das estacas metálicas não foram consideradas na tabela 8, pois não foram destinadas. Encontram-se armazenadas no canteiro de obras para reutilização durante a fase de conclusão do empreendimento.

Tipos de Resíduos	Resíduos Sólidos						
	Fev/ 09	Mar/ 09	Abr/ 09	Mai/ 09	Jun/ 09	Jul/ 09	Ago/ 09
	Quant. (m ³)						
Resíduo Comum	0,24	0,72	1,44	1,68	1,68	1,92	1,2
Entulho (Concreto)	0	0	0	0	0	3,48	0
Madeira	0	0	0	0	0	5	5
Resíduo Perigoso	0	0,24	0	0,48	0	0,24	0

Tabela 9: Correlação entre tipos de resíduos destinados por etapa de execução do empreendimento e quantitativo de mão de obra por período analisado.

O resíduo comum foi correlacionado com o quantitativo de mão de obra por estarem intimamente ligados. Esta classe de resíduo engloba sobras de alimento, sobras de papéis utilizados nos sanitários, vestiários e alojamento, além do resíduo gerado nos escritórios. O gráfico 6 ilustra essa correlação.

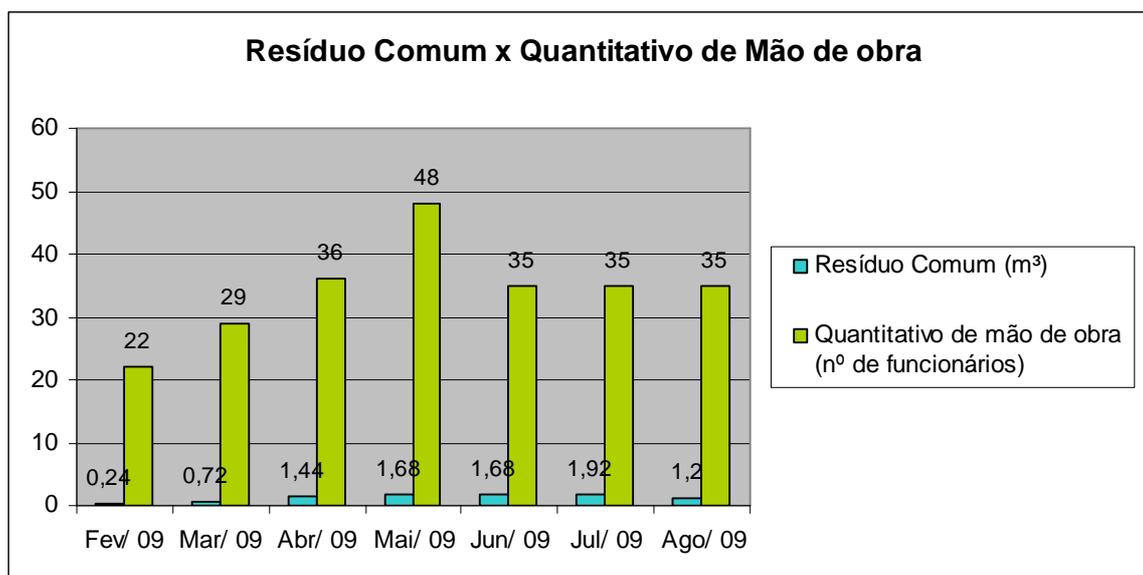


Gráfico 6: Correlação entre o quantitativo de mão de obra e o volume de resíduo comum gerado nos meses analisados.

4.2 – Análise dos Dados – Discussão

a) Classificação dos resíduos gerados e avaliação de seus impactos para a saúde e o meio ambiente

A classificação prévia dos resíduos gerados (tabela 3), com sua posterior quantificação ao longo das etapas construtivas, possibilitou demonstrar que a composição

dos resíduos gerados neste empreendimento é basicamente formada por resíduos da construção civil. É importante salientar que parte dos resíduos gerados é classificada como resíduo Classe II pela norma ABNT NBR 10004:2004, inertes e não inertes, porém há uma parcela classificada como perigosa (Classe I), que merece atenção e necessita de cuidados especiais em seu tratamento e destinação final.

Como já comentado anteriormente, a parcela dos RCC Classe II, engloba uma série de problemáticas envolvidas principalmente com a fase final do gerenciamento, que é a deposição. Trata-se de resíduos volumosos, e que quando depositados de forma irregular acabam funcionando como um atrativo para a deposição de outros tipos de resíduos, acelerando a deterioração do local.

A presença desses resíduos, conforme descrito por PINTO (1999), cria um ambiente favorável à proliferação de vetores prejudiciais às condições de saneamento e à saúde pública local. Pinto (1999) realizou um levantamento junto à Coordenadoria de Vigilância Epidemiológica da Secretaria de Higiene e Saúde da Prefeitura Municipal de São José do Rio Preto/ SP, demonstrado pela tabela 10. É comum a presença de roedores, animais peçonhentos como escorpiões e aranhas, além de insetos transmissores de endemias perigosas, como a dengue, por exemplo.

Vetores	Participação
Pulgas, carrapatos, piolhos e percevejos	51,3%
Escorpiões	25,7%
Ratos	9,5%
Baratas	8,1%
Moscas	5,4%

Tabela 10: Participação de vetores em áreas de descarte de RCD em São José do Rio Preto/ SP – Fonte (Pinto, 1999)

Os resíduos perigosos gerados em empreendimentos similares, quando não tratados e destinados de forma adequada, podem gerar a contaminação do solo, do lençol freático e corpos hídricos.

O depósito irregular desses resíduos das atividades de construção civil ocorre muitas vezes em várzeas, encostas, margem das estradas e vias públicas comprometendo a drenagem urbana, proporcionando o assoreamento de corpos hídricos e a estabilidade de encostas. É importante salientar que o depósito irregular não fica restrito aos pequenos

geradores, já que por conta da falta de fiscalização por parte do poder público e ausência de soluções em municípios despreparados para estas questões, tornam a remoção e o aterramento dos resíduos extremamente caros, facilitam o descaso e ações irregulares.

b) Avaliação do gerenciamento dos resíduos sólidos da obra – aspectos considerados e ignorados

Este empreendimento foi escolhido como estudo de caso por estar localizado em uma região que apresenta características similares com as encontradas pela maioria das obras do mesmo setor. Apesar de se tratar de um trecho pequeno, equivalente a 4,10 km de extensão, composto por 10 torres, gerando pequenas quantidades de resíduo quando comparado a empreendimentos de grande porte, foi o primeiro passo na divulgação de dados quantitativos de resíduos produzidos em função das características do projeto básico, bem como informações relevantes para o gerenciamento de resíduos e sobre os impactos ambientais relacionados a projetos do setor.

O fato do município de Itaboraí e suas regiões adjacentes não apresentarem empresas transportadoras de resíduos nem locais apropriados e legalizados para a destinação final de resíduos, fez com que a logística estabelecida para que as etapas do manejo fossem atendidas de forma adequada, contemplasse uma empresa transportadora oriunda do município do Rio de Janeiro e um aterro licenciado no município de Nova Iguaçu. Essa triangulação, Rio de Janeiro – Itaboraí – Nova Iguaçu, foi o equivalente à 124 quilômetros de distância percorridos. A distância envolvida nessa fase do processo de gerenciamento de resíduos e os custos relacionados, transformaram a fase externa do manejo o ponto crítico do processo.

É importante ressaltar que não se fosse o fato deste empreendimento estar localizado próximo à capital do estado e à região do Grande Rio, as quais oferecem opções de transporte e destinação de resíduos dentro dos padrões ideais e legais, a fase final do manejo estaria possivelmente comprometida, como ocorre com a maioria dos empreendimentos similares distribuídos pelo país. Essa informação é corroborada com os dados publicados pelo Censo Sanitário de 2000 realizado pelo IBGE, como citado anteriormente, que das 8381 cidades brasileiras analisadas, apenas 17,3% delas apresentam aterros sanitários.

Estes dados ainda são críticos em nosso país, e o estado do Rio de Janeiro é um grande exemplo da indiferença com a gestão de resíduos, seja por parte das instituições públicas ou privadas. Em 20 anos, das 15 plantas de separação e tratamento de resíduos

sólidos propostas, apenas uma está em funcionamento (Sanches, 2004). Este é um dado de 2004, que ainda permanece atual em 2011, tornando-o ainda mais crítico.

Seguindo a classificação dos resíduos levantados, observa-se que aqueles gerados na fase de construção civil do empreendimento, são em sua maioria inertes, ou seja, não apresentam características biodegradáveis, porém existe a possibilidade de reaproveitamento e reciclagem para uso em obras diversas. Sua simples deposição em aterros, além de acelerar o processo de saturação dos mesmos, significa a perda de matéria prima (recursos naturais). É fundamental a reciclagem da fração de origem mineral do RCC, pois representa cerca de 90% da composição desse resíduo (Ângulo, 2005).

A Resolução CONAMA nº 307/ 02 bem como a Política Nacional de Resíduos Sólidos não definem como devem ser tratados os resíduos durante a fase intra-estabelecimento, ou seja, as fases correspondentes à segregação, acondicionamento, coleta e transporte internos e armazenamento temporário. Deixa sob a responsabilidade do gerador os cuidados necessários para que o manejo interno ocorra de forma adequada, proporcionando o encaminhamento dos resíduos gerados, para que estes cheguem com segurança e monitoramento ao receptor final.

Dessa forma, durante a construção da LT 138kV - COMPERJ, em que o trabalho foi desenvolvido sob condições difíceis, por conta dos acessos, da dinâmica da obra, em meio a uma área descampada, com aclives, declives e áreas de alagamento, foi necessária a criação de estratégias para que as etapas iniciais do manejo fossem executadas.

Juntamente com a disponibilização no campo de tambores vedados e identificados, foi realizado um treinamento inicial com os funcionários envolvidos no empreendimento, com o objetivo de sensibilizar e conscientizar todos, transmitindo conhecimentos básicos no processo de gerenciamento de resíduos, a importância das ações de cada um para que o projeto tivesse sucesso. Dois funcionários foram definidos para atividades específicas. Um ficou responsável pela coleta dos tambores no campo e transporte para o depósito temporário, e outro funcionário, responsável pelos cuidados voltados para o canteiro de obra, incluindo as etapas de coleta interna, armazenamento temporário e acompanhamento da coleta externa, realizado por empresa terceirizada.

A equipe voltada para a fase de construção civil, recebeu um treinamento adicional, voltado para resíduos da construção civil, e os cuidados necessários em campo, principalmente durante a fase de concretagem. A fase de sensibilização e conscientização foi essencial para que o projeto desse certo, e foi o primeiro passo prático dado. A preocupação maior era que todos entendessem que não poderiam ser deixados resíduos em

campo, e compreendessem a importância de uma segregação adequada, o que definiria o tratamento a ser dado a cada tipo de resíduo.

A disponibilização de tambores específicos para lavagem das betoneiras foi um passo positivo, evitando com que esta atividade fosse realizada diretamente no solo ou em corpos de água, como se observa com frequência. Esse processo também permitiu quantificação das sobras de concreto.

Um dos objetivos principais referentes à quantificação dos resíduos foi obter dados sobre os mesmos durante a construção de LT que possam auxiliar modelos futuros de gerenciamento no setor de transmissão de energia elétrica, e por não existirem registros disponíveis a respeito, além de demonstrar o impacto causado por esses resíduos quando não há qualquer tipo de controle ou fiscalização.

O gráfico 7 é um resumo dos resíduos gerados durante a fase de construção e montagem da LT 138kV-COMPERJ, formando a composição dos principais resíduos produzidos. Nesse gráfico foram contemplados os resíduos mais críticos, provenientes da fase de construção civil. São classificados como críticos por corresponderem ao maior volume gerado no empreendimento, pelas dificuldades de disposição final adequada, por oferecerem riscos ambientais e de saúde pública advindos da disposição em depósitos clandestinos, além de possuírem um alto potencial de reciclagem.

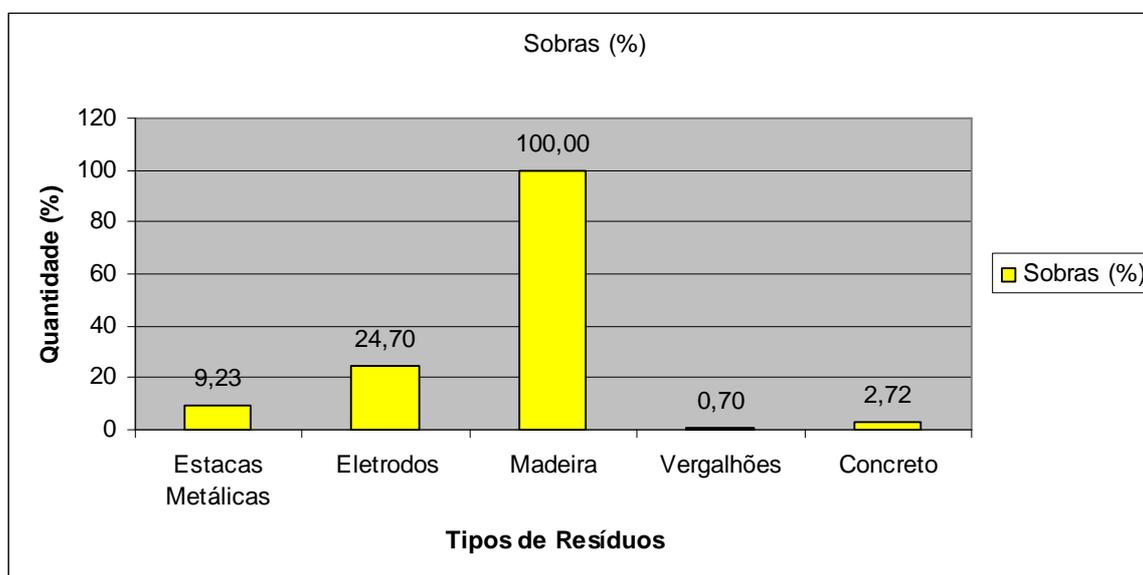


Gráfico 7: Composição dos resíduos gerados na construção da LT 138kV-COMPERJ.

As sobras de concreto, vergalhões e de estacas metálicas são as menores, pois foram calculadas de acordo com o projeto básico e sem nenhuma ocorrência de perdas ao longo da obra. A organização e planejamento da obra contribuíram para que esses valores

permanecessem baixos. Obviamente, as empreiteiras não vão adquirir materiais adicionais àqueles descritos em seus projetos, pois comprometeria seus custos. Ainda sim, conforme descrito na literatura, a falta de planejamento, de organização nos canteiros de obra, a qualidade de transporte e armazenamento dos materiais adquiridos, entre outros pontos, causam danos aos materiais e contribuem para a geração de resíduos e aumento dos gastos com o empreendimento, pois além de nova aquisição em função dos danos causados, também haverá gastos com o transporte e destinação final dos resíduos gerados, caso não possam ser reaproveitados. Isto significa dizer, que organização e planejamento do empreendimento como um todo também fazem parte do processo de gerenciamento de resíduos.

Pinto (1999), fez um levantamento de desperdício de materiais em uma determinada obra, e concluiu que 20% do material empregado foi desperdiçado. Segundo o autor, metade do material desperdiçado sai da obra na forma de entulho, e a outra metade foi incorporada à construção.

A madeira pode ser reaproveitada ao longo do empreendimento, porém esse material possui um período de vida curto, principalmente se não houver cuidados durante o uso e armazenamento e, se a qualidade do material não for boa. De qualquer maneira, neste empreendimento, a madeira utilizada foi, ao final da fase construtiva, 100% doada à Indústrias de Cerâmica locais. É importante salientar que a madeira quantificada engloba aquelas utilizadas nas fundações e, aquelas provenientes de embalagens, como caixas dos acessórios da LT e bobinas de cabo.

As sobras de eletrodos apresentam um índice relativamente alto de 24,70%, quando comparado aos outros tipos de resíduos. Foram realizadas 184 soldas, com uma média de 1,63kg de eletrodo utilizado por solda. A informação importante referente a este dado é que trata-se de um resíduo perigoso, muito utilizado pela indústria da construção e, que portanto, deve receber um tratamento especial, não podendo ser descartado como um resíduo não perigoso. O volume gerado é significativo em se tratando de sua classificação. Neste estudo de caso, como dito anteriormente, por estar localizado próximo à capital do estado e à região do Grande Rio, foi possível encaminhá-lo para um receptor adequado. A grande questão é o que fazer com resíduos perigosos gerados em empreendimentos similares realizados em regiões remotas do país?

c) Os impactos do gerenciamento avaliado para a saúde, meio ambiente e empresa

Para a saúde o gerenciamento de resíduos realizado foi positivo, pois não houve destinações clandestinas que pudessem contribuir para a proliferação de vetores, como discutido anteriormente, prejudicando a saúde da população local e até mesmo dos funcionários envolvidos na construção da LT 138kV.

No foco ambiental, corroborando com o parágrafo anterior, a destinação adequada dos resíduos gerados durante as atividades construtivas evitou a degradação ambiental da região, ou impactos em encostas, corpos hídricos e acostamentos de vias públicas. Porém, o ponto fraco foi a destinação de sobras de concreto em aterro sanitário, contribuindo para a diminuição do tempo de vida útil do mesmo. Esta destinação ocorreu por falta de possibilidade de reciclagem deste material. O estado do Rio de Janeiro ainda não apresenta usinas recicladoras para este fim, gerando uma grande desvantagem nesse sentido.

Para a empresa, o grande impacto foi econômico, pois em função da logística adotada para transporte e destinação dos resíduos, os custos com o gerenciamento foram elevados. A estratégia foi definida em função da ausência de aterros sanitários legais no município de Itaboraí ou regiões adjacentes e, por no período de desenvolvimento do estudo de caso, a cidade não apresentar empresas transportadoras de resíduos devidamente licenciadas e especializadas.

4.3 – Proposta/recomendações – medidas a serem adotadas para eliminar e/ou reduzir os impactos negativos gerados no gerenciamento de resíduos sólidos em obras futuras

Atualmente, o Brasil conta com duas diretrizes básicas para o gerenciamento de resíduos de construção civil, a Resolução CONAMA nº 307/ 02 e a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Porém, poucas são as facilidades para que ambas sejam postas em prática pelas cidades brasileiras. A ineficiência do sistema de fiscalização, falta de capacitação técnica e recursos dos municípios, falta de dados sobre os volumes gerados, entre outras barreiras encontradas (Blumenschein, 2004).

Mesmo com todas as dificuldades se faz necessária a busca por alternativas de gestão durante a execução de empreendimentos. Muitos são os trabalhos e pesquisas voltados para resíduos da construção, porém com foco na construção, demolição e reformas de edifícios, em grande parte, nos centros urbanos, em função das altas taxas de projetos em

atividade. No entanto, o setor da construção civil engloba um mundo maior de projetos distintos, entre eles a construção de linhas de transmissão. Torna-se um desafio realizar a gestão de resíduos nesses empreendimentos, em função das dificuldades encontradas, como já descritas anteriormente.

Com base na avaliação realizada das experiências nacionais e internacionais de modelos de gestão de RCC, pode-se aproveitar recomendações aplicáveis à realidade brasileira. Como se sabe a fiscalização por parte dos órgãos governamentais é falha. Para facilitar a ação em campo, uma proposta sugerida e retirada do Modelo Alcores (Espanha) seria a apresentação obrigatória de uma estimativa de resíduos a serem gerados durante as atividades construtivas de determinado empreendimento, bem como o plano de gerenciamento de resíduos proposto pelo solicitante ao órgão competente para a obtenção da licença de instalação. Ao término da fase construtiva, para a obtenção da licença de operação, o empreendedor deveria comprovar que a quantidade de resíduos gerados foi coerente com a estimativa fornecida inicialmente ao órgão ambiental, e que as etapas de manejo sugeridas no plano de gestão tenham sido executadas e evidenciadas.

Para que a estimativa seja realizada, o plano de gerenciamento deve começar ainda na fase de projeto, como sugerido por Osmani, Glass e Price (2008). Os projetistas devem passar a fazer parte da cadeia de responsabilidades na geração de resíduos, propondo alternativas sustentáveis, demonstrando preocupação com as especificações dos materiais utilizados na construção, sempre tendo como princípio básico a redução na geração de resíduos, conforme a lista de prioridades da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12305/10).

Para que o Brasil alcance esta fase, é necessário que todos os profissionais, desde o projetista até os envolvidos no processo construtivo, recebam treinamentos específicos sobre a gestão de resíduos sólidos da construção civil, passem ter conhecimento dos custos, das perdas ambientais e financeiras envolvidas, da cadeia de responsabilidades, que deve incluir construtoras, empresários, prestadores de serviços, fornecedores de materiais, tendo todos pleno conhecimento de suas atribuições e responsabilidades dentro deste processo.

Passando da fase de elaboração de projetos e processo de licenciamento ambiental para a execução propriamente dita do empreendimento, é fundamental evitar os desperdícios, que podem ocorrer em diferentes fases de uma obra. De acordo com Souza *et al* (1998), as etapas de desperdício em uma determinada obra tem início ainda na fase de projeto,

quando o projetista não utiliza de forma adequada os procedimentos de cálculo e divulga informações incompletas sobre os materiais, levando a um consumo elevado durante os serviços. A fase de construção também pode gerar desperdícios, pois compreende as etapas em que o material passa na obra, desde a recepção, estocagem, transporte, manuseio até a aplicação. Caso não haja o cuidado, organização e planejamento necessários, há geração não prevista de resíduos. Quando são necessários serviços de manutenção antes do prazo previsto, por má qualidade do serviço original, corresponde à nova geração de resíduo não previsto. Isto significa dizer, que todos os envolvidos no processo construtivo devem receber treinamento, para que passem a ter o conhecimento do plano de gerenciamento a ser seguido, pratiquem o planejamento e a organização das atividades, evitando desperdícios.

Seguindo a ordem de prioridade da Política Nacional de Resíduos Sólidos, logo após a não geração, seguem a redução, reutilização e reciclagem. Como dito anteriormente, os resíduos da construção possuem um alto potencial de reciclagem, que varia de 50-80% de seu volume total. Em países como a Alemanha, por exemplo, em que o princípio básico de sua política, é a reciclagem máxima dos resíduos produzidos, o índice de reciclagem de RCD chega a 85% (Weisleder e Nassari, 2006). No Brasil, essa ainda não é uma prática rotineira. Alguns municípios, mais avançados neste tema, como Belo Horizonte, apresentam usinas recicladoras de RCC estrategicamente localizadas. Mas, ainda é muito pouco para um país com as dimensões que o Brasil apresenta e em pleno crescimento econômico, abrindo os mercados construtivo e elétrico.

Buscando alternativas, uma sugestão é o uso de recicladoras móveis, como as propostas pelo plano de gerenciamento grego, país que possui características geográficas (região montanhosa e um arquipélago de quase 3.000 ilhas) complexas e que dificultam a gestão de resíduos. Similar são as construções de linhas de transmissão, que cruzam locais remotos do país, de difícil acesso e sem qualquer infra estrutura próxima para tornar viável o manejo adequado de resíduos. Considerar os custos de transporte e deposição de resíduos antes do início dos contratos nesses locais, inviabilizaria a execução dos empreendimentos, por conta das longas distâncias a serem percorridas até a cidade mais próxima que apresentasse, no mínimo um aterro sanitário legalizado.

O Brasil passa por um momento de crescimento econômico muito favorável, porém também deve proporcionar cuidados especiais com as questões ambientais, para que não sofra com as consequências. As diretrizes propostas pela Resolução CONAMA 307 e a Lei 12.305/ 10 sem uma fiscalização mais atuante, sem efetividade em suas práticas se

perdem com o tempo. Se passaram 8 anos da entrada em vigor da Resolução, quantos são os municípios brasileiros que seguem suas diretrizes? Quantos são aqueles fiscalizados? Quantos possuem recursos para implementá-la?

5. CONCLUSÕES

Em face do grande número de empreendimentos previstos e em realização no setor elétrico brasileiro, como demonstrado anteriormente, somado à ausência de um modelo de gerenciamento de resíduos sólidos que contemple as características relacionadas ao processo construtivo e de montagem de linhas de transmissão, este trabalho propôs um modelo que considere alternativas, possibilitando a implantação de um correto gerenciamento de resíduos sólidos através do estudo de caso, a construção da LT 138kV – COMPERJ.

Este estudo de caso possibilitou a criação de alternativas para que a realização do manejo de resíduos completo fosse viável, em função das características apresentadas pelo município e regiões adjacentes. Linhas de transmissão, por percorrerem longos quilômetros de extensão, são marcadas por características comuns, como acessos complexos por cruzarem regiões de aclives e declives, além de alagadiças, de ecossistemas diversos de acordo com a região do empreendimento, e normalmente estão distantes dos centros urbanos, já que sua função principal é transportar energia das fontes geradoras até subestações abaixadoras, onde essa energia será então distribuída.

Apesar da cidade de Itaboraí estar localizada à apenas 45 km da capital do estado do Rio de Janeiro, no levantamento realizado, foi possível verificar que sua infra-estrutura apresenta deficiências quanto às questões ambientais. O saneamento básico é precário, e em alguns distritos, como Porto das Caixas, onde o canteiro de obras foi instalado, facilmente se observa a presença de esgoto a céu aberto. Também é possível constatar depósitos clandestinos de resíduos da construção e resíduo doméstico lado a lado. Durante a fase do estudo, não havia aterro sanitário. Ruas e estradas não eram pavimentadas, transformando o acesso em um verdadeiro transtorno em períodos de chuva. Diante desse diagnóstico, foi possível conciliar o empreendimento com as dificuldades normalmente encontradas em obras similares em regiões carentes do país.

A bibliografia utilizada neste estudo teve o foco na gestão de resíduos da construção e demolição de edifícios, por conta da ausência de material publicado sobre construções de LT. Sendo assim, o caminho seguido foi usar como referencial teórico, trabalhos que considerassem outros tipos de empreendimentos, mas que apresentassem seus modelos ou propostas de gerenciamento de resíduos da construção. Apesar desta distinção, foi possível obter recomendações bastante interessantes e que podem ser aplicadas em projetos futuros, além de sugerir alternativas que tornem as diretrizes legais brasileiras sobre o tema, que

são a Resolução CONAMA nº 307/ 02 e a Lei 12.305/ 10 (Política Nacional de Resíduos Sólidos), mais eficazes.

Através das análises dos projetos foi possível a divisão do empreendimento em etapas construtivas e correlacioná-las com os possíveis resíduos a serem gerados em cada uma delas. Esse estudo prévio juntamente com o diagnóstico de campo foram as bases para a definição das alternativas ideais do manejo de resíduos durante a obra.

Um dos pontos positivos foi o treinamento da equipe de campo, possibilitando a divulgação do sistema de gestão juntamente com a distribuição de coletores específicos utilizados nas frentes de obra, evitando que resíduos fossem deixados para trás. A definição de responsáveis pelo transporte interno de resíduos e a localização estratégica do depósito temporário também viabilizaram este projeto.

Porém, as etapas finais do manejo, ou seja, coleta e transporte externos e a destinação final foram os pontos críticos. Como o município de Itaboraí não possui aterros nem empresas especializadas e licenciadas para o transporte de resíduos, a solução encontrada foi realizar uma triangulação nestas etapas, Rio de Janeiro – Itaboraí – Nova Iguaçu. A empresa transportadora era oriunda da cidade do Rio de Janeiro, e o aterro localizava-se no município de Nova Iguaçu, o equivalente a 124 km percorridos. Esta alternativa só se tornou viável, por conta do empreendimento estar localizado à 45 km da capital e próximo à região do Grande Rio, apesar da elevação dos custos em função da logística adotada. Em empreendimentos localizados em regiões mais remotas, essas etapas possivelmente não serão viáveis de serem realizadas, conforme exigido pela lei.

Além da distância percorrida para que a destinação fosse realizada de forma adequada, um outro ponto negativo foi a deposição de sobras de concreto em aterro sanitário, sem que houvesse possibilidade de reciclagem ou reuso, contribuindo para a aceleração do processo de saturação do aterro e para a diminuição dos recursos naturais.

É importante salientar que um ponto positivo foi a utilização de estacas metálicas sugerida pelo projeto, pois suas sobras são passíveis de reutilização em outros empreendimentos e, há possibilidade de reciclagem deste material. Porém, há muitos projetos que optam pelo uso de estacas pré-moldadas, gerando ainda mais resíduos agregados.

A quantificação dos resíduos foi possível ao longo da execução da obra, sendo este um ponto importante do estudo, pois através dela foi possível realizar a composição dos resíduos gerados neste tipo de empreendimento, mesmo se tratando de um projeto pequeno, de extensão curta e poucas torres. Obviamente, de acordo com o projeto definido

haverá variações, principalmente na geração dos resíduos relacionados às fundações das torres. A quantificação foi o primeiro passo dado para o conhecimento dos resíduos gerados na construção de sistemas de transmissão de energia, e conforme analisado no item 2.2.3, a partir desses dados é possível iniciar uma análise para a definição da logística a ser utilizada para a realização do gerenciamento de RCC, e abrir espaço para a criação de alternativas que viabilizem este processo.

As recomendações para empreendimentos futuros são basicamente tentar conciliar a elaboração dos projetos com a preocupação em gerar o mínimo possível de resíduos, até mesmo pelas dificuldades encontradas nas etapas de transporte e destinação. Treinar projetistas e engenheiros responsáveis pela fase inicial de elaboração de projetos, além das equipes envolvidas diretamente com a fase construtiva, realizar campanhas internas que estimulem os funcionários, manter o planejamento e organização para evitar desperdícios, são medidas que facilitam a eficácia de implementação do modelo de gerenciamento de resíduos. E com mais audácia, em empreendimentos de grande porte, considerar a possibilidade de usinas móveis de reciclagem, evitando depósito irregular destes resíduos, contribuindo para o ambiente e saúde da população local, evitando gastos de matéria prima, possibilitando reusos e reaproveitamentos, considerar, ainda na fase de projeto, o uso de materiais que gerem menos resíduos e, que suas sobras possam ser reaproveitadas.

Para próximos estudos, seria interessante correlacionar projetos de construção de LT com a geração prévia de resíduos sólidos, até mesmo como uma sugestão para os processos de licenciamento ambiental, facilitando a definição das etapas de manejo a serem seguidas e a busca por alternativas de destinação em locais carentes e remotos desse país.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 10004 – Resíduos Sólidos – Classificação*. 2004
- ÂNGULO SC. *Caracterização de agregados de resíduos de construção e demolição reciclados e a influência de suas características no comportamento de concretos*. 2005. 236p. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo.
- ANTUNES FM. *A institucionalização do modelo regulatório do setor elétrico brasileiro – O caso das distribuidoras de energia elétrica*. 2006. 104p. Dissertação (Mestrado). Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Administração, Rio de Janeiro.
- AZEVEDO GOD, Kiperstock A e Moraes LRS, 2006. *Resíduos da construção civil em Salvador: os caminhos para uma gestão sustentável*. Engenharia Sanitária e Ambiental, 11 (1), 62-72p.
- BALKWASTE – Disponível em: <http://www.balkwaste.eu/project/GREECE.WASTE.pdf> . Acesso em 24 de janeiro de 2011.
- BERGSDAL H, Bohne RA e Brattebo H, 2007. *Projection of construction and demolition waste in Norway*. Journal of Industrial Ecology, 3 (11), 27 – 39p.
- BRASIL. ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. Espaço do empreendedor, Programas de transmissão, 2011. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=57&idPerfil=5>. Acesso em 28 de janeiro de 2011.
- BRASIL. ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. Banco de informações. Matriz de Energia Elétrica, 2011. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/OperacaoCapacidadeBrasil.asp>. Acesso em 26 de fevereiro de 2011.
- BRASIL. Eletrobras Furnas. Memorial Eletrobras Furnas. Disponível em: http://www.furnas.com.br/memoria_historia.asp?ano=1967. Acesso em 02 de fevereiro de 2011.
- BRASIL. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa nacional de saneamento básico, 2000. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb/default.shtm>. Acesso em 28 de dezembro de 2010.
- BRASIL. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acesso em 02 de fevereiro de 2011.
- BRASIL. Nacional de Meio Ambiente – CONAMA. *Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997*. Diretrizes sobre licenciamento ambiental; competência da União,

Estados e Municípios; listagem de atividades sujeitas a licenciamento; Estudos Ambientais, Estudos de Impactos Ambientais e Relatório de Impacto Ambiental. Brasília: MMA/ CONAMA: 1997.

- BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA. *Resolução nº 307*, de 05 de julho de 2002. Diretrizes e procedimentos para gestão dos resíduos da construção. Brasília: MMA/ CONAMA, 2002.
- CAMARGO LGBC. *O setor elétrico brasileiro e sua normatização contemporânea*. 2005. 82p. Dissertação (Bacharelado em Direito). Universidade Católica de Santos, Centro de Ciências Jurídicas e Sociais Aplicadas, Santos.
- CAPRA F. *O Ponto de Mutação*. 26ª edição. São Paulo: Cultrix, 2006, 447p.
- CCEE – Câmara de Comercialização de Energia Elétrica. Disponível em: <http://www.ccee.org.br>. Acesso em: 06 de fevereiro de 2011.
- COUTO NETO AG. *Construção Civil Sustentável: avaliação da aplicação do modelo de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil do SINDUSCON-MG em um canteiro de obras – um estudo de caso*. 2007. 89p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais.
- DIAS MO. *Otimização do problema de gerenciamento regional e integrado de resíduos sólidos utilizando o algoritmo Luus-Jaakola*. 2008. 83p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- ELETROBRAS – Centrais Elétricas Brasileiras – Disponível em: <http://www.eletrobras.com/elb/data/Pages/LUMISB33DBED6PTBRIE.htm>. Acesso em 02 de fevereiro de 2011.
- ELETROBRAS FURNAS – Disponível em: <http://www.furnas.com.br>. Acesso em 05 de fevereiro de 2011.
- ESIN T e Cosgun N, 2007. *A study conducted to reduce construction waste generation in Turkey*. Building and Environment, 42, 1667-1674p.
- FATTA D. et al, 2003. *Generation and management of construction and demolition waste in Greece – an existing challenge*. Resources, Conservation and Recycling, 40, 81-91p.
- INOJOSA FCP. *Gestão de resíduos de construção e demolição: a Resolução CONAMA 307/02 no Distrito Federal*. 2010. 225p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Centro de Desenvolvimento Sustentável, Brasília.
- INVEST IN GREECE – Disponível em: <http://www.investingreece.gov.gr/default.asp?pid=127&nwslID=15&la=1&sec=4>. Acesso em 24 de janeiro de 2011.
- JOHN, Vanderley M. et al. *Agenda 21: uma proposta de discussão para o construbusiness brasileiro*, v.n.p.2001.

- KARTAM N, Al-Mutairi N, Al-Ghusain I e Al-Humoud J, 2004. *Environmental management of construction and demolition waste in Kuwait*. Waste Management, 24, 1049-1059p.
- KATZ R e Baum H, 2011. *A novel methodology to estimate the evolution of construction waste in construction sites*. Waste Management, 31, 353-358p.
- LEÃO R, 2009. GTD – Geração, Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica. Apostila. Universidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia Elétrica, 38p.
- MANCOMUNIDAD ECOALCORES – Disponível em: http://www.ecoalcores.es/index.php?pag=ec_menu2&Documento=73. Acesso em 18 de janeiro de 2011.
- MARIANO LS. *Gerenciamento de resíduos da construção civil com reaproveitamento estrutural: estudo de caso de uma obra com 4.000 m²*. 2008. 108p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- MELLO ET e Pawlowsky U (2002) – Minimização de resíduos em uma indústria de bebidas. Brasil Alimentos. 17, p 24-29
- NUNESMAIA M F (2002). *A gestão de resíduos urbanos e suas limitações*. Revista Baiana de Tecnologia. 17, 1, p 120-129
- ODUM EP. Fundamentos da Ecologia. 3ª edição. México: Interamericana, 1971. 639p.
- ORTIZ O, Pasqualino JC e Castells F, 2010. *Environmental performance of construction waste: Comparing three scenarios from a case study in Catalonia, Spain*. Waste Management, 30, 646-654p.
- OSMANI M, Glass J e Price ADF, 2008. *Architect's perspectives on construction waste reduction by design*. Waste Management, 28, 1147-1158p.
- PINHEIRO DC. Reestruturação do setor elétrico no Brasil e suas consequências no tratamento de questões sociais e ambientais: O caso da Usina Hidrelétrica de Cana Brava, GO. 2006. 113p. Dissertação (mestrado) – Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- PINTO TP. *Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana*. 1999. 189p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo.
- READ AD, 1999. Making waste work: making UK national solid waste strategy work at the local scale. Resources, Conservation and Recycling, 26, 259-285p.
- RODRÍGUEZ G, Alegre FJ, Martínez G, 2007. *The contribution of environmental management of construction and demolition waste: the case of the Autonomous Community of Madrid (Spain)*. Resources, Conservation and Recycling, 50, 334-349p.

- SANCHES MCG. *Valoração do serviço de destinação final dos resíduos gerados pela indústria da construção civil em Salvador – BA*. 2004. 221p. Tese (Mestrado) – Departamento de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília.
- SANTOS AR. *Metodologia científica: a construção do conhecimento*. 7ª edição, Rio de Janeiro: Lamparina, 2007. 190p.
- SCHNEIDER DM. *Deposições irregulares de resíduos da construção civil na cidade de São Paulo*. 2003. 130p. Tese (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Saúde Pública, São Paulo.
- SINDUSCON/ SP, 2005. *Gestão Ambiental de Resíduos da Construção Civil: A experiência do Sinduscon-SP*. Tarcísio de Paula Pinto (coordenador). São Paulo: Obra Limpa – I&T e SindusCon-SP, 48p.
- SINDUSCON/ MG e SENAI/ MG. *Gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil*. Belo Horizonte: SINDUSCON/ MG, 2008.
- SOLIS-GUZMÁN J et al, 2009. *A Spanish model for quantification and management of construction waste*. Waste Management, 29, 2542-2548p.
- SOUZA UEL, Paliari JC, Andrade AC, Agopyan V. *Perda de materiais nos canteiros de obra: A quebra do mito*. Qualidade na construção, SINDUSCON-SP, ano II, nº 13, p.10-15, 1998.
- TAM VWY, 2008. *On the effectiveness in implementing a waste-management-plan method in construction*. Waste Management, 28, 1072-1080p.
- WEISLEDER S e Nassari D – *Construction and demolition waste management in Germany*. COWAN – Construction Waste Management in Sri Lanka, 2006. Disponível em: <http://www.cowam-project.org>. Acesso em 18 de janeiro de 2011.

APÊNDICE A

Matriz de Levantamento Bibliográfico

MATRIZ DE LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO									
Item	Artigo	Autores	Periódico	Local	Ano	Tipo de construção	Método	Objetivos	Resultados
1	A Spanish model for quantification and management of construction waste	Jaime Solís-Guzmán, Madelyn Marrero, Maria Victoria Montes-Delgado, Antonio Ramírez-de-Arellano	Waste Management	Sevilha - Espanha	2009	Construção e demolição de edifícios de habitação	Estudo de caso e estudo quantitativo – através da análise de 100 projetos de construção foram definidos três coeficientes para estimativa do volume de demolição	1. Apresentar o modelo de GRSCC implementado na comunidade de Los Alcores 2. Apresentar o procedimento padrão para estimativa do volume de resíduos esperado em novos projetos de construção	1. Modelo Alcores estimulou a elaboração do decreto nacional 105/2008 com diretrizes sobre gerenciamento de RCD 2. Definiu as etapas de GRSCD a partir da fase de elaboração de projetos até a conclusão da fase construtiva 3. Implementação de um modelo de quantificação de RCD com 95% de eficiência.

2	Estimation of construction waste generation and management in Thailand	Oyeshola Femi Kofoworola, Shabbir H. Gheewala	Waste Management	Bangkok - Tailândia	2009	Construção e demolição de edifícios	Estudo quantitativo	1. Estimar a quantidade de resíduos de construção civil gerados no período de 2002-2005 na Tailândia como um incentivo para: (a) desenvolvimento de sistema integrado de gerenciamento de RCD, e (b) a implementação de políticas para a gestão de RCD na Tailândia	- Foi realizada a quantificação e composição dos RCD gerados no país - Os resultados indicam a geração de 1.1 milhão de toneladas de RCC por ano - O estudo incentivou a reciclagem dos RCC através de cálculo realizado mostrando a quantidade de energia que poderia ter sido economizada entre os anos de 2002-2005 caso os RCC tivessem sido reciclados (integração da reciclagem no Plano de Conservação de Energia do país)
3	Ecological-economic modelling for strategic	S.E. Shmelev, J.R. Powel	Ecological Economics	Reino Unido	2005	Resíduos Sólidos	Experimental/ Estudo de caso	1. Promover uma nova metodologia p/ o modelo de GRS,	- O modelo proposto permitiu análise ecológica-

	regional waste management systems							levando em consideração padrões espaciais e temporais da geração de resíduos e do processamento	econômica no desenvolvimento do sistema de gestão de resíduos - Analisa possibilidades de aprimoramento do sistema, tomando como base opções de localização dos pontos gerados e destinação final - O modelo possibilita a escolha de tratamentos, plano de investimentos e dimensiona os impactos ambientais na saúde pública e ecossistemas
4	Implementation of waste management and minimisation in the construction industry of Malaysia	Rawshan Ara Begum, Chamburi Siwar, Joy Jacqueline Pereira, Abdul Hamid Jaafar	Resources, Conservation and Recycling	Malásia	2007	Construção e demolição de edifícios	Entrevistas, análises quantitativas	2. Apresentar evidências empíricas do nível significativo de contribuição e do nível de prática entre os fatores de minimização de	Os resultados apresentam dados sobre os fatores que mais influenciam as construtoras na minimização de RCD e aqueles que são

								RCC entre as construtoras	considerados menos importantes, o que indicou a necessidade de treinamentos específicos para estimular os aspectos mais fracos no processo de minimização
5	On the effectiveness in implementing a waste-management-plan method in construction	Vivian W.Y. Tam	Waste Management	Hong Kong	2007	Construção e demolição de edifícios	Questionário, entrevistas	<p>1. Examinar a geração de RCD e a existência de medidas de controle empregada pelo governo de Hong Kong;</p> <p>2. Avaliar a efetividade e as dificuldades na existência do método WMP;</p> <p>3. Propor alternativas para reduzir a problemática existente durante a implementação do método WMP.</p>	Os métodos propostos pelo modelo de gerenciamento de RCD (WMP) para reutilização de RCD nas frentes de obra e para redução de resíduos foram os principais benefícios obtidos com a implementação do WMP. Baixos incentivos de financiamento e aumento de custos foram considerados os pontos negativos do

									plano
6	Solid waste management in Macao: Practices and Challenges	Jianjun Jin, Zhishi Wang, Shenghong Ran	Waste Management	Macao	2006	Resíduo sólido urbano	Análise de dados obtidos a partir de fontes governamentais	1. Apresentar uma visão geral das práticas do GRS durante a última década e promover uma breve discussão sobre os desafios futuros do GRS em Macao	Após a caracterização dos resíduos sólidos de Macao, e em função do pequeno espaço físico do país e de altos custo com a disposição em aterros, o artigo propõe 4 etapas para tornar o GRS efetivo e eficiente e antecipando a problemática futura.
7	Making waste work: making UK national solid waste strategy work at the local scale	Adam D. Read	Resources, Conservation and Recycling	Reino Unido	1999	Resíduo sólido urbano	Uso de dados da pesquisa nacional realizada pelas autoridades inglesas responsáveis pelo gerenciamento de resíduos (67% de taxa de resposta)	Investigar a adoção da Política Nacional de Resíduos Sólidos Municipais (MSW) e as barreiras existentes	40% das autoridades inglesas apresentam um déficit na aplicação das políticas, sendo que 70% destes alegam ineficácia na implantação por conta de cortes financeiros e ocorrência de privatizações

8	A regional perspective on waste minimisation: a case study of the East Midlands of England	Paul S. Phillips, Bethan Gronow, Adam D. Read	Resources, Conservation and Recycling	Reino Unido	1998	Resíduo sólido urbano	Uso de dados da pesquisa realizada pelas autoridades locais da região de <i>East Midlands</i> , na Inglaterra sobre minimização de resíduos – 85 organizações foram entrevistadas por telefone e responderam a um questionário	Analisar a eficiência da política nacional na minimização de resíduos sólidos na região de <i>East Midlands</i> , Inglaterra	- Iniciativas estruturadas e rigorosas e a utilização de recursos foram efetivos; - Houve economias significativas e redução de resíduos sólidos; - Foram descritas as barreiras encontradas na implantação de planos de GRS
9	Architect's perspectives on construction waste reduction by design	M. Osmani, J. Glass, A.D. F. Price	Waste Management	Reino Unido	2008	Construção e demolição de edifícios	Revião bibliográfica, questionário (taxa de resposta: 40%)	Avaliar a visão do arquiteto sobre a origem dos RCC, sobre práticas de design que favorecem a minimização de resíduos e barreiras para a redução de RCC durante a fase construtiva	Os resultados demonstram que a redução de resíduos não é uma prioridade para os arquitetos; Na visão dos arquitetos, a geração de resíduos está unicamente ligada à fase construtiva dos projetos, no entanto 1/3 dos RCC gerados são provenientes

									das decisões dos projetistas. Outros fatores que contribuem para a geração de RCC também foram levantados.
10	Environmental performance of construction waste: comparing three scenarios from a case study in Catalonia, Spain	O. Ortiz, J.C. Pasqualino, F. Castells	Waste Management	Catalunha - Espanha	2010	Construção e demolição de edifícios	Estudo de caso	Avaliar os impactos ambientais dos RCC de acordo com o projeto LIFE 98 ENV/E/351. Três cenários foram: reciclagem, incineração e disposição em aterros sanitários	Os resultados indicam que o tratamento que melhor atende às questões ambientais é a reciclagem, seguida pela incineração, e por último o aterro sanitário. Essa sequencia se mostra pertinente mesmo em distâncias longas entre a fonte geradora e as plantas de reciclagem ou incineração.
11	A study conducted to reduce construction waste generation in Turkey	Tulay Esin, Nilay Cosgun	Building and Environment	Turquia	2007	Construção e demolição de edifícios	Entrevistas - questionário com 15 perguntas realizadas a 180 moradores	Fornecer sugestões atentando para a prevenção/redução da geração de resíduos em	Priorizar o GRCC na tentativa de reduzir os resíduos gerados. E para prevnir a

								função de modificações realizadas por vários motivos em residências na Turquia	geração de resíduos, sugere-se o uso de materiais duráveis, construção de moradias que correspondam mais às expectativas dos moradores, evitando futuras reformas e ampliação de moradias
12	Generation and management of construction and demolition waste in Greece - an existing challenge	D. Fatta, A. Papadopoulos, E. Avramikos, E. Sgourou, K. Moustakas, A. Mentzis, M. Loizidou	Resources, Conservation and Recycling	Grécia	2003	Construção, reformas e demolição de prédios	Revisão bibliográfica, Estudo quantitativo através de análise de dados de órgãos públicos e	Estudar e analisar as fontes geradoras de RCD, estimativa da quantidade de RCD gerado, assim como as práticas para o GRCD	Foi apresentada a quantidade de RCD gerada entre os anos de 1996 e 2000 no país, correlação das quantidades com os pontos geradores e recomendações para viabilizar a implantação de GRCD em função das características geográficas gregas.
13	The contribution of environmental management	Gracia Rodríguez, Francisco Javier Alegre, Germán Martínez	Resources, Conservation and Recycling	Madri – Espanha	2007	Construção, reformas e demolição de prédios	Estudo populacional, trabalho de campo,	Detectar as deficiências do SGA e dos instrumentos de	1. Análise da operação do SGA aplicado nas construções

	systems to the management of construction and demolition waste: The case of the autonomous community of Madrid (Spain)						questionário	gestão de resíduos e determinar as medidas necessárias para a melhoria do sistema a nível nacional.	em Madri. 2. Avaliação da efetividade do SGA e suas deficiências; 3. Comparação do GRCD a luz do SGA em sites de construção onde não há SGA implementado
14	Projection of construction and demolition waste in Norway	Hdvard Bergsdal, Rolf André Bohne, Helge Brattebo	Journal of Industrial Ecology	Noruega	2007	Construção, demolição e reformas de habitações	Estudo quantitativo – desenvolvimento de metodologia de cálculos	Apresentar um procedimento para projeções futuras de volume de resíduos de CC, através da estimativa do nível de atividade neste setor, determinando especificamente as atividades relacionadas à geração de resíduos	- Apresentação do modelo para projeções futuras - Resultado das projeções: aumento significativo de RCD nos próximos anos, principalmente as frações de concreto, tijolo e madeira
15	Resíduos da construção civil em Salvador: os caminhos para uma gestão	Gardênia Oliveira de Azevedo, Asher Kiperstok, Luiz Roberto dos Santos Moraes	Engenharia Sanitária e Ambiental	Salvador – Brasil	2006	Construção e demolição de prédios	Pesquisa e revisão bibliográfica / análise da legislação	Avaliar a gestão dos resíduos da construção civil, considerando o enfoque da	- Foi realizada uma avaliação dos RCC em Salvador e foram

	sustentável							minimização da geração de resíduos, esboçando a partir daí uma proposta para a cidade de Slavador a luz de uma sustentabilidade ambiental	associadas medidas possíveis para a melhoria do sistema de gestão, visando a minimização na fonte - O modelo analisado favorece a redução em 30% de geração de RCC e encaminhamento de 32,7% de RCC para aterros sanitários - É discutida a efetividade da Resolução CONAMA nº 307/ 02 no município
16	Environmental management of construction and demolition waste in Kuwait	Nabil Kartam, Nayef Al-Mutairi, Ibrahim Al-Ghusain, Jasem Al-Humoud	Waste Management	Kuwait	2004	Construção e demolição de prédios	Análise de dados publicados pelas municipalidades do Kuwait e pelo estudo realizado pelo <i>Golden Shahin Group of Companies</i> no Kuwait	Apresentar a situação dos RCC no Kuwait e as estratégias mais efetivas de gerenciamento e controle deste tipo de resíduo através da reciclagem	Apresenta a composição dos RCD no país, a capacidade de geração anual de RCD e descreve a viabilidade (soluções econômicas e eficazes) do estabelecimento

									de plantas recicladoras de RCD
17	Environmental impact of demolition waste - an overview on 10 years of research and experience	Josef O. V. Tränkler, Isa Walker, Max Dohmann	Waste Management	Alemanha	1996	Demolição	Experimental – análises laboratoriais	Analisar os tratamentos dados aos resíduos provenientes de demolições em função de sua composição	- Os resultados dos testes padrão de lixiviação foram analisados em relação às tecnologias usadas no tratamento e diferentes materiais de construção obtidos
18	A methodology for quantifying the volume of construction waste	Peter A. Yost, John M. Halstead	Waste Management and Research	USA	1996	Construção de edifícios	Estudo de caso	Desenvolver uma metodologia de estimativa que possa correlacionar a geração de RCC com o valor financeiro dos projetos construtivos	
19	A novel methodology to estimate the evolution of construction waste in construction sites	Amnon Katz e Hadassa Baum	Waste Management	Israel	2011	Construção de edifícios para habitação	Observações de campo, Pesquisa de campo (coleta de dados)	Desenvolver uma metodologia capaz de avaliar o acúmulo de RCC gerado em <i>sites</i> de construção residencial de	- O modelo sugerido foi desenvolvido e, de acordo com o mesmo, o acúmulo de resíduos é exponencial. - O total de

									médio e grande porte, do início à conclusão da etapa construtiva do projeto	resíduos acumulados nas frentes de obra analisadas foi estimado em 0,2m ³ por 1 m ² de área de piso
--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	---