

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E AMBIENTAIS

**PAULO TETSUO DE OLIVEIRA  
ROGERS FERNANDES DA SILVA JUNIOR**

**ASPECTOS AMBIENTAIS DA USINA DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS DE  
CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO: AVALIAÇÃO EMPÍRICA DOS  
IMPACTOS AMBIENTAIS NEGATIVOS NO SOLO DA USINA DE RECICLAGEM  
DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO**

DOURADOS – MS  
2013

**PAULO TETSUO DE OLIVIERA  
ROGERS FERNANDES DA SILVA JUNIOR**

**ASPECTOS AMBIENTAIS DA USINA DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS DE  
CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO: AVALIAÇÃO EMPÍRICA DOS  
IMPACTOS AMBIENTAIS NEGATIVOS NO SOLO DA USINA DE RECICLAGEM  
DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de bacharel em Gestão Ambiental

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Vera Luci de Almeida

DOURADOS – MS  
2013

## **AGRADECIMENTOS**

### **Rogers**

*Em primeiro lugar a Deus, pois, se não fosse Sua permissão nada seria possível, pela força, coragem e fé concedidas para o término de mais uma etapa.*

*Aos meus pais (Rosangela, Lourenço) por todo amor carinho e incentivo.*

*A todos meus amigos e amigas de curso, por esse período de graduação que será inesquecível. A todos os meus demais amigos que contribuíram e contribuem para momentos inesquecíveis em minha vida, em especial ao (Cassio, Flávio, Ivo, Francisco, Rodrigo, Allan, Gustavo, Alexandre, Guilherme, Antolin, João Flávio, Maycon, Viniciu).*

*Em especial a professora Vera Luci de Almeida, por toda a contribuição, atenção, paciência e orientação, que é uma pessoa competente, maravilhosa e admirável.*

### **Paulo Tetsuo**

*Eu agradeço ao Rogers Fernandes por ter me ajudado a concluir esta importante etapa.*

*Em especial a professora Vera Luci de Almeida, por toda a paciência que teve conosco durante o desenvolver desta atividade.*

## RESUMO

As usinas de reciclagem de resíduos de construção civil classe A estão ajudando a resolver um dos maiores problemas da indústria da construção civil - os desperdícios de matéria prima e a disposição destes materiais em locais clandestinos. As atividades e os processos da usina de reciclagem de resíduos de construção civil constituem uma solução ambientalmente correta para os resíduos da construção civil, beneficiando-os para que possam ser reutilizados, desta maneira, causando um impacto ambiental de caráter positivo na cadeia de produção da construção civil. No entanto, uma usina de reciclagem de resíduos de construção civil, pode tanto causar impactos ambientais positivos, como, impactos ambientais negativos. Sendo assim, o trabalho busca identificar *in loco*, quais são estes impactos ocasionados por uma usina de reciclagem de resíduos da construção civil classe A. O trabalho, foi realizado na empresa *Kurica Seleta Ambiental S/A*, localizada no município de Londrina, PR, responsável pela reciclagem dos resíduos de construção civil da cidade e região. O estudo de caso buscou conhecer todos os processos e atividades da usina, desde a chegada do resíduo até seu beneficiamento. O instrumento de pesquisa utilizado foi a entrevista informal despadronizada aos técnicos responsáveis pelos processos, a fim de coletar dados e informações a respeito dos aspectos e respectivos impactos ambientais negativos observados a campo. Com a pesquisa foi possível concluir que a atividade de reciclagem de Resíduos de Construção Civil e Demolição classe A, é uma atividade impactante e que gera impactos ambientais negativos ao solo, porém estes não são de grande relevância, ao ponto de ser necessário cessar as atividades em função do mesmo.

**Palavra – chaves:** Impacto e aspecto ambiental negativo no solo. Reciclagem de resíduos de construção civil. Usina de reciclagem de resíduos de construção civil classe A.

## ABSTRACT

The recycling plants construction waste class are helping to solve a major problem in the construction industry - waste of raw material and disposal of these materials at forbidden places. The activities and processes of the recycling plant construction waste constitute an environmentally friendly solution for construction waste, benefiting them so they can be reused, thus causing an environmental impact positive character in the production chain of construction. However, a recycling plant for construction waste, can cause both positive environmental impacts as negative environmental impacts. Thus, the work seeks to identify what are these negative environmental impacts caused by a recycling plant for construction waste class by searching only the negative impacts to soil and related environmental aspects related to these negative impacts. The work was carried out in the company Kurica Seleta Ambiental S / A, located in Londrina, PR, responsible for the recycling of construction waste from the city and region. The case study aimed to know all the processes and activities of the plant, since the arrival of the waste until its processing. The survey instrument used was informal interview technicians responsible for the processes in order to collect data and information about the issues and their negative environmental impacts observed in the field. Through research it was concluded that the recycling activity of RCC / RCD class, is an impacting activity and generates negative environmental impacts to the soil, but these are not of great importance, to the point of being required to cease activities according to same.

**Key Words:** Environmental aspect and impact negatively on the ground. Recycling of construction waste. Recycling plant for construction waste class A.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Cadeia de Impactos Ambientais na Construção Civil .....	27
Figura 2 - Perímetro urbano de Londrina/PR .....	40
Figura 3 – Sistema produtivo de uma usina de RCC/RCD .....	42
Figura 4 - Inspeção e classificação de caçambas de resíduo de construção civil classe A após pesagem.....	43
Figura 5 - Área de transbordo e triagem dos resíduos de construção civil classe A .....	44
Figura 6 - Área e amostragem de planta fixa de beneficiamento de resíduos de construção civil classe A .....	44
Figura 7 - Esteira de polia e separador magnético suspenso .....	45
Figura 8 - Pátio de reciclagem, atividade período chuvoso em comparação com período de estiagem .....	47

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Requisitos Legais sobre RCC e RCD nos municípios .....	19
Quadro 2 - Normas Técnicas sobre Resíduos Sólidos e RCD.....	35
Quadro 3 – Classificação do material obtido através da reciclagem do RCC/RCD.....	47

## LISTA DE SIGLASE ABREVIATURAS

<b>ABNT</b>	Associação Brasileira de Normas e Técnicas
<b>CONAMA</b>	Conselho Nacional de Meio Ambiente
<b>KM<sup>2</sup></b>	Quilômetro quadrado
<b>NBR</b>	Norma Brasileira
<b>PMMA</b>	Política Municipal de Meio Ambiente
<b>PNMA</b>	Política Nacional de Meio Ambiente
<b>PNRS</b>	Política Nacional de Resíduos Sólidos
<b>RCC</b>	Resíduos de Construção Civil
<b>RCD</b>	Resíduos de Construção e Demolição
<b>T/ANO</b>	Tonelada por ano
<b>IAP</b>	Instituto Ambiental do Paraná
<b>ATT</b>	Área de Transbordo e Triagem
<b>CTR</b>	Centrais de Tratamento de Resíduos
<b>APA</b>	Área de Proteção Ambiental
<b>Abrecon</b>	Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos de Construção Civil e Demolição
<b>Abrelpe</b>	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
1.1 Justificativa.....	12
1.2 Objetivos.....	15
1.3 Estrutura do trabalho .....	15
2.1 A construção civil.....	16
2.2 Os resíduos de construção e demolição RCD's.....	17
2.2.1 Reciclagem e reutilização de RCD's .....	20
2.3 Usina de Reciclagem de RCC/RCD .....	21
2.3.1 Equipamentos .....	22
2.3.2 Processamento .....	25
2.4 Impacto e aspecto ambiental .....	26
2.4.1 Impacto ambiental .....	26
2.4.2 Aspecto ambiental .....	28
2.5 Legislação vigente .....	28
2.5.1 Legislações nacionais .....	29
2.5.2 Legislações estaduais.....	30
2.5.3 Legislações municipais.....	32
2.5.4 Normas técnicas.....	34
<b>2 METODOLOGIA .....</b>	<b>36</b>
3.1 Tipo de pesquisa.....	36
3.2 Sujeito da pesquisa .....	37
3.3 Instrumentos da pesquisa.....	38
3.4 Coleta dos dados.....	38
3.5 Análise e interpretação dos dados .....	39
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>39</b>
4.1 A Empresa .....	39
4.2 Caracterização do empreendimento .....	41
4.3 Caracterização dos processos e atividades .....	42
4.4 A entrevista.....	48
4.4.1 Aspectos e impactos referentes ao solo .....	48
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>55</b>



## 1 INTRODUÇÃO

As grandes quantidades de resíduos sólidos da construção e demolição geradas em cidades de porte médio são consideradas inservíveis, resultando em um grande passivo ambiental para os municípios. Dessa forma, muito dos Resíduos de Construção Civil/Resíduos de Construção e Demolição (RCC/RCD), são dispostos indevidamente nas proximidades de rodovias, terrenos baldios ou áreas em que os proprietários não procedem de uma manutenção adequada, deixando os resíduos dispostos irregularmente.

Os resíduos sólidos são classificados e divididos em quatro classes segundo a Resolução CONAMA nº 307, da seguinte forma: Classe A - Resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: de construção, demolição, reformas e reparos de edificações, como componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimentos, etc.), argamassa e concreto; de construção demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplenagem; de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios) produzidas nos canteiros-de-obras; Classe B - Resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros; Classe C - Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como o gesso; Classe D - Resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

Os RCC/RCD, segundo a Abrecon (2013), são os restos de construções demolidas, provenientes dos desperdícios das atividades da construção civil. Neles, podem-se encontrar materiais recicláveis e não recicláveis, alguns possuem grande valor econômico agregado, como é o caso do cobre, e outros de menor valor, como o papel. Encontram-se, também, produtos já consagrados no mercados da reciclagem, tais como plásticos, metais de todos os tipos, papel e papelão, e materiais que necessitam de tecnologias modernas para a reciclagem, como é o caso dos blocos de concretos, cerâmicas e argamassas. Tem-se ainda, materiais que apresentam riscos à saúde e ao meio ambiente, tais como tintas e solventes.

No entanto, os RCC/RCD possuem formas alternativas de reaproveitamento e reutilização, assim como os demais resíduos sólidos secos (alumínio, papelão e PET), que são reciclados e reinseridos no mercado sob forma de novos produtos. Os RCC/RCD dispõem de alternativas socioambientais e econômicas como, por exemplo, a sua transformação em agregados para uso na pavimentação asfáltica ou na produção de areia reciclada para o reuso na construção civil.

A prática da reciclagem na construção civil, ajuda a mitigar alguns dos seus maiores problemas, que são os desperdícios dos materiais de construção e a quantidade de entulho gerado. Sendo assim, os procedimentos da reciclagem dos RCC/RCD geram impactos, que podem ser tanto positivos como negativos, apresentando ligação direta com os aspectos econômicos e ambientais da construção civil.

Para identificar os impactos gerados pelos RCC/RCD é necessário que sejam identificadas as principais atividades, e procedimentos, envolvidos no processo de reciclagem, em uma usina de reciclagem de resíduos de construção civil, classe A. Tal motivo visa entender, quais são os pontos negativos da usina de reciclagem de construção civil classe A, no meio ambiente. Quais são os impactos ambientais negativos, da atividade, dos procedimentos adotados. No entanto, para desenvolvimento do propósito deste trabalho, alguns itens devem antes serem abordados, tais como: o que são RCD/RCC, quais são os resíduos sólidos classe A, a importância da reciclagem, o que são impactos ambientais e aspectos ambientais, e como funciona uma usina de reciclagem de RCC/RCD.

## **1.1 Justificativa**

A reciclagem tem um papel importante economicamente e ambientalmente. Para explicar esta importância é necessário analisar aspectos técnicos econômicos e ambientais do reaproveitamento dos RCC/RCD como:

- Utilização de quantidade significativa de material reciclado tanto na fração miúda quanto na graúda.
- Possibilidade de utilização dos diversos materiais componentes do entulho concretos, argamassas, materiais cerâmicos, areia, pedras.
- Utilização de parte do material em granulometrias graúdas.

- Redução dos custos da administração pública municipal com a remoção do material depositado clandestinamente ao longo das vias públicas, terrenos baldios, cursos d'água e encostas.
- Aumento da vida útil dos aterros sanitários, reduzindo a necessidade de áreas para implantação de novos aterros (CARNEIRO, 2005).

A construção civil é uma das indústrias que mais utiliza matéria prima e recursos naturais, gerando resíduos heterogêneos. Este fator pode mudar dependendo da obra, tornando-os mais ou menos heterogêneos. Desta maneira, a Resolução CONAMA nº 307/2002, em seu Artigo 3º, estabelece quatro classes de Resíduos Sólidos. Resíduos classe A, classe B, plástico papéis e vidros, classe C, resíduos que não foram desenvolvidas tecnologias economicamente viáveis para o reaproveitamento e classe D, resíduos perigosos da construção, tais como, tintas óleos e solventes. A resolução define os resíduos sólidos classe A como aqueles recicláveis ou reutilizáveis de construção, demolição, reformas, reparos e processos de fabricação. Especificando quais são os tipos mais comuns.

Segundo Ângulo (2004) e John (2000) as perdas de resíduos classe A como, blocos, concretos, tijolos podem contribuir para um aumento entre 5% a 11% no orçamento da obra.

Neste contexto, pode-se observar a oportunidade do desenvolvimento de procedimentos técnicos para a redução da geração dos RCC/RCD, através de sua reciclagem, com base na Resolução CONAMA nº 307/2002, que define quais são alguns dos resíduos sólidos da construção civil passíveis da prática da reciclagem.

De acordo com John (2000), a prática da reciclagem dos RCC/RCD classe A no Brasil, em comparação com outros países, tais como Holanda, Estados Unidos e Japão, está apenas iniciando. Um dos fatores determinantes são as composições dos RCC/RCD, que variam de acordo com o local e obra, sendo utilizados métodos ou procedimentos diferentes no processo reciclagem, conforme sejam necessários.

O desenvolvimento dos processos ou pratica da reciclagem de RCC/RCD, como nas demais atividades gera um impacto no ambiente que está inserido. Ao termo impacto deve ser atribuído um tom de neutralidade, pois, determinado aspecto positivo da reciclagem dos RCC/RCD, geram impactos positivos, assim como aspectos negativo geram impactos negativos.

Neste sentido, inúmeros são os benefícios que a reciclagem dos RCC/RCD podem gerar. John (2000) cita alguns, tais como, a redução no consumo de recursos não renováveis a

redução de poluições e a redução do consumo de energia no processo de produção. No entanto, como qualquer outra atividade, a reciclagem pode gerar resíduos e impactos negativos ao meio ambiente, sendo desta maneira, apenas os aspectos positivos da reciclagem lembrados.

Por muitas vezes os aspectos negativos não são totalmente identificados no que pode vir tornar a reciclagem um processo que demanda muita energia, além de demandar procedimentos e tecnologias moderna, encarecendo o custo da reciclagem, segundo a finalidade do processo de reciclagem (ÂNGULO, 2004).

Sendo assim, de acordo com os procedimentos e finalidade da reciclagem, o processo pode gerar impactos negativos, tais como, outros tipos resíduos indesejados e alta demanda de energia. Os procedimentos a serem utilizados são definidos a partir dos resíduos sólidos de construção civil, presentes no canteiro de obras, enquanto a finalidade é definida por qual será o seu destino, reutilização, ou comercialização do RCC/RCD reciclado.

Portanto, é necessário entender quais são os aspectos ambientais da reciclagem dos RCC/RCD, e a partir desses aspectos, identificar quais são os impactos ambientais negativos da reciclagem dos resíduos sólidos de construção civil classe A, tendo por informação que os aspectos são os elementos das atividades, enquanto os impactos são os efeitos das atividades ao meio ambiente.

No entanto, para identificar e julgar quais os impactos ambientais negativos do processo de reciclagem dos RCC/RCD, classe A, é preciso compreender todo o processo de reciclagem, e entender o que é um aspecto ambiental e um impacto ambiental.

Sendo assim, este trabalho é importante pois busca definir e identificar com clareza os impactos e aspectos ambientais da reciclagem dos RCC/RCD classe A, explicando todo o processo de reciclagem. Ou seja, identifica e explica a geração dos resíduos, o transporte, destinação e disposição do resíduo, seja em área de triagem, canteiro de obra, ou a própria usina de beneficiamento, relacionando quais são os equipamentos e procedimentos utilizados, e quais são os aspectos ambientais negativos que cada equipamento e procedimento apresenta, e os impactos negativos que podem, conseqüentemente, gerar ao processo e ao meio em que está inserido.

Porém a identificação dos aspectos e impactos, são influenciados pela finalidade do processo de reciclagem dos RCC/RCD classe A. As usinas de beneficiamento de RCC/RCD presentes no Brasil, tem por finalidade o beneficiamento para base de pavimentação asfáltica,

geralmente, resíduos vermelho ou marrom, que é de origem cerâmica, e para uso na construção civil por intermédio do agregado, tijolos reciclados, que são de cor cinza. Algumas usinas trabalham com dois tipos de finalidade, no entanto, este trabalho levará em consideração, a identificação dos aspectos e impactos ambientais, da usina de beneficiamento de resíduos classe A, de cor cinza, que tem por finalidade a produção de agregados reciclados.

Portanto, sendo identificados os aspectos ambientais negativos e conseqüentemente os impactos ambientais negativos do processo de reciclagem, será realizada uma identificação dos impactos no solo. Afim de se chegar na questão do trabalho, que é: quais os aspectos ambientais negativos gerados por uma usina de reciclagem, de planta fixa, no processo de reciclagem dos RCC/RCD classe A, e os respectivos impactos ambientais negativos, que esses aspectos ocasionam ao solo.

## **1.2 Objetivos**

O trabalho tem por objetivo geral identificar de forma empírica quais são os Impactos Ambientais Negativos ocasionados pelo processo de reciclagem de RCD Classe A no solo.

Para se atingir este objetivo, estabeleceu-se os seguintes objetivos específicos:

- Caracterizar *in loco* a indústria da reciclagem de RCD Classe A.
- Identificar as atividades e os processos da reciclagem de RCD Classe A.
- Identificar de forma empírica e avaliativa quais são os aspectos ambientais na reciclagem de RCD Classe A que proporcionam os impactos ambientais negativos no solo.

## **1.3 Estrutura do trabalho**

Este trabalho está dividido em cinco capítulos. O primeiro traz uma introdução ao tema, a justificativa do trabalho e seus objetivos. O segundo capítulo apresenta uma revisão bibliográfica sobre o tema. No terceiro capítulo é apresentado a metodologia aplicado no trabalho. O quarto capítulo apresenta os resultados e discussões da pesquisa e quinto capítulo relaciona as conclusões da pesquisa. Ao trabalho são atribuídos dois momentos, o primeiro

momento, é a pesquisa bibliográfica e importância do tema, o segundo momento a pesquisa de campo, resultados e discussão dos dados, e conclusão.

O respectivo trabalho visa explicar o problema de pesquisa, e justificar a importância do tema abordado, ou seja, itens como usina de reciclagem de RCC/RCD, construção civil, impacto e aspecto ambiental, equipamentos e procedimentos, dentre outros. Sendo assim opta-se por uma usina de planta fixa de reciclagem de RCC/RCD, ou seja, usina fixa, e com finalidade em agregados. As informações a serem obtidas são os aspectos e impactos ocasionados pelo processo de reciclagem (equipamentos, poluição sonora e entre outros) sobre o solo, além de analisar de forma empírica o processo de reciclagem dos agregados, sendo assim, o trabalho busca definir e identificar com clareza os impactos e aspectos ambientais da reciclagem dos RCC/RCD classe A, explicando todo o processo de reciclagem e os procedimentos utilizados.

## **REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Este capítulo tem a finalidade de explicar e definir o que são os RCC/RCD e sua reciclagem. A partir desses dois temas é explicado de onde provêm os RCC/RCD e como a reciclagem pode ajudar a resolver os problemas de desperdício e perdas de materiais de construção.

No capítulo, são apresentados os requisitos legais sobre os RCC/RCD, em âmbito federal, estadual, municipal e normas técnicas sobre a caracterização, disposição e responsabilidades na geração dos RCC/RCD. A reciclagem é abordada nos itens sobre usina da reciclagem, na qual são definidos os principais equipamentos e processos. O capítulo também tem por finalidade discorrer sobre impactos e aspectos ambientais, focando-os no processo e na usina de reciclagem dos RCC/RCD.

### **2.1 A construção civil**

Estima-se que as grandes construções civis começaram no Egito entre 4000 e 2000 a.C. As maiores construções que se tem informações sobre este período são as Pirâmides de Gizé, por volta de 2700 e 2500 a.C., feitas a base de pedras e tijolos. Durante a idade média pouco se teve de inovações na construção civil, porém, com a chegada da Revolução



Industrial, houve um crescimento na construção, devido ao surgimento do aço, concreto ou betão, e os benefícios através das máquinas a vapor e o carvão (ALGARVIO, 2009).

A construção atualmente, não é processo estático. Ao ser realizada uma obra, muitas tarefas e funções são desenvolvidas, tais como demolições, escavações, alvenaria em geral, reboco entre outros. Sendo assim, uma obra utiliza, desde seu início até o seu final, muitos materiais de construção, o que acaba gerando uma grande quantidade de resíduos. Apesar do lado negativo da construção civil, os impactos ambientais, mudança da paisagem e o elevado consumo dos recursos naturais, é inegável a importância a ser considerada, sendo ela uma das atividades mais importantes para o desenvolvimento do meio socioeconômico (ALGARVIO, 2009; KARPINSK, 2009; PINTO, 2005).

A importância da construção civil se justifica pelos seus próprios dados econômicos e sociais. Sua presença disponibiliza um grande número de mão de obra e influência diretamente no PIB dos países. Em países em desenvolvimento, corresponde de 3 a 5%, enquanto nos países desenvolvidos representam de 5 a 10%. No Brasil, a indústria construção civil é um fator que exerce forte influência na economia, representando aproximadamente 7% do PIB nacional, absorvendo cerca de 6,5% da população economicamente ativa (BAZZO, 2000; COLOMBO, 2000).

Apesar das técnicas e das tecnologias presentes na construção civil atualmente, um dos maiores desafios deste setor são as perdas e desperdícios de materiais de construção. Segundo Carneiro (2003), a indústria de construção civil vem melhorando suas técnicas a fim de reduzir as perdas, já que o setor é considerado um dos vilões do consumo dos recursos não renováveis. Estima-se que no Brasil a perda de matérias em construções empresariais variam entre 20 e 30%. O Instituto Brasileiro de Tecnologia e Qualidade na Construção Civil, através de uma pesquisa em 12 estados concluiu que os desperdícios de concreto variam entre 2 e 28%. Essa discrepância na porcentagem é devido as práticas ou tecnologia utilizados nos canteiros de obras. Sendo assim, a redução de perdas e desperdícios é de suma importância, sob o ponto de vista econômico e ambiental, reduzindo os gastos com a compra de matérias, a redução da geração de entulhos, dentre outros (CARNEIRO, 2003).

## **2.2 Os resíduos de construção e demolição RCD's**

Praticamente todo processo que envolve matéria-prima, uso ou produção em escala comercial e industrial, geram resíduos. Na construção civil, seja de grande porte ou pequeno

porte, como reformas em residências, não é diferente, pois também geram, e tais resíduos podem ser conhecidos como Resíduos de Construção Civil – RCC, ou Resíduos de Construção e Demolições – RCD's.

A ABNT NBR 10004/2004 define os Resíduos Sólidos de forma abrangente como, “Resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição.” Sendo assim, esses resíduos podem ser provenientes de construções civis, canteiros de obras, reformas residenciais ou de demolições. A Resolução CONAMA nº 307/02 define em seu 2º artigo, inciso I, os resíduos da construção civil tanto, quando a Lei 12305/2010, que institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos – PNRS em seu artigo 13º, inciso I, alínea h.

Art. 2º Para efeito desta Resolução são adotadas as seguintes definições:

I - Resíduos da construção civil: são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha;

Art. 13. Para os efeitos desta Lei, os resíduos sólidos têm a seguinte classificação:

I - quanto à origem:[...]

h) resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis. [...]

O Brasil segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, Abrelpe (2011), gera 31 milhões t/ano de RCC/RCD o que corresponde a 230 – 760 kg/hab/ano. Camargo, 1995 (apud KARPINSK, 2009) afirma que os RCC/RCD que saem dos canteiros de obras são compostos de 64% de argamassas, 30% por blocos de concretos, tijolos e componentes de vedação. E os outros 6% são compostos de plásticos, areias, terras, pedras e metais.

Os excedentes e resíduos oriundos da construção civil, geralmente, são ou deveriam ser destinados a locais determinados para a sua disposição, porém, alguns municípios não apresentam um local específico para tal, sendo os RCC/RCD alocados em locais indevidos como lixões clandestinos, beiradas de ruas ou rodovia. Alguns municípios (Quadro2) dispõem de leis sobre RCC/RCD uma vez que tais resíduos servem de matéria-prima para a construção civil por meio da reciclagem. Após o RCC/RCD ser triturado obtém-se o agregado que pode

ser utilizado como argamassa, concreto, além de ser uma solução ecologicamente adequada para um passivo ambiental.

Municípios	Requisito Legal	Regulamentação
Belém	Lei nº 8.014/2000	Dispõe sobre a coleta, o transporte e a destinação final de resíduos sólidos industriais e entulhos em aterros sanitários ou incineradores municipais, não abrangidos pela coleta regular.
Belo Horizonte	Lei nº 9.193/2006	Dispõe sobre a implantação de usina de reciclagem de resíduos sólidos e dá outras providências
	Lei nº 8.357/2002	Institui o Programa de Coleta Seletiva de Resíduos Controlada por Produtor e dá outras providências
Campo Grande	Lei Complementar nº 92/2006	Dispõe sobre a obrigatoriedade da utilização de coletores do tipo caçamba para acondicionamento de entulhos comercial, industrial e domiciliar, e dá outras providências
Cuiabá	Lei nº 3.241/1993	Dispõe sobre a colocação de caixas coletoras de lixos, entulhos e resíduos de construções e dá outras providências.
Curitiba	Lei nº 11.682/2006	Dispõe sobre as normas do Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil em Curitiba (Lei nº 11.682/2006), que classifica os materiais em grupos e dá as diretrizes para a destinação destes.
Florianópolis	Lei Complementar nº 305/2007	Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos RCC no município de Florianópolis e dá outras providências.
	Lei Complementar nº 398/2010	Institui a política municipal de coleta seletiva de resíduos sólidos no município de Florianópolis, cria o conselho gestor e dá outras providências.
Fortaleza	Decreto nº 9.374/1994	Disciplina a coleta e a destinação dos resíduos sólidos gerados por obras de construção civil e dá outras providências.
Manaus	Lei nº 1.411/2010	Dispõe sobre a organização do sistema de limpeza urbana do município de Manaus
Natal	Decreto Municipal nº 13.972	Determina que os locais de despejo de RCC deverão ter uma licença especial para funcionarem
Recife	Decreto nº 18.082/1998	Regulamenta a Lei nº 16.377/1998 no que tange ao transporte e à disposição de RCC e outros resíduos não abrangidos pela coleta regular e dá outras providências
São Paulo	Lei nº 14.803/2008	Dispõe sobre o Plano Integrado de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos e seus componentes, o Programa Municipal de Gerenciamento e Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil conforme previstos na Resolução Conama no 307/2002; disciplina a ação dos geradores e transportadores destes resíduos no âmbito do sistema de limpeza urbana do município de São Paulo e dá outras providências
	Decreto nº 48.075/2006	Dispõe sobre o uso de agregados em obras públicas municipais
	Decreto nº 42.217/2002	Regulamenta a Lei nº 10.315, de 30 de abril de 1987, no que se refere ao uso de áreas destinadas ao transbordo e à triagem de RCC e resíduos volumosos, na forma que especifica, e dá outras providências.

Fonte: IPEA (2012)

#### Quadro 1 - Requisitos Legais sobre RCC e RCD nos municípios

### 2.2.1 Reciclagem e reutilização de RCD's

A reciclagem se tornou ao longo da história uma boa alternativa para o reaproveitamento de alguns materiais, e principalmente dos resíduos. Os RCC/RCD começaram a ser reciclados para a utilização na construção civil nos períodos pós primeira e segunda guerra mundial. Através dos cenários destruídos que se encontravam algumas cidades na Europa no pós guerra, traçou-se um plano para reconstruir as cidades, a reciclagem para o reaproveitamento dos então entulhos, surgiu como uma alternativa viável para a reconstrução de grandes partes da cidades (SOARES, 2010, apud ÂNGULO, 2004).

O termo reciclagem se baseia em um ciclo, onde o material uma vez já utilizado, teoricamente não tendo mais utilidade, possa ser reaproveitado e utilizado novamente sob forma de um novo material. A prática da reciclagem tem como um de seus princípios a sustentabilidade, pois, a partir dela se exige um menor número de matéria-prima a ser utilizada e, conseqüentemente, provocando a redução no consumo de energia e recursos naturais. Já a reutilização tem como objetivo a racionalização dos materiais, utilizando novamente aqueles com maior durabilidade e vida útil (BLUMENSCHHEIN, 2007; CASTRO, 2012).

O processo de reciclagem envolve algumas etapas que se desenvolvem a partir dos resíduos, dentre elas está a coleta, a separação e o processamento. Na reciclagem dos RCC/RCD o processo dispõe de mais algumas atividades como a seleção, a britagem ou a moagem, o peneiramento, e processos para definir a granulometria

No que diz respeito a reciclagem dos RCC/RCD, o Brasil ainda está muito atrás de alguns países Europeus como a Holanda, que já vem utilizando a prática da reciclagem a muito tempo. De acordo John (2000), esse atraso do Brasil pode ser atribuído aos problemas econômicos e sociais que ficam mais pautados nas discussões políticas, deixando pouco espaço para a questão do desenvolvimento sustentável.

Segundo Bernardes, (2006) através de pesquisas observou-se que os RCC/RCD apresentam alto potencial para reciclagem “83% dos resíduos podem ser utilizados na construção civil”. A pesquisa cita ainda que os resíduos são compostos de concreto, tijolos, solo e areia, que podem ser aproveitados novamente na obra além de metais, ferros alumínio, podas e madeiras em geral, dentre outros resíduos.

Porém, um aspecto que dificulta a reciclagem e diferencia a amostragem, encontrada dos RCC/RCD em determinados locais, é a sua heterogeneidade, pois o resíduo apresenta certas características que são definidas aonde foi gerado. Dentre estas características estão: os níveis de desenvolvimento da indústria de construção da região, como os processos utilizado, o desperdício, a mão de obra. A obra em questão, que reflete direto no aspecto do resíduo, como metrô, esgoto, edificações e principalmente no desenvolvimento econômico da região. Tais fatores mostram que a essência dos RCC/RCD podem variar de acordo com as cidades, estados, regiões e países, podendo ser os processos de reciclagem diferentes em alguns locais (CARNEIRO, 2005).

John (2000) salienta que a boa gestão dos RCC/RCD inicia-se no próprio canteiro de obras, uma vez que a construção civil é a maior consumidora de materiais, portanto tendo as maiores possibilidades para reciclar. No entanto vários aspectos devem ser analisados em relação a reciclagem. Estima-se que a reciclagem dos RCC/RCD podem diminuir os custos entre 20 – 25%, mas para isso deve ser levado em consideração a tecnologia utilizada, de acordo com os resíduos presentes no local, o investimento inicial, a despesas dos custeios e as receitas. Porém, um dos maiores desafios da reciclagem dos RCC/RCD é a concepção dos consumidores e de técnicos, pois, consideram o produto de qualidade inferior.

### **2.3 Usina de Reciclagem de RCC/RCD**

A reciclagem de RCC/RCD é uma pratica recente no Brasil, as primeiras instalações ocorreram por volta das décadas de 80 e 90. Que, de acordo com Miranda (2005), os RCC/RCD eram triturados em argamassadeiras no próprio canteiro de obras. Zordan (1997) cita que em 1991, começou a funcionar a primeira usina de reciclagem de RCC/RCD, a usina de Itatinga, localizada na cidade de São Paulo, responsável pela reciclagem de entulhos.

Atualmente, a pratica da reciclagem de RCC/RCD aumentou em relação a década de 90. Estados como Rio de Janeiro, Minas Gerais, Paraná e Ceará, dispõem de municípios com usinas públicas ou privadas. Até 2005, segundo Miranda (2005), já tinham sido instaladas 23 usinas em todo o Brasil. E hoje em 2013, segundo a Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (ABRECON), existem cerca de 200 indústrias (ABRECON, 2013)

Na instalação de uma usina de reciclagem de RCC/RCD, alguns aspectos devem ser levados em consideração, como: a finalidade da usina, o local e os equipamentos.

Em usinas de reciclagem dos RCC/RCD classe A, no Brasil, o processo tem por finalidade a reciclagem para aquisição do agregado, ou para base de pavimentação asfáltica. Os equipamentos e os procedimentos utilizados são os mesmos para ambos, podendo variar de acordo com a especificação do tamanho das partículas. Os resíduos destinados a reciclagem para aquisição de agregados, são de cor cinza, de origem do cimento e concreto, enquanto, o resíduo para a base de pavimentação asfáltica é de cor laranja e vermelha, de origem cerâmica.

Em ambos tipos de usina, seja para aquisição de agregado, ou de pavimentação asfáltica, ao ser encontrado gesso na caçamba, ou junto aos resíduos, o material não é aceito para o beneficiamento. Segundo Miranda (2005), o gesso causa alterações na microestrutura e propriedades de argamassas de assentamento. Pela dificuldade de se mensurar qual a quantidade de gesso presente em uma caçamba, pois, ele pode se apresentar junto a outros materiais, ou em pó, as usinas ao encontrarem gesso na caçamba não aceitam o material.

O local de implantação de uma usina é um aspecto importante, pois, trata-se de uma atividade industrial, portanto, gera impactos e perturbações ao seu entorno. Segundo Miranda (2005), as usinas que não estão localizadas em áreas industriais costumam causar transtornos de ruídos e poeira a população do entorno. Por outro lado, as emissões de poeiras e ruídos, podem ser resolvidos com aspersores e jatos d'água nas etapas de disposição e triagem, e os ruídos podem ser resolvidos com barreiras verdes no entorno da usina.

No processo de reciclagem, em uma usina, muitos dos equipamentos utilizados são os mesmo da mineração. Alguns são modificados e outros adaptados. No Brasil, segundo Miranda, (2005), apesar da conscientização da importância da reciclagem de RCC/RCD, o setor carece de equipamentos e tecnologias para melhorar a qualidade de desempenho das usinas nacionais.

### **2.3.1 Equipamentos**

Na usina de reciclagem de RCC/RCD classe A, alguns procedimentos e equipamentos são característicos. A identificação, classificação, redução e separação fazem parte desta

extensa atividade, segundo Miranda (2005). Os principais procedimentos e equipamentos serão descritos nos próximos parágrafos.

Um dos primeiros equipamentos é o alimentador vibratório (AV). Ele recebe das caçambas, pás carregadeiras, o RCC/RCD, e os lança no britador. No AV tem uma mesa vibratória e grelha, estes dois ajudam a separar as frações mais finas de RCC/RCD, para não desgastar o britador. Em usinas que dispõem de dois britadores, geralmente, são utilizadas grelhas vibratórias para separação do material britado, enquanto outras usinas utilizam peneiras vibratórias, para também separar o RCC/RCD britado em partículas de tamanho controlado.

O desgaste do alimentador compromete a produção, e pode demandar mais energia, caso o equipamento não esteja calibrado, pois o produto final resultado de um processo ineficiente geram perdas econômicas e materiais para o proprietário. Geralmente, esse equipamento é produzido no estado de São Paulo, uma vez que haja o desgaste o seu conserto é elevado e muitas vezes inviável, ocasionando outro passivo ambiental e prejuízo para o proprietário.

Os seus maiores impactos são causados pela condução da matéria-prima até o seu destino final, ou seja, a queima de combustíveis fósseis que geram gases de efeito estufa e a própria poluição atmosférica. Outros fatores impactantes são a poluição sonora, caso a usina esteja instalada em áreas urbanizadas, a elevação na concentração atmosféricas de materiais particulados (poeiras) que podem ocasionar problemas no aparelho respiratório. E a demanda de energia para o funcionamento do equipamento, caso esteja descalibrado. A instalação desse equipamento em áreas urbanas podem ser inconvenientes devido ao seu funcionamento, pois o longo período de funcionamento podem gerar transtornos para a população que vivem nas proximidades.

Os britadores são equipamentos responsáveis na redução das partículas dos RCC/RCD. Nas usinas podem ser encontrados dois tipos de britadores, os de impacto e os de mandíbula. Ambos desempenham a função de reduzir as partículas de RCC/RCD a uma tamanho estipulado, no entanto, Miranda (2005) explica que cada equipamento tem um funcionamento diferente, e produzem materiais com características diferentes.

Caso este equipamento apresente algum defeito, ele possui custo de manutenção elevado e dependendo do modelo é fixo, não podendo ser locomovido, portanto, a manutenção só pode ser feita no local onde está instalado. O seu funcionamento produz ruídos

elevados, caso esteja instalado em áreas urbanizadas podem causar transtornos para população local. Também há a questão de manutenção do equipamento, onde se o valor do reparo for elevado e ocasionar a inviabilidade de manutenção do equipamento (perda total) pode resultar em prejuízo para o proprietário e mais um passivo ambiental que ele terá que arcar.

Os materiais britados são lançados nos transportadores. Que geralmente são correias, mas podem ser elevadores ou veículos. Os transportadores tem a função de levar o RCC/RCD dos britadores as peneiras. As correias levam vantagem neste processo, por serem elétricas, contínuas, além de serem mais baratas e de fácil manutenção. E o seu diâmetro irá depender da produção/hora da usina.

Outro equipamento encontrado é o separador magnético, que pode apresentar outra nomenclatura, como extrator de metal, imãs suspensos, mas o propósito é o mesmo. Este equipamento, geralmente está localizado acima do transportador, podem ser de limpeza automática, ou seja, não precisa ser desligado para ser limpo, apresenta um sistema de limpeza que é automático, ou de limpeza manual, que necessita ser limpo manualmente quando estiver cheio de material. Ambos tem a função de remover os metais, ferros do RCC/RCD após serem britados.

Apesar de serem isentos de ruídos danosos, alguns separadores utilizam de óleos para a sua refrigeração. Esse óleo tem como finalidade em dissipar o calor gerado pelos imãs. Mas com o tempo, o desgaste pode comprometer o funcionamento do equipamento devido à perda de óleo. Esse óleo em contato com o meio externo é altamente poluente podendo contaminar solo e água.

Algumas usinas dispõem de moedores ou moinhos, estes equipamentos podem ser encontrados em usinas que pretendem obter partículas de RCC/RCD bem reduzidas. O processo de moagem pode ser úmido, ou seco. Uma vez que o processo a seco, é utilizado apenas em casos necessários. Este tipo de equipamento é pouco encontrado nas usinas, devido seu custo para aquisição, consumo para manutenção e utilização, sendo que a sua necessidade deve ser avaliada de acordo com a necessidade da usina (MIRANDA, 2005).



### 2.3.2 Processamento

O processo de Reciclagem de RCC/RCD, pode apresentar diferenças em relação a sua instalação. Esta instalação pode ser entendida como Planta. Existem plantas, que podem ser fixas, o maior exemplo são as fábricas ou usinas de reciclagem de RCC/RCD, que tem equipamentos com localização definida. Plantas semimóveis, que são plantas que ficarão em determinado local por certo tempo, como em obras de médio prazo. E plantas móveis, que são utilizadas em empreendimentos que necessitam de mobilização, como manutenção de estradas (JADOVSKI, 2005).

Este trabalho abordará em sua estrutura a planta fixa de Reciclagem dos RCC/RCD, tais como, os seus respectivos equipamentos e gerações de processo e processamento.

O início do processamento dos RCC/RCD começa com a geração do resíduo. Como já discutido nos itens anteriores, a geração do resíduo, seja em grandes ou pequenas construções, vão variar de acordo com local origem, por este motivo que recomenda-se realizar a triagem dos resíduos no próprio canteiro de obras, ou seja, na origem da geração do resíduo. No entanto, o resíduo também pode ser triado em uma área de triagem e transbordo (ATT), ou na própria usina de beneficiamento.

O RCC/RCD ao chegar a usina de beneficiamento é previamente analisado, e depois avaliado se é apto ou não para a reciclagem, caso não seja apto apresentando muitos materiais contaminantes a caçamba é descartada. Caso seja apto, em algumas usinas o resíduo é molhado para o controle de poeira, e depois disposto para uma triagem, e então é reciclado.

Existem três gerações de processo na reciclagem dos RCC/RCD, a primeira, a segunda e a terceira. A primeira geração é o processo mais simples, com remoção manual de Resíduos contaminantes e separadores magnéticos, para separar os materiais ferrosos e metálicos. A segunda geração dispõem de mecanismos que retiram as impurezas de maiores dimensões e de triagem. Já a terceira geração utiliza-se de mecanismo e técnicas para remover praticamente todos os resíduos secundários, tornando o processo muito eficiente (JADOVSKI, 2005).

## **2.4 Impacto e aspecto ambiental**

Impacto ambiental e aspecto ambiental são dois termos distintos, porém, estão correlacionados. Apesar de um ser um efeito, e outro ser uma atividade, a compreensão e a correlação dos dois termos não são difíceis de ser entendidas. Este item tratará da definição dos dois termos de modo geral. E terá foco na Usina e Reciclagem dos RCC/RCD.

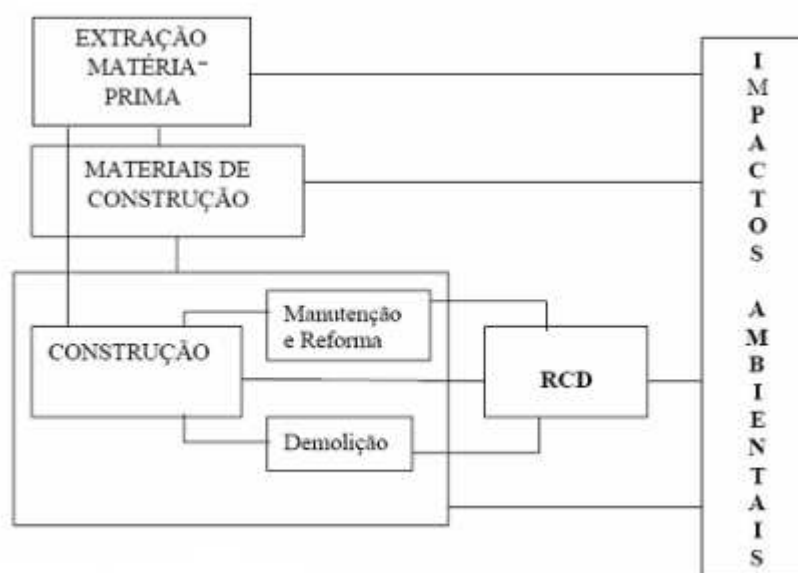
### **2.4.1 Impacto ambiental**

Qualquer atividade que utilize recursos e afete diretamente o meio ambiente é considerada uma atividade impactante, ou simplesmente um impacto ambiental. A Resolução CONAMA nº 001/86 define impacto ambiental como qualquer alteração física química ou biológica do meio ambiente, ocasionada por atividades humanas. No entanto da mesma maneira que uma atividade pode impactar negativamente o meio ambiente, ou um determinado local, também pode impactar de forma positiva, como a solução de algum problema ambiental, reciclar e reutilizar recursos. Sendo assim, o termo impacto, é um termo neutro. Podendo impactar de forma positiva ou negativa.

A construção civil possui como uma de suas características o uso de grandes variedades de materiais nas obras e em larga escala. A má gestão dos resíduos ocasionam em um grande e complexo acúmulos de resíduos, demandando mais tempo e recursos para que haja correta segregação e posteriormente o beneficiamento de tais materiais.

Nas construções civis em andamento nos municípios brasileiros, percebe-se a grande quantidade de RCC/RCD gerados, o que representa passivos ambientais para os municípios. Portanto, o excesso de desperdício de insumos na construção civil resulta em grandes perdas para os financiadores dos respectivos imóveis e gastos extras com manutenção e limpeza por parte do poder público. Estima-se que a cadeia de ações da construção civil seja responsável pelo consumo de 20 a 50% de todos os recursos naturais disponíveis, renováveis e não renováveis (JOHN, 2000). Desses recursos, boa parte deles são desperdiçados durante as obras e em sua grande maioria acabam sendo descartados sem um fim adequado ou reaproveitamento para outros fins, conforme mostra a cadeia de impactos ambientais na construção civil (Figura 1).

A ineficácia ou ausência de qualquer tipo de gestão, tanto por parte dos materiais de construção ou de seus resíduos, tornam a obra onerosa para o proprietário, pois, o custo para estocar os resíduos e o desperdícios de materiais elevam o valor da construção. Mas, a má gestão de uma obra não significa que o único a sofrer algum ônus é o proprietário da obra, mas também o poder público. Os grandes volumes de materiais desperdiçados comprometem a vida útil de aterros, pois, muito dos materiais que poderiam ser reaproveitados ou reciclados acabam se tornando resíduos em uma área que, por sua vez, poderia ter sua vida útil ampliada caso houvesse uma gestão mais eficaz dos RCC/RCD (SINDUSCON-SP, 2005).



Fonte: PUT, 2001 apud (KARPINSK, 2009).

**Figura 1 - Cadeia de Impactos Ambientais na Construção Civil**

A disposição inadequada de tais resíduos comprometem a qualidade ambiental da região onde são descartados, podendo ocasionar a degradação de áreas de proteção permanente, tornar habitat de agentes transmissores de doenças, obstruir sistemas de drenagens e ocupar vias públicas dificultando a passagem de pedestres ou causando algum tipo de poluição visual somado a transtornos (SINDUSCON-SP, 2005).

Neste cenário proposto, surge a reciclagem dos RCC/RCD como alternativa para a solução deste problema ambiental. No entanto, implantação de uma usina de reciclagem de RCC/RCD classe A, tanto pode resolver os impactos ambientais causado pelos resíduos, como também pode gerar impactos ambientais, tais como: aumento no tráfego de caminhões de carga, dispersão de materiais particulados na atmosfera, risco de acidentes e poluição sonora (SINDUSCON-SP, 2005).

### **2.4.2 Aspecto ambiental**

Aspecto Ambiental é definido, de acordo com a NBR ISO 14001:(2004), como elementos das atividades ou produtos e serviços de uma organização que podem interagir com o meio ambiente. Araújo et. al (2010) explica que a significância do aspecto ambiental é dado pelo seu poder de gerar um impacto ambiental significativo.

Pode-se entender que o aspecto ambiental é um elemento ou atividade, e que o impacto ambiental é um efeito deste elemento ou atividades. Sendo assim, o aspecto ambiental pode ser tanto positivo, como negativo. Assim como o impacto ambiental, que é definido de acordo com o aspecto identificado.

Na construção civil vários aspectos ambientais podem ser identificados, tanto positivos quanto negativos, um desses aspectos, pode ser o processo de reciclagem dos RCC/RCD. Neste contexto, o processo de reciclagem é um aspecto positivo, pois, diminui os desperdícios, perdas de matérias, aumenta a vida útil dos aterros e diminuem os custos de remoção por parte das administrações municipais. (JOHN, 2000; MIRANDA, 2005). Essas são algumas das vantagens, ou impactos positivos que o aspecto reciclagem pode proporcionar na construção civil e no meio que está inserido.

Nesse sentido, as usina de Reciclagem dos RCC/RCD são elementos fundamentais do aspecto reciclagem dos RCC/RCD. Elas, assim como todas as atividades, geram um impacto ao meio ambiente. Entretanto, se geram impactos, apresentam aspectos que proporcionam, ou definem esses impactos. Ao serem identificados os aspectos de determinada atividade é possível avalia-los e atribuir um caráter ao impacto. Essa medida pode ser utilizada nos processos de reciclagem, mais especificamente nas usinas de reciclagem de RCC/RCD Classe A.

### **2.5 Legislação vigente**

Este item tem por objetivo abordar os requisitos legais sobre os Resíduos Sólidos, dando destaque aos RCC/RCD classe A. Para tal, são listados legislações de caráter nacional, estadual, municipal e normas técnicas. Afim de compreender o que são Resíduos Sólidos e suas classes, o que são RCC/RCD, quais são as diretrizes para sua classificação e reciclagem.

### 2.5.1 Legislações nacionais

As leis ambientais de âmbito federal, pouco trataram diretamente dos resíduos sólidos, em especial dos resíduos de construção civil e de demolição. Historicamente as leis que dispunham sobre meio ambiente travam mais sobre fauna, flora e extinções, como pode ser observado Código Florestal Lei nº 4771, de 15 de setembro de 1965, e no artigo 225º da Constituição Federal.

A partir de então surge a Política Nacional do Meio Ambiente – PNMA, Lei nº 6938, de 31 de agosto de 1981, que além de promover melhorias e recuperação da qualidade ambiental, cria também o Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA que tem como atribuições estabelecer normas, critérios e padrões relativos ao controle e à manutenção da qualidade do meio ambiente, conforme cita a Lei nº 6938/81, em seu artigo 8º, inciso VII.

A Lei nº 9605, de 12 de fevereiro de 1998, vem então para dispor sobre sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, em seus capítulos trata dos crimes contra a fauna e flora, no entanto em seu capítulo V, seção III que dispõe sobre poluição e outros crimes ambientais, no artigo 54º, §2º, V, haverá detenção de seis meses a um ano, e multa, se o crime ou dano, ocorrer por lançamento de resíduos sólidos, líquidos ou gasosos, ou detritos, óleos ou substâncias oleosas, em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou regulamentos.

Em 2002 surge a Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos de construção civil, dispõem em seu artigo 3º que os resíduos de construção civil deverão ser classificados da seguinte forma:

- I- Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como :
  - a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
  - b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;
  - c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;
- II- Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros;
- III- Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso;

IV- Classe D - são os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

Em 2004 tem-se a Resolução CONAMA nº 348 de 16 de agosto de 2004, que altera a Resolução nº 307/02 no seu inciso IV do artigo 3º, incluindo amianto na classe de resíduos perigosos. Em 2010 tem-se o Decreto Federal nº 7404, de 23 de dezembro de 2010 que regulamenta a Política Nacional do Resíduos Sólidos – PNRS, que já tinha sido instituída através da Lei nº 12305, de 2 de agosto de 2010.

No ano de 2011 foi publicada a Resolução CONAMA nº 431, que altera os incisos II e III do artigo 3º da Resolução nº 307/2002. Já no início de 2012 foi publicada a Resolução CONAMA nº 448, de 18 de janeiro de 2012, que vem para alterar os artigos 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10º e 11º da Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002. O novo texto passa a dispor maiores especificações do gerenciamento, gestão integrada dos resíduos e áreas de transbordo e triagem. Discriminando os instrumentos, planos, e órgãos competentes para gestão e destinação dos RCC/RCD.

### **2.5.2 Legislações estaduais**

Os aspectos legais relacionados aos resíduos sólidos, por se tratarem de um tema amplo e presente em todos os estados tem por costume serem abordados em âmbito federal, como as políticas e as resoluções Conama. Porém, alguns estados elaboram planos e leis mais específicas, não deixando de seguir a legislação federal, apenas legislando de forma mais específica a determinados aspectos.

O Estado do Paraná dispõe do Plano Estadual de Resíduos Sólidos, tal plano, segundo a Lei nº 12305, de 2 de agosto de 2010, institui a PNRS, determina que serão executados com tempo determinado e com programas específicos, conforme cita o seu artigo 19º.

O Plano Estadual de Resíduos Sólidos do estado do Paraná, Lei nº 12493, de 22 de janeiro de 1999, estabelece princípios, procedimentos, normas e critérios referentes a geração, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos. Em seu artigo 3º, inciso I dispõe como alternativa da redução da geração

dos resíduos a reciclagem. Artigo 4º e 18º responsabiliza o gerador do resíduo a gestão adequada. Artigo 10º, §3º a gestão dos resíduos devem atender especificações da Associação Brasileiro de Normas e Técnicas – (ABNT) e do Instituto Ambiental do Paraná – (IAP). Artigo 14º, proíbe certos locais de destinação final dos resíduos.

Art. 3º. Ficam estabelecidos os seguintes princípios no tocante a atividades de geração, importação e exportação de resíduos sólidos:

I - a geração de resíduos sólidos, no território do Estado do Paraná, deverá ser minimizada através da adoção de processos de baixa geração de resíduos e da reutilização e/ou reciclagem de resíduos sólidos, dando-se prioridade à reutilização e/ou reciclagem a despeito de outras formas de tratamento e disposição final, exceto nos casos em que não exista tecnologia viável;

Art. 4º. As atividades geradoras de resíduos sólidos, de qualquer natureza, são responsáveis pelo seu acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento, disposição final, pelo passivo ambiental oriundo da desativação de sua fonte geradora, bem como pela recuperação de áreas degradadas.

Art. 10. Os resíduos sólidos industriais deverão ter acondicionamento, transporte, tratamento e destinação final adequados, atendendo as normas aplicáveis da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT e as condições estabelecidas pelo Instituto Ambiental do Paraná - IAP, respeitada as demais normas legais vigentes.

§ 3º. Todos os empreendimentos de tratamento e disposição final de resíduos sólidos industriais devem obrigatoriamente submeter ao órgão ambiental competente, os estudos ambientais necessários ao seu licenciamento prévio, que serão definidos em razão de seu porte, risco, localização e potencial poluidor.

Art. 14. Ficam proibidas, em todo o território do Estado do Paraná, as seguintes formas de destinação final de resíduos sólidos, inclusive pneus usados:

I - lançamento "in natura" a céu aberto, tanto em áreas urbanas como rurais;

Art. 18. A responsabilidade pela execução de medidas para prevenir e/ou corrigir a poluição e/ou contaminação do meio ambiente decorrente de derramamento, vazamento, lançamento e/ou disposição inadequada de resíduos sólidos é:

I - da atividade geradora dos resíduos, quando a poluição e/ou contaminação originar-se ou ocorrer em suas instalações;

II - da atividade geradora de resíduos e da atividade transportadora, solidariamente, quando a poluição e/ou contaminação originar-se ou ocorrer durante o transporte;

III - da atividade geradora dos resíduos e da atividade executora de acondicionamento, de tratamento e/ou de disposição final dos resíduos, solidariamente, quando a poluição e/ou contaminação ocorrer no local de acondicionamento, de tratamento e/ou de disposição final.

O Estado do Paraná também dispõe do Decreto nº 6674, de 3 de dezembro de 2002, que aprova o regulamento da Lei nº 12493 sobre a Plano Estadual de Resíduos Sólidos. O decreto define termos relacionados aos resíduos sólidos, tais como, em seu artigo 2º inciso XXV, dispõe sobre classificações, normas técnicas, fiscalização e penalidades.

Art. 2º Para os efeitos deste Regulamento, entende-se por:

XXV - reciclagem: as atividades de repetição de processos ou operações, com a finalidade de melhorar as propriedades dos resíduos sólidos, aumentar o rendimento dos processos ou operações globais, ou ainda, o seu aproveitamento como matéria-prima secundária para produção do mesmo material ou de outros produtos;

XXVII - resíduos sólidos: qualquer forma de matéria ou substância, nos estados sólido e semissólido, que resulte de atividade industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços, de varrição, bem como de outras atividades da comunidade, capazes de causar a poluição ou a contaminação do meio ambiente, incluídos os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água e os gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, e ainda, os líquidos cujas características tornem inviável o seu lançamento em rede pública de esgotos ou corpos d'água ou exijam, para tal fim, solução técnica e economicamente inviável, em face da melhor tecnologia disponível, de acordo com as especificações do Instituto Ambiental do Paraná – IAP;

XXIX - resíduos sólidos industriais: aqueles provenientes de atividades de pesquisa e produção de bens, bem como os provenientes das atividades de mineração e aqueles gerados em áreas de utilidades e manutenção dos estabelecimentos industriais;

XXX - resíduos sólidos urbanos: aqueles provenientes de residências ou de qualquer outra atividade que gere resíduos com características domiciliares, bem como os resíduos de limpeza pública urbana;

XXXI - reutilização: os processos ou procedimentos aos quais são submetidos os resíduos sólidos, já sujeitos a qualquer tipo de aproveitamento inicial e que apresentem ainda, características ou propriedades que lhes confirmam possibilidades de reaplicação.

### **2.5.3 Legislações municipais**

O município de Londrina, através de sua Lei Orgânica de 5 de abril de 1990, dispõe um capítulo específico para o Meio Ambiente, especificamente o Capítulo VI, dedicando os artigos de 179 a 186, de maneira geral, ao tema meio ambiente, como licenças, preservação, fiscalização e competências.

O município de Londrina através da Lei municipal nº 4806, de 10 de outubro de 1991, instituiu a Política Municipal do Meio Ambiente - PMMA, que em consonância com a constituição federal, estadual e a lei orgânica do município, tem por objetivo: “a garantia da qualidade de vida dos habitantes do Município, mediante a preservação, melhoria e recuperação dos recursos naturais”. Os resíduos sólidos são citados no artigo 7º inciso V alínea d, e §2º inciso VIII.

Art. 7º Ao Departamento Municipal do Meio Ambiente, além das atribuições que lhe são conferidas pela Lei nº 4.588, de 28 novembro de 1990, compete:  
V - Emitir autorização prévia para a realização das seguintes atividades:



d) coleta, armazenamento, transporte, tratamento, disposição final ou reutilização de resíduos poluentes, perigosos ou nocivos, em qualquer estado da matéria;

§ 2º Na análise de projetos de uso, ocupação e parcelamento solo, o Departamento

Municipal do Meio Ambiente deverá manifestar-se dentre outros, necessariamente, sobre os seguintes aspectos:

VIII - Coleta, tratamento e disposição final de esgotos e resíduos sólidos.

A Lei municipal nº 6521, de 18 de abril de 1996, dispõem sobre a colocação de recipientes para fins de coleta e ou despejo de RCC/RCD ou entulhos nos bairros de Londrina. A lei define quem pode colocar os recipientes, artigo 2º, as características oficiais dos recipientes e responsabilização.

Art. 2º Os recipientes a que se refere o artigo anterior poderão ser colocados pela AUTARQUIA MUNICIPAL DO AMBIENTE - AMA, ou por empresas particulares cadastradas no Município, em locais supervisionados pela COMPANHIA MUNICIPAL DE URBANIZAÇÃO S.A. - COMURB.

§ 2º Serão colocados por empresas particulares quando se destinarem a atender a interesses individuais de pessoas físicas ou jurídicas.

§ 3º Quando os recipientes forem colocados por empresas particulares a pedido de pessoas físicas ou jurídicas, estas serão corresponsáveis pelas disposições desta Lei.

As atividades dos recolhedores de resíduos sólidos, RCC/RCD ou entulho ficam sujeitas na Lei municipal nº 8274, de 24 de novembro de 2000. A lei define os recolhedores como os trabalhadores que exercem atividades com carrinhos, carroças ou outros veículos, ela também define que os trabalhadores serão cadastrados no órgão municipal competente e receberão orientações para a coleta.

O município de Londrina dispõem, através da câmara municipal de do Estado do Paraná, o Código Ambiental do Município de Londrina, instituído pela Lei nº 11471, de 5 de janeiro de 2012, o código tem a finalidade de garantir a proteção, conservação, defesa, melhoria, recuperação e controle do ambiente. Ele apresenta os resíduos sólidos de maneira geral, mencionando em seus artigos como deve ser feita a coleta, armazenamento, tratamento e a destinação.

O Plano Diretor Participativo de Londrina, Lei Municipal n.º 10637, de 24 de dezembro de 2008, é o requisito legal que apresenta de maneira mais detalhada a questão dos resíduos sólidos, principalmente os resíduos de construção civil, RCC/RCD. O capítulo VI é destinado aos resíduos sólidos tendo seções sobre coleta, remoção e destinação dos resíduos

sólidos. O capítulo VII aborda os resíduos de construção civil, o seu uso, transporte, caçambas e outras informações tais como nos artigos 184º, 187º, 189º, 191º, 192º.

Art. 184. A colocação de recipientes, para fins de despejo e/ou coleta de materiais de construção e resíduos da construção civil do Município de Londrina se fará nos termos deste Capítulo.

Parágrafo único. Entendem-se como resíduos da construção civil: os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha.

Art. 187. O conteúdo dos recipientes será transportado, destinado e colocado em locais previamente licenciados pelos órgãos competentes e autorizados pela Companhia Municipal de Trânsito e Urbanização – CMTU-LD.

Art.189. As pessoas, físicas ou jurídicas, detentoras dos recipientes, antes de sua locação e colocação, deverão dar conhecimento ao locatário das exigências da Lei para sua utilização e sua corresponsabilidade.

Art. 191. As pessoas jurídicas detentoras dos recipientes, antes de sua remoção, deverão apresentar ao locatário a comprovação da destinação dos resíduos, através da apresentação do Controle de Destinação dos Resíduos-CDR devidamente preenchido.

§ 1º. O Controle de Destinação de Resíduos será expedido pelo Município.

§ 2º. O Controle de Destinação de Resíduos - CDR, conterá no mínimo as seguintes informações:

I - Identificação do transportador;

II - Identificação do local de origem e destinação dos resíduos;

III - Quantidade e tipo de resíduos;

IV - Numeração da caçamba;

V - Data e horário.

Art. 192. As pessoas jurídicas que receberão os recipientes deverão comprovar o recebimento através do Controle de Destinação de Resíduos - CDR, fornecido pelo Município.

#### **2.5.4 Normas técnicas**

As normas técnicas são elaboradas pela Associação Brasileira de Normas e Técnicas – ABNT, e se trata de um documento que estabelece diretrizes, padrões, classificações e normas de segurança. Em relação aos RCC/RCD as normas técnicas agem na forma de disposição correta, normatização e padronização dos resíduos. A primeira classificação dos RCC/RCD foi descrita na NBR 10004 de 1987, sendo esta mesma editada em 2002, que altera a primeira edição em relação a classificação dos resíduos sólidos.

A partir de então, no ano de 2004 surgem demais normas para tratar de temas importantes, no tocante aos RCC/RCD, tais como, definições envolvendo impactos e

aspectos, diretrizes para implantação e operação em áreas de transbordo e triagem e áreas de reciclagem, dentre outros, conforme dispõe o (Quadro 3).

Norma Técnica	Descrição
NBR – 10004:1987	Classificação antiga dos Resíduos Sólidos
NBR – 11174:1987	Armazenamento de resíduos classe II (não-inertes) e III (inertes). Fixa as condições exigíveis para obtenção das condições mínimas necessárias ao armazenamento de resíduos classes II - não-inertes e III - inertes, de forma a proteger a saúde pública e o meio ambiente.
NBR – 13221:1994	Transporte de resíduos. Especifica as condições necessárias para o transporte de resíduos, de modo a evitar danos ao meio ambiente e proteger a saúde pública.
NBR – 13463:1995	Coleta de resíduos sólidos - Classificação: Normas Técnicas da Superintendência de Limpeza Urbana
NBR – 10004:2004	Nova Classificação dos Resíduos Sólidos
NBR – 14001:2004	Sistema de Gestão Ambiental – Requisitos com orientação para uso. Define Aspectos e Impactos ambiental.
NBR – 15112:2004	Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos, Áreas de Transbordo e Triagem, Diretrizes para projeto, implantação e operação
NBR – 15113:2004	Resíduos Sólidos da Construção Civil e Resíduos Inertes. Aterros. Diretrizes para projeto, implantação e operação
NBR – 15114:2004	Resíduos Sólidos da Construção Civil. Áreas de Reciclagem. Diretrizes para projeto, implantação e operação
NBR – 15115:2004	Agregados Reciclados de Resíduos Sólidos da Construção Civil. Execução de camadas de pavimentação. Procedimentos
NBR – 15116:2004	Agregados Reciclados de Resíduos Sólidos da Construção Civil. Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural. Requisitos

Fonte: ABNT (2013)

**Quadro 2 - Normas Técnicas sobre Resíduos Sólidos e RCD**

## 2 METODOLOGIA

Este capítulo é destinado a descrever os procedimentos metodológicos utilizados no trabalho. Sendo assim, serão apresentadas as seguintes etapas: tipo de pesquisa, sujeito da pesquisa, instrumentos da pesquisa, coleta de dados e análise dos dados.

### 3.1 Tipo de pesquisa

Segundo Ander-Egg (1978; p.28 apud LAKATOS et al., 2003) a pesquisa é um "procedimento reflexivo sistemático, controlado e crítico, que permite descobrir novos fatos ou dados, relações ou leis, em qualquer campo do conhecimento". A pesquisa, portanto, é um procedimento formal, com método de pensamento reflexivo, que requer um tratamento científico para conhecer a realidade ou para descobrir verdades parciais.

Para Gil (2008) o planejamento da pesquisa, a análise, as operações necessárias e as interpretações dos dados podem ser descritos como delineamento da pesquisa. Segundo o próprio autor uma pesquisa pode apresentar os seguintes delineamentos:

- **Pesquisa bibliográfica:** é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos, ou seja, pesquisas desenvolvidas exclusivamente a partir de fontes bibliográficas.
- **Pesquisa documental:** assemelha-se muito à pesquisa bibliográfica. A única diferença entre ambas está na natureza das fontes. A pesquisa documental vale-se de materiais que não receberam ainda um tratamento analítico, tais como documentos oficiais, reportagens de jornal, cartas, contratos, diários, filmes, fotografias, gravações, etc.
- **Pesquisa experimental:** consiste em determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto.
- **Pesquisa *ex-post-facto*:** é uma investigação sistemática e empírica na qual o pesquisador não tem controle direto sobre as variáveis independentes, tais como: sexo, classe social, nível intelectual, preconceito, autoritarismo, etc.

- **Levantamento de campo:** se caracteriza pela interrogação direta das pessoas, cujo comportamento se deseja conhecer. Recolhendo informações de um grupo significativo de pessoas acerca do problema estudado.
- **Estudo de campo:** se assemelha muito com o levantamento de campo, distinguindo-se em relação ao aprofundamento das questões propostas em relação ao foco que é maior nas técnicas de observação do que nas de interrogação.
- **Estudo de caso:** é caracterizado pelo estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, de maneira a permitir o seu conhecimento amplo e detalhado.

Diante dos delineamentos supracitados este trabalho utiliza o estudo de caso como modelo de pesquisa pois, o presente estudo busca identificar os aspectos e impactos negativos da usina de construção civil classe A no solo, adaptando ao tema de estudo, os propósitos citados por Gil (2008):

- Explora situações da vida real cujos limites não estão claramente definidos;
- Descreve a situação do contexto em que está sendo feita determinada investigação.
- Explica as variáveis causais de determinado fenômeno em situações muito complexas que não possibilitam a utilização de levantamentos e experimentos.

### 3.2 Sujeito da pesquisa

A pesquisa foi realizada através da visita técnica a empresa *Kurica Seleta Ambiental S/A*, localizada no município de Londrina/PR. A empresa é responsável pelo transporte, tratamento e destinação dos resíduos sólidos urbanos da grande Londrina. A área de atuação da empresa tem como atividade principal o tratamento e disposição de resíduos não-perigosos, porém, a empresa oferece outros serviços que se enquadram como atividades secundárias. São eles: Tratamento e disposição de resíduos perigosos, coleta de resíduos não perigosos, preparação de canteiro de obra, limpeza de terrenos e empreendimentos relacionados a construção civil.

A identificação dos aspectos e impactos a serem estudados foram desenvolvidas por uma entrevista informal e despadronizada aos técnicos e responsáveis pela área de estudo.

Utilizou-se esta técnica por ser a que melhor se adaptou para a coleta e compreensão do estudo realizado.

Uma das principais fontes de receita da empresa encontra-se na coleta e beneficiamento de resíduos de construção civil e demolição, pois tais atividades geram uma grande quantidade de resíduos diariamente devido as obras no município de Londrina. Segundo os técnicos da empresa, a quantidade diária de processamento dos resíduos de construção civil gira entorno de 400 a 500 ton/dia. Depois de beneficiado o material a empresa vende os materiais beneficiados para as empresas interessadas, sendo elas em sua maioria, as próprias empresas geradoras dos resíduos classe A.

### **3.3 Instrumentos da pesquisa**

O instrumento de pesquisa utilizado foi uma entrevista informal despadronizada, segundo Gil (2008) com as entrevistas informais se pretende obter uma visão geral do problema pesquisado, através de uma simples conversa com um objetivo básico, a coleta de dados. A entrevista também possui um caráter despadronizado, para que possa fluir como um diálogo informal com os entrevistados sobre o tema do estudo.

### **3.4 Coleta dos dados**

A coleta de dados do respectivo trabalho baseou-se em uma visita técnica na empresa *Kurica Seleta Ambiental S/A*, responsável pela coleta de Resíduos de Classe A do município de Londrina. O processo de coleta dos dados ocorreu em locais de relevância para o estudo, com perguntas despadronizadas feitas ao técnico ambiental e engenheiro ambiental júnior da empresa. Os locais visitados na empresa foram: Aterro Sanitário, local de recepção dos Resíduos de Classe A e sua segregação, local de beneficiamento de resíduos classe A. Foram realizados registros dos procedimentos por meio de fotos e anotações dos processos de recepção, segregação e descarte dos resíduos de classe A.

### 3.5 Análise e interpretação dos dados

De acordo com Gil (2008) estes dois termos apesar de estarem estreitamente relacionados apresentam conceitos diferentes. Análise tem como objetivo organizar os dados para que possibilitem o fornecimento de respostas ao problema proposto para investigação, enquanto, a interpretação tem por objetivo a procura do sentido mais amplo das respostas. Portanto, através dos dados coletados foram identificados e posteriormente interpretados os aspectos e impactos da usina de construção civil classe A, no solo.

A usina está situada em meio a área urbana dispondo de uma área útil de 68 hectares. Desse total de 68 hectares 81% do espaço será utilizado para as atividades da empresa, sendo o restante mantido como uma Área de Proteção Ambiental (APA). Sendo, deste respectivo local, coletado os dados e informações relevantes para interpretação e resposta do problema de pesquisa.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo aborda itens relacionados a apresentação e análise dos dados, tais como: caracterização dos processos e atividades, informações gerais sobre o local da pesquisa, processo de entrevista, aspectos e impactos negativos esperados e identificados e fatores limitantes do estudo.

Para a realização da pesquisa foi realizada uma visita técnica. A empresa permite visitas apenas uma vez por mês para não comprometer o seu funcionamento e para que a empresa possa se preparar, disponibilizando técnicos para o acompanhamento da visita, possibilitando que a mesma seja conduzida por pessoal qualificado que mostraram o processo de entrada e saída dos resíduos, em seus respectivos CTR. Para a apresentação dos resultados desta pesquisa a empresa autorizou citar seu nome e o nome de seus técnicos.

### 4.1 A Empresa

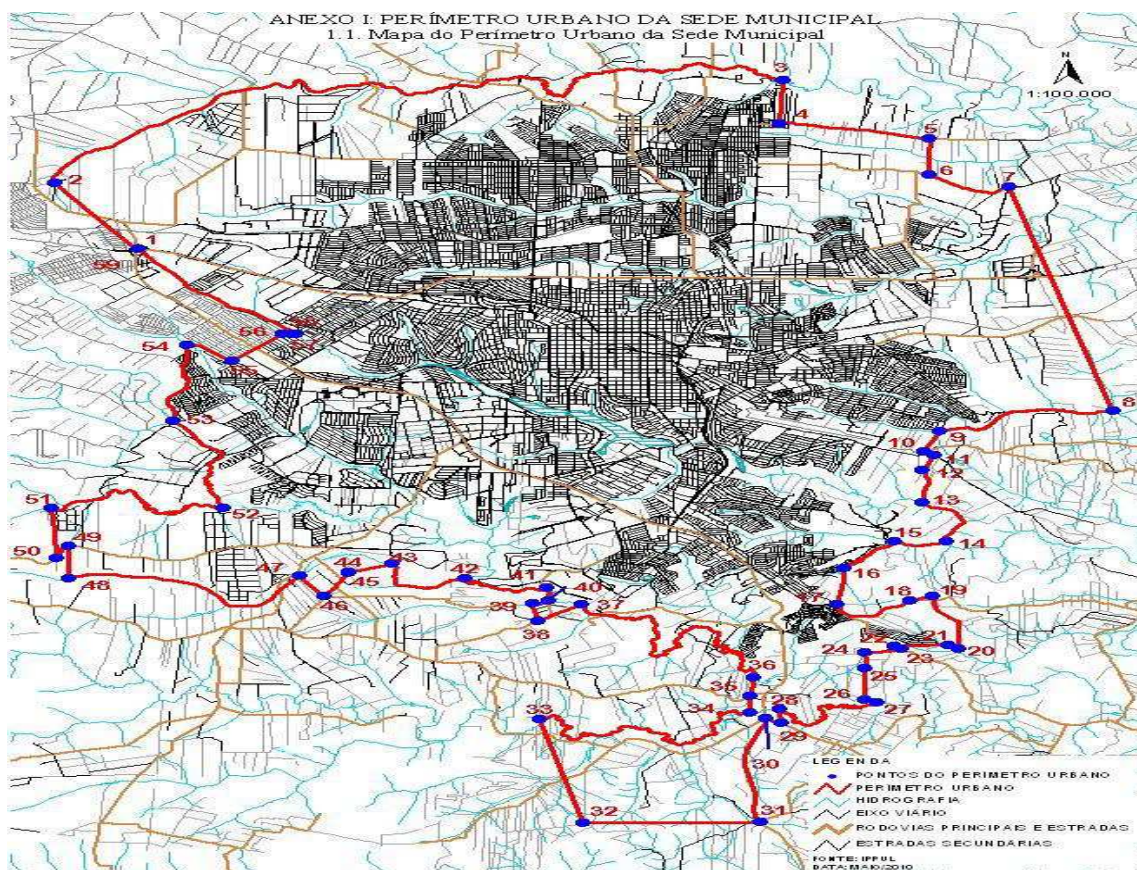
A empresa *Kurica Seleta Ambiental S/A* está localizada em Londrina/PR, na rodovia Celso Garcia Cid, na gleba cafezal (Figura 2). Ela encontra-se no perímetro urbano de Londrina, afastada do centro da cidade, próximo ao ponto 24. O empreendimento dispõe de

uma área de 68 hectares, utilizadas para o transporte, disposição e beneficiamento de resíduos sólidos.

O empreendimento além de receber os resíduos do município de Londrina, também recebe dos municípios mais próximos, que compreendem a grande Londrina, tais como: Arapongas, Apucarana, Cambé, Cornélio Procópio e Rolândia.

A área de estudo, anteriormente ao empreendimento, era uma chácara de agricultura e pecuária familiar, de acordo com o técnico ambiental Everton Cardoso, responsável pelo acompanhamento da visita, a área do empreendimento, e do seu entorno, eram chácaras destinadas a criação de gado e cultivo de hortaliças, e com a expansão do perímetro urbano da cidade, foram compradas por grandes empresas, e outras áreas foram loteadas.

A área do empreendimento limita-se do lado direito com uma estação de tratamento de água e alguns sítios, do lado esquerdo com algumas casas e loteamentos, na divisa dos fundos existe uma Área de Preservação Ambiental (APA) e logo após um mosteiro, em frente, com a rodovia Celso Garcia Cid.



Fonte: Anexo da Lei nº 11661 de julho de 2012.

**Figura 2 - Perímetro urbano de Londrina/PR**



No interior da área, segundo o técnico ambiental da empresa Everton Cardoso, passam quatro córregos e nela há uma APA de iniciativa própria, que também serve como uma barreira verde contra os ruídos e poeira emitidos durante o processo e transporte dos materiais.

O empreendimento dispõe de licença ambiental, expedida pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP), para operar no beneficiamento dos resíduos de construção civil. Segundo o mesmo técnico, existem outras atividades na usina que não dispõem de licença, conseqüentemente, ainda não estão operando. Isto ocorre porque a usina distribuiu suas atividades em Centrais de Tratamento de Resíduos (CTR), apresentando diferenças para a concessão de licença de um CTR para o outro. Além disso, a empresa se mostrou comprometida em atender os requisitos legais, fazendo o possível para estar em conformidade com a leis e diretrizes ambientais.

#### **4.2 Caracterização do empreendimento**

O parque industrial de tratamento e reciclagem da *Kurica Seleta Ambiental S/A*, apresenta 1,3 milhão de m<sup>2</sup>, com CTR em construção civil, domiciliares, de grandes geradores como supermercados e shoppings, de podas e galhos, resíduos industriais como lâmpadas, óleos, baterias, e resíduos da saúde. Cada CTR está localizado em local determinado com respectiva Área de Transbordo e Triagem (ATT).

O empreendimento atua no ramo da coleta seletiva e reciclagem de resíduos sólidos urbanos. Uma de suas principais atividades é a coleta de resíduos de construção civil e demolição. Esses resíduos compostos por componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento e etc.), argamassa e concreto possuem significativo valor econômico, pois, após o beneficiamento dos resíduos existe uma grande demanda por esse material por parte das empresas construtoras.

O resíduo de construção civil chega a usina em suas respectivas caçambas. Logo na entrada a caçamba é pesada e inspecionada por um funcionário, estando apta, a caçamba é molhada e encaminhada para ATT. Na ATT os demais resíduos encontrados são destinados ao CTR competente. Segundo o técnico ambiental responsável, é comum mesmo após a inspeção da caçamba, encontrar outros resíduos que não sejam da construção civil, pois estes estão no meio da caçamba, e só quando são dispostos na ATT são encontrados, porém não

constituem nenhum problema no processo. A (Figura3) ilustra como se baseia o sistema produtivo em uma usina de RCC/RCD, mostrando os processos da entrada a saída do resíduo.

Os resíduos que mais são comum encontrar em uma caçamba de resíduos de construção civil são, galhos e podas, madeiras, brinquedos, pilhas, vidro, plástico e papéis, tais como, embalagens de cimento. No entanto, no que diz respeito a recusa da caçamba por parte da empresa, de acordo com o técnico William, dificilmente a usina recusa uma caçamba, ocorre só no caso de a caçamba apresentar resíduo que a usina não trabalhe em seus CTR, sendo este resíduo levado ao aterro sanitário.

PROCESSOS	OBJETIVOS	ENTRADAS	ATIVIDADES	SAÍDAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalação de usina de reciclagem de resíduos de classe A ;</li> <li>• Logística para coleta seletiva dos resíduos e seleção dos materiais;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beneficiamento de resíduos classe A;</li> <li>• Produção de materiais ecológicos;</li> <li>• Redução no descarte clandestino;</li> <li>• Otimização no uso do solo;</li> <li>• Ganhos ambientais, social e econômico;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coleta dos resíduos de classe A;</li> <li>• Geradores de resíduos;</li> <li>• Equipamentos para beneficiamento dos materiais;</li> <li>• Logística de coleta ;</li> <li>• Recursos humanos;</li> <li>• Demanda pelos produtos;</li> <li>• Programação de coleta e produção;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Segregação dos rejeitos;</li> <li>• Trituração;</li> <li>• Moeção;</li> <li>• Produção e separação por granulometria;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pedrisco, pedras, areia e rachão;</li> </ul>

Fonte: Autores (2013).

**Figura 3 – Sistema produtivo de uma usina de RCC/RCD**

Sobre o recebimento dos resíduos a usina dispõe de caminhões para a coleta e transporte, porém, segundo o técnico Everton, existem pessoas que levam restos de construção e demolição, principalmente carroceiros. Em um primeiro momento a usina não aceitava os carroceiros, no entanto, com a recusa destes por parte da usina, os resíduos não seriam beneficiados, e principalmente, não teriam uma ATT legal para destinação, sendo assim a usina passou a aceitar os resíduos particulares e de carroceiros.

### 4.3 Caracterização dos processos e atividades

Os resíduos são levados à usina por caçambas da própria empresa, que podem ser alugadas por seus clientes, pelo custo de R\$ 50,00. Segundo o técnico Everton, os principais

clientes da usina no ramo da construção civil dos resíduos classe A, são empreiteiras, construtoras, loteadoras.

Como a usina se encontra afastada da cidade, foi perguntado a técnico se a usina dispunha de uma ATT dentro da cidade. Segundo o técnico a usina não dispõem, estando a ATT dentro do parque industrial, sendo assim a caçamba é coletada dentro da cidade, e transportada até a usina, ela chega em um veículo da empresa e destampada. Ao chegar na usina, primeiramente, a caçamba é pesada, para controle de entrada e saída de resíduos, logo após é inspecionada e classificadas em caçamba limpa, mista e não aproveitável (Figura 4).



Fonte: Fotos dos Autores (2013)

**Figura 4 - Inspeção e classificação de caçambas de resíduo de construção civil classe A após pesagem**

A caçamba de RCC/RCD estando classificada como limpa e mista é destinada ao CTR de construção civil. Ao chegar, o resíduo é acondicionado na ATT, e triado manualmente, apenas retirando alguns resíduos que não sejam da construção civil encontrados com despejo da caçamba (Figura 5). Logo após, dependendo de suas características, os resíduos são encaminhados para a britagem ou separação.



Fonte: Fotos dos Autores (2013)

**Figura 5 - Área de transbordo e triagem dos resíduos de construção civil classe A**

O CTR de construção civil da empresa *Kurica Seleta Ambiental S/A* trata-se de uma planta fixa destinada a reciclagem de resíduos sólidos classe A (Figura 5).



Fonte: Fotos dos Autores (2013)

**Figura 6 - Área e amostragem de planta fixa de beneficiamento de resíduos de construção civil classe A**

O empreendimento dispõe de um alimentador vibratório que recebe os resíduos e os lança em um britador de impacto, este britado, cai diretamente em uma esteira que apresenta em seu final um separador magnético suspenso (Figura 7). Esta etapa descrita pode ser considerada a primeira etapa, pois, reduz de tamanho os resíduos mais abrasivos, e retira os metais e ferros presentes. A empresa também dispõe de uma grelha vibratória para resíduos de menor abrasividades. O resíduo ao ser despejado na grelha é dividido pelo processo de vibração da grelha, caindo em uma esteira.



Fonte: Fotos dos Autores (2013).


**Figura 7 - Esteira de polia e separador magnético suspenso**

Segundo o técnico responsável, a usina trabalhou, durante um período apenas com RCC/RCD classe A de cor cinza, porém, com a dificuldade de se fazer a triagem na caçamba, a usina passou a trabalhar com os resíduos mistos (cor cinza e vermelho juntos), beneficiando os resíduos, e os classificando da seguinte maneira (Quadro 4).

	<p>Pedra 1 – Concreto Material reciclado resultante da trituração do concreto puro.</p>
	<p>Pedrisco – Concreto Material reciclado resultante da trituração do concreto puro.</p>
	<p>Rachão – Concreto Material reciclado resultante da trituração do concreto puro.</p>
	<p>Pedra 1 – Material Misto Material reciclado resultante da trituração do concreto, argamassa, piso, revestimentos, e tijolos cerâmicos.</p>
	<p>Pedrisco – Material Misto Material reciclado resultante da trituração do concreto, argamassa, piso, revestimentos, e tijolos cerâmicos.</p>
	<p>Rachão – Material Misto Material reciclado resultante da trituração do concreto, argamassa, piso, revestimentos e tijolos cerâmicos.</p>
	<p>Areia – Concreto Areia ecológica, resultante da trituração do concreto puro.</p>

Continua...

Continuação...

	<p style="text-align: center;"><b>Areia – Material Misto</b> Areia ecológica, resultante da trituração de concreto, argamassa, pisos, revestimentos e tijolos cerâmicos.</p>
---	--

Fonte: Kurica Seleta Ambiental S/A (2013)

**Quadro 3 – Classificação do material obtido através da reciclagem do RCC/RCD**

Os demais resíduos encontrados, tais como, podas, galhos e madeiras são destinados ao CTR competente e triturados, sendo transformados em serragem, cavaco, ou outros produtos destinados a adubação, misturados com o resíduos orgânicos para o processo de compostagem. Os metais ferrosos presentes no resíduos ou que ficam retidos no separador magnético, são separados e destinados a sucata. Os demais resíduos como pilhas, papéis e lâmpadas são separados e encaminhados para os aterros industriais.

A *Kurica Seleta Ambiental S/A* recicla 500 m<sup>3</sup>/dia de RCC/RCD esta produção pode variar em relação a condição climática. Caso esteja chovendo, o processo de reciclagem fica parado até o término da chuva, pois, o RCC/RCD empasta, e gruda no britador, podendo danificar o material (Figura 8). Caso venha a sobrar RCC/RCD reciclado, a usina o utiliza em suas estradas dentro parque industrial, ou em seu aterro como base como uma forma de reaproveitar o próprio material reciclado.



Fonte: Fotos dos Autores (2013); *Kurica Ambiental S/A* (2013).

**Figura 8 - Pátio de reciclagem, atividade período chuvoso em comparação com período de estiagem**

#### **4.4 A entrevista**

O processo de entrevista foi realizado com 1 técnico ambiental e 1 engenheiro ambiental júnior. Everton Cardoso, técnico ambiental da *Kurica Seleta Ambiental S/A*, responsável pelo CTR de construção civil, e o engenheiro ambiental funcionário da empresa *Master Ambiental* Willian Freitas, que gerencia a questão ambiental da *Kurica Seleta Ambiental S/A*. A entrevista durou cerca de 2 horas e apresentou um caráter despadronizado e informal.

Neste modelo de entrevista, buscou-se, a opinião dos responsáveis pelo acompanhamento da visita sobre o problema de pesquisa, como fosse uma conversa informal. Sendo explorado algumas perguntas chaves e a coleta de dados, tais como, informações relevantes e material fotográfico.

Durante a visita, representantes da empresa, mostraram todos os CTR até chegar na construção civil, desta maneira, pode-se compreender todo o funcionamento da empresa com os demais resíduos. Já no CTR de construção civil, a entrevista foi direcionada para o processo de reciclagem, e foi pesquisado, desde a geração/coleta, até a destinação final.

Dentre os questionamentos abordados na entrevista, a maior ênfase se deu nas atividades/impactos no solo. Questionando os responsáveis sobre o desenvolvimento das atividades e os possíveis impactos ao solo que essas atividades podem proporcionar.

##### **4.4.1 Aspectos e impactos referentes ao solo**

O município de Londrina apresenta solos com características e aptidões voltados para agricultura, pois predominam os tipos de solos Terra Roxa e o Latossolo Roxo. O fato da usina de reciclagem dispor de uma área de 69 ha implica em uma mínima redução na produção rural do município, em contrapartida, Londrina ganhou uma empresa de grande relevância no cenário da reciclagem de resíduos de construção civil.

A Instalação da usina alterou a paisagem local, transformando o que era somente pasto, em áreas de aterros e beneficiamento de materiais recicláveis, inclusive os RCC/RCD. O primeiro impacto negativo observado está relacionado à disposição dos RCC/RDC, que somado ao intenso tráfego de caminhões pesados, intensificam o processo de compactação do



solo. Outro impacto negativo constatado é a retirada de terra para uso no próprio aterro, para aterramento de rejeitos. Um possível impacto, não constatado por conta dos fatores climáticos do dia é a contaminação difusa por óleo, ocasionado por algum equipamento com avarias.

Durante o processo de entrevista, alguns aspectos relacionados as atividade/impactos ao solo foram questionados aos técnicos, tais como:

**a) Alteração da estrutura do solo**

Para os técnicos, a atividade ocasiona alteração na estrutura do solo, pois trata-se de uma atividade industrial sujeitas a alterações e impactos no meio que está inserido, porém, é uma alteração na estrutura do solo, por se tratar do resíduo de construção civil classe A ser um resíduo inerte.

**b) Alteração da fertilidade do solo**

Segundo os técnicos da empresa a atividade de disposição temporária do RCC/RCD classe A, diretamente ao solo, pouco prejudica sua fertilidade, uma vez que o resíduo não percola, sendo assim, para eles, o que diretamente afeta a fertilidade do solo é a supressão da vegetação para a atividade da usina, o que acaba sendo contraditório. Porém, se justifica como um mal necessário para amenizar um grande passivo ambiental.

**c) Alteração do uso do solo**

Em concordância, os técnicos ao serem questionados sobre este item, justificaram que se as atividades cessassem, e todo material da ATT e o material britado fossem retirados, ocorreria a regeneração da área, porém poderia demorar para ocorrer, devido a atividade de maquinário e disposição de materiais abrasivos e pesados no solo, tais como, pedras e montanhas de materiais britados.

**d) Compactação do solo**

Este foi um dos únicos impactos significativos descritos pelos técnicos, segundo os próprios, toda e qualquer atividade que utilize diretamente o solo está sujeito à compactação. No entanto, o trânsito de veículos pesados, a disposição do RCC/RCD em montes, antes e após britados, contribuem significativamente para a compactação do solo na ATT, no pátio e na área de disposição temporária do resíduo britado.

**e) Contaminação do solo**

No tocante ao item contaminação do solo, os técnicos explicaram que praticamente inexistente contaminação do solo, seja por substâncias orgânicas ou inorgânicas. Isto devido ao RCC/RCD classe A ser inerte. Em relação a contaminação por óleo, graxa ou algum combustível por parte dos equipamentos, os técnicos salientaram que também é difícil ocorrer, pois os equipamentos operam com energia elétrica e apresentam longa vida útil.

**f) Diminuição da capacidade de regeneração do meio**

Ao serem questionados sobre este tema os técnicos explicaram que devido a compactação do solo, pela atividade e disposição dos resíduos, acaba por diminuir a capacidade regeneração da área. A dificuldade de recuperação caso a empresa encerrasse suas atividades, estaria na quantidade de pedras e pedriscos que ficariam, e principalmente a compactação do solo.

**g) Erosão**

No que diz respeito a este item, os técnicos não sentiram segurança em responder se a erosão, seja ela superficial, ou nas encostas, podem acontecer futuramente. Devido a APA que se encontra próximo ao CTR, pode minimizar a porcentagem de ocorrência de processos erosivos, porém os técnicos não ficaram seguros em afirmar que não existe possibilidade da ocorrência de processos erosivos.

**h) Impermeabilização**

Os técnicos explicaram que a impermeabilização ocorre em determinados locais, e devido a compactação do solo. Segundo eles, as impermeabilizações podem ser observados quando chove e após a chuva, pois estes locais ficam com água empoçada e demoram para percolar.

Os RCC/RCD classe A chegam à usina em caminhões e em caçambas, como a ATT está sitiada na própria usina, os caminhões buscam os resíduos na cidade e na grande Londrina. Um dos problemas observado, é que as caçambas com os RCC/RCD vem descobertas e, muitas das vezes, o caminhão percorre um trecho muito longo até chegar ao destino final (usina). Como os resíduos nem sempre são homogêneo, apresentando podas e galhos, terra, um pouco dos resíduos acabam se perdendo pelo trajeto, ou as vezes até dentro do pátio da empresa, antes de chegar na ATT.

Na ATT apenas um impacto significativo foi identificado, ao serem perguntados sobre o possível impacto nesta área, os técnicos informaram que a atividade do trânsito de veículos pesados, e as montanhas de materiais causam compactação do solo, no entanto, os materiais presentes na caçamba antes de chegar a ATT é inspecionado diversas vezes e destinado para o respectivo CTR.

Na ATT o resíduo é triado manualmente, sendo retirado alguns materiais como pilhas, podas, plásticos entre outros. Porém, nestas montanhas encontram-se resíduos que percolam, tais como o gesso. Questionado aos técnicos se na ATT existia uma manta impermeabilizante eles justificaram que não, pois tratava-se de um resíduo inerte e que não percola. No entanto, podemos concluir que caso haja algum resíduo não inerte disposto na ATT com potencial solubilizante, em contato com a água, pode contaminar o solo podendo atingir o lençol freático.

A etapa de reciclagem é o processo que mais tem contato com o solo, pois os equipamentos estão em funcionamento. Há também o trânsito de veículos pesados para a retirada do material beneficiado, além de serem formadas montanhas de material britado. Nesta etapa, os técnicos explicaram que os impactos significativos ao solo são a compactação e impermeabilização, isto devido intenso fluxo de veículos pesados e a disposição do material diretamente ao solo. Esse fator pode ser claramente identificado pela presença de grandes poças d'água.

Em relação ao impacto ocasionado pelos equipamentos, tais como, britador alimentador vibratório dentre outros, os técnicos explicaram que praticamente inexistem, pois estes são mantidos a energia elétrica e de pouca manutenção, não vazando quantidade significativa de óleo ou outro resíduo contaminante, fato que pudemos comprovar. Sobre a presença da manta impermeabilizante, também foi explicado que no local não foi utilizado pelo fato de não haver necessidade, pois trata-se do resíduo em questão ser inerte.

Em relação aos demais impactos listados e esperados tais como: alteração da estrutura e fertilidade do solo, alteração do uso do solo, contaminação, erosão e salvo a diminuição da capacidade de regeneração do meio, para os técnicos não são impactos encontrados na região, nem causados pela atividade de reciclagem dos RCC/RCD classe A. No entanto, entende-se que a entrada dos resíduos classe A na usina, pode apresentar outros resíduos não inertes, tais como o gesso, que quando dispostos diretamente no solo, que não oferece uma manta

impermeabilizante, pode causar um impacto significativo, com alterações na estrutura e fertilidade do solo e ao percolar pode contaminar o lençol freático.

## CONCLUSÕES

As conclusões foram alcançadas por meio da análise da entrevista e observação do processo, desde a entrada do resíduo até suas saídas. Nelas, foi possível concluir que as atividades de reciclagem dos RCC/RCD classe A pouco impactam diretamente o solo, isto devido ao resíduo de construção civil ser um resíduo inerte de difícil percolação e não possuir substâncias ou elementos que alterem significativamente as características do solo, sejam físico-químico ou biológicos.

No entanto, um dos maiores problemas da reciclagem e beneficiamento de RCC/RCD é a presença de materiais de potencial não recicláveis nas caçambas, tais como gesso e amianto. O método de descarte dos rejeitos está relacionado com a forma de trabalho da empresa, por exemplo: caso o conteúdo das caçambas apresente um percentual elevado de rejeitos, tornando a triagem dos materiais da caçamba inviável, o conteúdo desta é destinado diretamente ao aterro, ou para descarte, ou para fins de manutenção no próprio aterro.

Apesar dos técnicos não verem como um problema em potencial, a presença do gesso e amianto nas caçambas é impactante ao solo, uma vez que estes resíduos serão dispostos temporariamente na ATT e, posteriormente, encaminhado ao seu destino. Nestas duas etapas os resíduos estarão em contato direto com o solo e trabalhadores. A presença do gesso e o contato direto do mesmo com o solo produz impacto significativo, pois o gesso é um resíduo não inerte e possui a capacidade de solubilizar em água e com capacidade percoltiva, impactando o solo e com potencial contaminante do lençol freático.

Observou-se que com a impermeabilização e compactação do solo haverá diminuição da capacidade de regeneração do meio, já em relação aos processos erosivos estes não foram encontrados no local, mas existem fatores que podem contribuir para a sua ocorrência, tais como a compactação e supressão da vegetação. Porém, a ocorrência de erosão é um impacto impreciso de julgar neste contexto, principalmente pela existência de uma APA no entorno do empreendimento.

No estudo, observou-se que além da compactação do solo, os RCC/RCD classe A também apresentam como impacto negativo a poluição visual. Uma vez que os RCC/RCD classe A são dispostos na ATT, chegando acompanhados com diversos rejeitos urbanos, e em contraste com o ambiente, esses “entulhos” acabam se destacando de uma forma negativa no ambiente.

Apesar dos aspectos negativos, o processo de reciclagem de RCC/RCD classe A na empresa pesquisada se mostrou muito eficiente e eficaz, pois trata-se de uma forma ambientalmente viável, devido ao processo produtivo. Resíduos que acabavam sendo deixados em margens de rodovia ou em uma vala qualquer passaram a fazer parte de um processo produtivo de uma significativa atividade econômica, a construção civil. Estes resíduos, depois de beneficiado, passam a ser utilizados como areia ecológica ou pedrisco e pedras e são utilizados em construções “menos nobres”.

Desta forma, o trabalho caracterizou a indústria da reciclagem de RCD, identificou as atividades e processos desta atividade e identificou a ocorrência de impactos ambientais negativos no solo, atendendo todos os objetivos previstos para o trabalho, respondendo integralmente a pergunta de pesquisa, apontando quais os aspectos ambientais negativos gerados por uma usina, de planta fixa, no processo de reciclagem dos RCC/RCD classe A e os impactos negativos que esses aspectos ocasionam no solo.

A pesquisa apresentou alguns fatores limitantes como a visita, uma vez que a empresa trabalha com um sistema de visitas apenas na última sexta feira de cada mês, na semana da visita técnica ocorreram muitas chuvas na região de Londrina, o paralisou temporariamente as atividades no CTR de construção civil. Sendo assim, durante a visita as máquinas não estavam trabalhando, a ATT estava com pouquíssimo RCC/RCD classe A, devido a inatividade do CTR, e tinha apenas duas pilhas de material britado.

Outro aspecto limitante de pesquisa, devido a inatividade do CTR, foi a observação e identificação dos impactos da atividade ao solo. Em que determinados impactos relacionados a atividade das máquinas, a disposição dos resíduos e o fluxo do local, não puderam ser observados e, conseqüentemente, não interpretados durante o processo de entrevista. Mas, a inatividade ocasionada pela chuva contribuiu para a identificação de determinados impactos, como os indícios da compactação observadas nas poças encontradas em determinados locais.

A partir da entrevista e observação em campo, foi possível identificar os seguintes impactos ambientais negativos no solo: compactação, impermeabilização e contaminação do

solo pela presença de gesso e amianto. Desta forma, a compactação do solo é resultado do aspecto trânsito de veículos pesados e disposição dos materiais beneficiados diretamente ao solo. Estes dois aspectos, também ocasionam outro impacto identificado, que é a impermeabilização do solo. E por último, o aspecto, ausência de manta impermeabilizante, que causa o impacto ambiental negativo contaminação do solo, uma vez que o material das caçambas despejadas no solo podem conter gesso ou amianto, que são resíduos não inertes e percolam, causando contaminação do solo.

Sendo assim, conclui-se que a atividade de reciclagem de RCC/RCD classe A é uma atividade impactante e que gera impactos ambientais negativos ao solo. No entanto, estes impactos não chegam a ser considerados de grande relevância, ao ponto de ser necessário cessar as atividades em função do impacto ambiental negativo gerado ao solo. E, que os aspectos ambientais negativos citados, apresentam ligação direta com os impactos ambientais negativos identificados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÂNGULO, Sérgio C, JOHN; et al. Caracterização de agregados de resíduos de construção e demolição reciclados separados por líquidos densos. I CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. **Anais...** São Paulo, 2004. Disponível em: <[http://www.reciclagem.pcc.usp.br/ftp/caract\\_liquidos%20densos\\_angulo%20et%20al.pdf](http://www.reciclagem.pcc.usp.br/ftp/caract_liquidos%20densos_angulo%20et%20al.pdf)>. Acesso em: 22 mar. 2013.

ALGARVIO, Alexandra Neto. **Reciclagem de resíduos de construção e demolição: contribuição para controle do processo**. Tese (Mestrado em Ciência e Engenharia do Meio Ambiente) – Departamento de Ciências dos Materiais da Universidade Nova de Lisboa. Lisboa, 2009.

ARAÚJO, Viviane Miranda, CARDOSO, Francisco Ferreira. Boletim técnico: **Análise dos aspectos e impactos ambientais dos canteiros de obras e suas correlações**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, 2010. Disponível em: <[http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/BT\\_00544.pdf](http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/BT_00544.pdf)>. Acesso em: 17 mai. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO – ABRECON, 2013. Disponível em: <<http://www.abrecon.com.br/>>. Acesso em: 4 abr. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS – ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2010**. Abrelpe, 2011. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/downloads/Panorama2010.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS. NBR 10004: Resíduos de construções e demolições. Classificação, Rio de Janeiro, 1987.

\_\_\_\_\_. NBR 11174: Armazenamento de resíduos classe II não inertes e III – inertes. Rio de Janeiro, 1987.

\_\_\_\_\_. NBR 13221: Transporte terrestres de resíduos. Rio de Janeiro, 1994.

\_\_\_\_\_. NBR 13463: Coleta de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 1995.

\_\_\_\_\_. NBR 10004: Resíduos de construções e demolições. Classificação, Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. NBR 14001: Sistemas de gestão ambiental - Requisitos e diretrizes para uso. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. NBR 15112: Resíduos da construção civil e resíduos volumosos - Áreas de transbordo e triagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. NBR 15113: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. NBR 15114: Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. NBR 15115: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. NBR 15115: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos. Rio de Janeiro, 2004.

BAZZO, Walter Antônio, COLOMBO, Ciliana Regina. **Desperdício na construção civil e a questão habitacional: um enfoque CTS**. Organização de Estados Ibero-americanos. 2000. Disponível em: <<http://www.oei.es/salactsi/colombobazzo.htm>>. Acesso em: 10 mar. 2013.

BERNARDES, Alexandre. **Quantificação e classificação dos resíduos da construção e demolição na cidade de Passo Fundo**. Dissertação (Mestrado em Engenharia, Infraestrutura e Meio Ambiente) – Universidade de Passo Fundo, 2006.

BLUMENSCHNEIN, Raquel Naves. **Manual técnico: Gestão de resíduos sólidos em canteiros de obras**. Brasília: SEBRAE/DF, 2007. Disponível em: <<http://www.respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/NDM>>. Acesso em: 4 abr. 2013.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)>. Acesso em: 7 jun. 2013

BRASIL. Lei n.º 6938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/16938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16938.htm)>. Acesso em: 7 jun. 2013

\_\_\_\_\_. Lei n.º 9605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19605.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm)>. Acesso em: 7 jun. 2013

\_\_\_\_\_. Decreto federal n.º 7404, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm)>. Acesso em: 7 jun. 2013



\_\_\_\_\_. Lei n.º 12305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em:  
<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>>. Acesso em: 7 jun. 2013

CARNEIRO, Fabiana Padilha. **Diagnóstico e ações da atual situação dos resíduos de construção e demolição na cidade de Recife**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, 2005. Disponível em:  
<<http://www.ct.ufpb.br/pos/ppgecam/images/arquivos/dissertacoes/2003/05-2003.pdf>>. Acesso em: 22 mar. 2013.

CASTRO, Cristina Xavier de. **Gestão de resíduos na construção civil**. Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Belo Horizonte, 2012. Disponível em:  
<<http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg2/83.pdf>>. Acesso em: 4 abr. 201.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (Brasil), Resolução CONAMA n.º 001 de 23 de janeiro de 1986. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 17 de fev. 1986. Disponível em:  
<<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 9 jun. 2013.

\_\_\_\_\_. Resolução CONAMA n.º 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 17 jul. 2002. Disponível em:  
<<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30702.html>>. Acesso em: 9 jun. 2013.

\_\_\_\_\_. Resolução CONAMA n.º 348, de 16 de agosto de 2004. Altera a Resolução CONAMA n.º 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 17 ago. 2004. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res04/res34804.xml>>. Acesso em: 9 jun. 2013.

\_\_\_\_\_. Resolução CONAMA n.º 431 de 24 de maio de 2011. Altera o art. 3º da Resolução no307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente CONAMA, estabelecendo nova classificação para o gesso. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 25 mai. 2011. Disponível em:  
<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=649>>. Acesso em: 9 jun. 2013.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas 2008.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. **Diagnóstico dos resíduos sólidos da construção civil**. Relatório de Pesquisa. IPEA, 2012. Brasília, 2012. Disponível em:  
<[http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120911\\_relatorio\\_construcao\\_civil.pdf](http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120911_relatorio_construcao_civil.pdf)>. Acesso em: 13 abr. 2013.

JADOVSKI, Iuri. **Diretrizes técnicas e econômicas para usina de reciclagem de resíduos de construção e demolição**. 2005. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia Civil) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005. Disponível em:  
<<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/10156/000524802.pdf?sequence=1>>  
. Acesso em: 19 jun. 2013.

JOHN, Vanderley Moacyr. **Reciclagem de resíduos na construção civil: Contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. Tese (Livre Docência Departamento de Engenharia e Construção Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (PCC), São Paulo, 2000. Disponível em:  
<<http://www.reciclagem.pcc.usp.br/ftp/livre%20doc%C3%A4ncia%20vmjohn.pdf>>.  
Acesso em: 6 fev. 2013.

KARPINSK, Luisete Andreis, PANTOLFO, Adalberto, REINEHR, Renata et al. **Gestão diferenciada de resíduos da construção civil: uma abordagem ambiental**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2009. Disponível em:  
<<http://www.pucrs.br/edipucrs/gestaoderesiduos.pdf>>. Acesso em: 18 maio 2013.

LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas 2003.

LONDRINA. Prefeitura Municipal. Lei Orgânica de 5 de abril de 1990. Institui a lei orgânica de Londrina. Disponível em: <<http://leismunicipais.com.br/lei-organica/londrina-pr/3341>>. Acesso em: 10 jun. 2013.

\_\_\_\_\_. Prefeitura Municipal. Lei Municipal n.º 11661, de 12 de julho de 2012. Define os perímetros da zona urbana, dos núcleos urbanos dos distritos e expansão do distrito sede do município de londrina. Disponível em:  
<<http://www.leismunicipais.com.br/a/pr/l/londrina/lei-ordinaria/2012/1166/11661/lei-ordinaria-n-11661-2012-define-os-perimetros-da-zona-urbana-dos-nucleos-urbanos-dos-distritos-e-expansao-do-distrito-sede-do-municipio-de-londrina-2012-07-12.html>>.  
Acesso em: 10 jun. 2013.

\_\_\_\_\_. Prefeitura Municipal. Lei Municipal n.º 4806, de 10 de outubro de 1999. Estabelece a Política Municipal do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, cria o Conselho Municipal do Meio Ambiente e instituiu o Fundo Municipal do Meio Ambiente. Disponível em:  
<[http://www.cema.pr.gov.br/arquivos/File/Lei\\_de\\_criacao\\_CMMA\\_Londrina.pdf](http://www.cema.pr.gov.br/arquivos/File/Lei_de_criacao_CMMA_Londrina.pdf)>.  
Acesso em: 11 jun. 2013.

\_\_\_\_\_. Prefeitura Municipal. Lei Municipal n.º 6521, de 18 de abril de 1996. Regulamenta a colocação de recipientes, para fins de despejo de entulhos, nos bairros do município de londrina e dá outras providências. Disponível em:  
<<http://www.leismunicipais.com.br/a/pr/l/londrina/lei-ordinaria/1996/652/6521/lei-ordinaria-n-6521-1996-regulamenta-a-colocacao-de-recipientes-para-fins-de-despejo-de-entulhos-nos-bairros-do-municipio-de-londrina-e-da-outras-providencias-1996-04-18.html>>. Acesso em: 11 jun. 2013.

\_\_\_\_\_. Prefeitura Municipal. Lei Municipal n.º 11471, de 5 de janeiro de 2012. Institui o código ambiental do município de londrina. Disponível em:

<<http://www.leismunicipais.com.br/a/pr/l/londrina/lei-ordinaria/2012/1147/11471/lei-ordinaria-n-11471-2012-institui-o-codigo-ambiental-do-municipio-de-londrina-2012-01-05.html>>. Acesso em: 11 jun. 2013.

\_\_\_\_\_. Prefeitura Municipal. Lei Municipal n.º 10637, de 24 de dezembro de 2008. Institui as diretrizes do Plano Diretor Participativo do Município de Londrina - PDPML e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.londrina.pr.gov.br/dados/images/stories/Storage/ippul/plano\\_diretor\\_participativo1/lei10637\\_0810.pdf](http://www.londrina.pr.gov.br/dados/images/stories/Storage/ippul/plano_diretor_participativo1/lei10637_0810.pdf)>. Acesso em: 11 jun. 2013.

MIRANDA, Leonardo Fagundes Rosembach. **Contribuição ao desenvolvimento da produção e controle de argamassas de revestimento com areia reciclada lavada de resíduos classe a da construção civil**. Tese. (Doutorado em Engenharia) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, USP, 2005. Disponível em: <<http://www.reciclagem.pcc.usp.br/ftp/Tese%20Leo%20Miranda%20vr.pdf>>. Acesso em: 26 jun. 2013.

PARANÁ (Estado). Lei n.º 12493 de 22 de novembro de 1999. Estabelece princípios, procedimentos, normas e critérios referentes a geração, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos no Estado do Paraná, visando controle da poluição, da contaminação e a minimização de seus impactos ambientais e adota outras providências. Diário Oficial do Estado do Paraná, Curitiba, 5 fev. 1999. Disponível em: <<http://celepar7cta.pr.gov.br/SEEG/sumulas.nsf/72f6421141cdce2603256c2f007a9922/7658813fa00d0c3803256e990068926c?OpenDocument>>. Acesso em: 10 jun. 2013.

\_\_\_\_\_. Decreto n.º 6674, de 3 de dezembro de 2002. Aprova o Regulamento da Lei n.º 12.493, de 1999, que dispõe sobre princípios, procedimentos, normas e critérios referentes à geração, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final dos Resíduos Sólidos no Estado do Paraná, visando o controle da poluição, da contaminação e a minimização de seus impactos ambientais e adota outras providências. Lex-Coletânea de Legislação e Jurisprudência, Curitiba, 2002. Disponível em: <[http://celepar7cta.pr.gov.br/SEEG/sumulas.nsf/2b08298abff0cc7c83257501006766d4/d57fea974b39bcda03256e99006599e5?OpenDocument#\\_Section1](http://celepar7cta.pr.gov.br/SEEG/sumulas.nsf/2b08298abff0cc7c83257501006766d4/d57fea974b39bcda03256e99006599e5?OpenDocument#_Section1)>. Acesso em: 10 jun. 2013.

PINTO, Tarcísio de Paula; GONZÁLES, Juan Luís Rodrigo. **Manejo e gestão de resíduos da construção civil**. Brasília: CEF, 2005 (Manual de orientação: como implantar um sistema de manejo e gestão nos municípios) Disponível em: <[http://www.em.ufop.br/ceamb/petamb/cariboost\\_files/manual\\_res\\_construc\\_civil\\_vol1.pdf](http://www.em.ufop.br/ceamb/petamb/cariboost_files/manual_res_construc_civil_vol1.pdf)>. Acesso em: 18 mai. 2013.

SOARES, Raimundo Nonato Belo. **Resíduo de construção e demolição e EPS reciclado como alternativa de agregados para a região amazônica** - aplicação em blocos para alvenaria. Dissertação (Mestre em Engenharia Mecânica e de Materiais) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Manaus, 2010. Disponível em: <<http://www.ppgem.ct.utfpr.edu.br/dissertacoes/SOARES,%20Raimundo%20Nonato%20Belo.pdf>>. Acesso em: 22 mar. 2013.

SINDUSCON. **Gestão ambiental de resíduos da construção civil: a experiência do SindusCon-SP**. São Paulo: Obra Limpa; I&T; SindusCon-SP, 2005. Disponível em: <[http://www.sindusconsp.com.br/downloads/prodserv/publicacoes/manual\\_residuos\\_solidos.pdf](http://www.sindusconsp.com.br/downloads/prodserv/publicacoes/manual_residuos_solidos.pdf)>. Acesso em: 10 jun. 2013.

ZORDAN, Sérgio Eduardo. **A utilização do entulho como agregado na confecção do concreto**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP. Campinas, 1997. Disponível em: <<http://www.reciclagem.pcc.usp.br/ftp/disserta%C3%A7%C3%A3o%20szordan.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2013.