

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARÁIBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

GUILHERME EMANOEL BEZERRA DE AQUINO MEDEIROS

**RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO: CASO DA CIDADE DE JOÃO
PESSOA**

JOÃO PESSOA

2018

GUILHERME EMANOEL BEZERRA DE AQUINO MEDEIROS

**RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO: CASO DA CIDADE DE JOÃO
PESSOA**

**Trabalho de conclusão do curso apresentado ao
Departamento de Engenharia Civil da Universidade
Federal da Paraíba, como requisito parcial para a
obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.**

Orientador: Dr. Clóvis Dias

JOÃO PESSOA

2018

M448r Medeiros, Guilherme Emanuel Bezerra de Aquino

Resíduos da Construção e Demolição: caso da cidade de João Pessoa./
Guilherme Emanuel Bezerra de Aquino Medeiros. – João Pessoa,
2018.

58f. il.:

Orientador: Prof. Dr. Clóvis Dias.

Monografia (Curso de Graduação em Engenharia Civil) Campus I -
UFPB / Universidade Federal da Paraíba.

1. Resíduos da construção e demolição 2. Reciclagem 3. Fluxo
dos resíduos da construção e demolição.

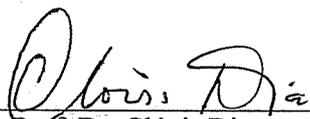
BS/CT/UFPB

FOLHA DE APROVAÇÃO

GUILHERME EMANOEL BEZERRA DE AQUINO MEDEIROS

**RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO: CASO DA CIDADE DE JOÃO
PESSOA**

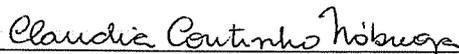
Trabalho de Conclusão de Curso em 14/06/2018 perante a seguinte Comissão Julgadora:



Prof. Dr. Clóvis Dias

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADO



Prof. Dra. Cláudia Coutinho Nóbrega

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

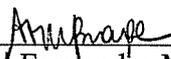
APROVADO



Prof. Dra. Aline Flávia Nunes Refúgio Antunes

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADO



Prof. Ana Cláudia Fernandes Medeiros Braga
Coordenador do Curso de Graduação em Engenharia Civil

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me dar saúde para vencer as batalhas da vida, com muita fé e esforço.

Aos meus familiares e amigos que acompanharam toda essa jornada e me apoiaram e deram forças para seguir em frente.

Aos Engenheiros e Mestres com quem tive e tenho aprendido na prática o que é um canteiro de obra. Sempre compartilhando suas ideias e conhecimentos para nos ensinar a gerenciar uma obra.

Aos professores, alguns, que se sentem realizados em nos ensinar e compartilhar suas trajetórias de vida para nos mostrar o que se pode esperar após conclusão do curso.

Agradeço também ao meu orientador Clóvis Dias, por ter paciência em me guiar neste TCC, corrigindo e incentivando cada passo dado.

Não poderia deixar de agradecer a coordenadora e professora Dra. Ana Cláudia, por ter me ajudado nessa volta para que eu concluísse o curso.

RESUMO

O crescimento populacional nas áreas urbanas vem fazendo com que cresça o número de residências novas no país, principalmente na construção de edificações, seja em lotes vazios ou na demolição de casas. Este crescimento na construção de novas moradias vem causando impactos no meio ambiente, sejam por meio da retirada de recursos não renováveis ou pelo modo incorreto em que é despejado na natureza. A preocupação em conscientizar as pessoas, sendo físicas ou empresários donos de construtoras sobre o tratamento e destino dos Resíduos da Construção Civil, foi criada em 2002 pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) a Resolução nº307 e em consonância com esta resolução. Em 2007, foi aprovada a Lei Municipal nº 11.176 que institui o plano integrado de gerenciamento de resíduos da construção e demolição para a cidade de João Pessoa. Este trabalho, apresenta um estudo de caso realizada na Usina de Beneficiamento de Resíduos da Construção e Demolição (USIBEN) e na Usina de Beneficiamento da Atrevida (UBA) que fazem reciclagem do RCC na cidade de João Pessoa. Através de pesquisas bibliográficas foi possível verificar que a disposição final de RCC ainda é preocupante na cidade de João Pessoa, onde 69,23% das construtoras ainda contratam transportadoras clandestinas. Foram realizadas entrevistas nas duas usinas citadas, com o intuito de obter dados quanto a gerenciamento dos RCC, os tipos de agregados reciclados gerados e o destino dos mesmos. Os objetivos deste trabalho é através de referências bibliográficas conhecer a legislação que rege sobre os Resíduos da Construção Civil, o fluxo da geração até a disposição final dos mesmos e o processo de reciclagem nas duas usinas citadas.

Palavra chave: Resíduos da construção e demolição. Reciclagem. Fluxo dos resíduos da construção e demolição.

ABSTRACT

Population growth in urban areas has led to an increase in the number of new homes in the country, mainly in the construction of buildings, either in empty lots or in the demolition of houses. This growth in the construction of new housing has been causing impacts on the environment, either through the removal of nonrenewable resources or by the incorrect way in which it is dumped in nature. The concern in conscientizing the people, being physical or entrepreneurs owners of constructors on the treatment and destiny of the Residues of the Civil Construction, was created in 2002 by the National Council of the Environment (CONAMA) the Resolution nº307 and in consonance with this resolution. In 2007, Municipal Law 11,176 was approved, which establishes the integrated plan for construction and demolition waste management for the city of João Pessoa. This paper presents a case study carried out at the Usibe Waste Treatment Plant (USIBEN) and the Atrevida (UBA) Processing Plant, which recycle the RCC in the city of João Pessoa. Through bibliographic research it was possible to verify that the final disposition of RCC is still of concern in the city of João Pessoa, where 69.23% of the contractors still hire clandestine carriers. Interviews were carried out in the two plants mentioned, in order to obtain data on the management of RCCs, the types of recycled aggregates generated and their destination. The objectives of this work are through bibliographical references to know the legislation that governs the Residues of Civil Construction, the flow of the generation to the final disposition of the same and the process of recycling in the two plants mentioned.

Keywords: Construction and demolition waste. Recycling. Flow of construction and demolition waste.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Vista frontal de uma viga.....	18
Figura 2 - Detalhe de superior e frontal de fôrma de pilar	19
Figura 3 - Desperdício de concreto na construção civil	20
Figura 4 - Parede de alvenaria alinhada e com boa paginação	22
Figura 5 - Desperdício de argamassa e outros resíduos no processo construtivo.....	23
Figura 6 - Resíduos gerados no corte do gesso	24
Figura 7 - Tipos de desenho do piso cerâmico	25
Figura 8 – Exemplo de uma demolição mecânica de uma edificação.....	27
Figura 9 - Total de resíduos sólidos coletados por regiões do Brasil	29
Figura 10 - Processo da geração à disposição dos resíduos da construção civil	35
Figura 11 - Caçamba com resíduos da construção civil e lixo misturado numa avenida em Ribeirão Preto	39
Figura 12 - Localização da USIBEN	44
Figura 13 - Área operacional	45
Figura 14 - Processo produtivo.....	46
Figura 15 - Localização da UBA	47
Figura 16 - Resíduos da construção civil próximos à britadeira	48
Figura 17 - Mistura de resíduos Classe A e B	49
Figura 18 - Caçamba em cima da sarjeta.....	50
Figura 19 - Agregados da reciclagem dos resíduos da construção civil.....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resíduos produzidos durante o processo construtivo.....	15
Tabela 2 - Tipos de fôrmas para diferentes tipos de obra e material.....	17
Tabela 3 - Perda cerâmica com seus inibidores e causadores	26
Tabela 4 - Caracterização dos resíduos de acordo com sua classe, tipo de material e destinação após a triagem.....	34
Tabela 5 - Características da estrutura do pavimento com resíduos da construção civil	40
Tabela 6 - Custos do pavimento com utilização do material convencional	40
Tabela 7 - Custos do pavimento com a utilização do resíduos da construção civil	41
Tabela 8 - Comparativo entre convencional e resíduos da construção civil	41

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Índice de cobertura da coleta de resíduos sólidos (%)	29
Gráfico 2 - Disposição final de resíduos sólidos no Brasil.....	30
Gráfico 3 - Concentração de usinas por Estado brasileiro.....	42
Gráfico 4 - Percentual de usinas públicas e privadas	43

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Fonte e causa da geração dos RCD	33
---	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1 Definição do Tema	10
2. OBJETIVOS	13
2.1 Objetivo Geral	13
2.2 Objetivo Específico	13
3. JUSTIFICATIVA	13
4. ESTUDO DA ARTE.....	14
4.1 Processo Construtivo de Edificações.....	14
4.1.1 Terraplanagem	15
4.1.2 Fôrmas de madeira.....	16
4.1.3 Aço e Concreto	19
4.1.4 Alvenaria de vedação.....	20
4.1.5 Argamassas	22
4.1.6 Instalações	23
4.1.7 Gesso	23
4.1.8 Revestimento	25
4.2 Demolição e Reforma.....	27
4.3 Resíduos da Construção e Demolição (RCD)	28
5. UTILIZAÇÃO DOS RCD	39
6. ESTUDO DE CASO	42
6.1 USIBEN.....	43
6.2 UBA.....	47
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
APÊNDICE A – Disposição Final USIBEN	56
APÊNDICE B – Disposição Final UBA	57
APÊNDICE C – Transportador	58

1. INTRODUÇÃO

1.1 Definição do Tema

No Brasil, a indústria da construção civil está entre os mais importantes setores que colaboram com o desenvolvimento econômico e social do país, gerando empregos diretamente e indiretamente. O forte crescimento nesse ramo é devido à urbanização acelerada e também a créditos de habitação e programas governamentais como Minha Casa Minha Vida que incentiva a compra de casas para pessoas de baixa renda com juros e prestações baixas, segundo Caldas (2016). Esse ramo tem destaque no cenário nacional quando se trata de contribuição para o Produto Interno Bruto (PIB), mas de certa forma é o setor que mais consome recursos naturais não renováveis, além disso, polui a atmosfera e degrada o meio ambiente (OLIVEIRA, 2008).

Com o crescimento da indústria da construção civil, aumenta também o consumo de recurso não renováveis (ferro, aço, brita, areia, calcário) e renováveis (madeira), que geram resíduos, que após da Política Nacional de Resíduos Sólidos, passou a se chamar de Resíduos da Construção Civil (RCC). Resíduos esses que, segundo Costa (2012), representam 59% dos resíduos totais gerados no país. Pesquisadores têm estudado formas de diminuir tanto a quantidade de RCC, tais como meios de execução de serviços e materiais menos impactantes no cenário ambiental, numa forma de reciclar os resíduos oriundos dessa indústria, tendo em vista que diminua o desperdício dos materiais e a área de destinação, que são os aterros sanitários. As empresas construtoras também devem traçar um planejamento de obra melhor, bem como treinar seus profissionais para que executem os serviços de forma correta a fim de evitar desperdícios de materiais.

Todo esse aumento de resíduos gerados pelas empresas construtoras, fez com que em 2002 fosse criada uma resolução específica para o tratamento e destino de resíduos, a resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 307/2002 (<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>). Essa resolução definiu para a construção civil, quatro classes de resíduos a saber:

Classe A – resíduos reutilizáveis ou recicláveis, como agregados, tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, argamassas, concreto, tubos, meio-fio, solos e etc., devem ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou encaminhados para aterros específicos.

Classe B – resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeira, gesso e outros, devem ser reutilizados, reciclados ou encaminhados para área específica.

Classe C – resíduos que ainda não possuem tecnologias ou aplicações economicamente viáveis para a sua reciclagem e recuperação, devem ser armazenados, transportados e destinados para área específica.

Classe D – são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros, devem ser armazenados, transportados e destinados conforme norma específica.

Baseada na citada resolução, a prefeitura da cidade de João Pessoa criou um Plano de Gestão de Resíduos da Construção Civil e foi instituída pela Lei Municipal No. 11.176/2007 cuja coordenação fica a cargo da Autarquia Especial Municipal de Limpeza Urbana (EMLUR), criando também a implantação da Usina de Beneficiamento de Resíduos da Construção e Demolição (USIBEN). Pela resolução do CONAMA No. 307/2002, a responsabilidade é compartilhada entre geradores, transportadores e receptores. Na cidade de João Pessoa ocorre da seguinte maneira:

- Os RCC são gerados por construtoras ou pessoas físicas ou jurídicas;
- Os resíduos são transportados por empresas transportadoras de ação privada de coleta regulamentada, cadastradas pela EMLUR, que tem por obrigação além do transporte e destino, manter as caçambas em conformidade com a regulamentação específica, utilizar dispositivos de cobertura, fornecer aos geradores comprovantes identificando a destinação dos resíduos coletados, volumes, tipos de resíduos, prazo de uso da caçamba e etc.;
- São depositados na Usina de Beneficiamento de resíduos sólidos da construção civil (USIBEN) quando em grande quantidade (maior que 2,5 m³), onde ocorre o transbordo, a triagem e a reciclagem dos resíduos Classe A, quando são realizados pela transportadora da Atrevida, são depositados na UBA os resíduos Classe A e B;
- Após a triagem, os resíduos da classe A ficam na USIBEN, para passarem pelo processo de reciclagem, os não recicláveis, são encaminhados para o aterro sanitário (CTR João Pessoa);

. Os resíduos gerados do processo de reciclagem deverão ser levados para a USIBEN ou empresas privadas, como o grupo da Atrevida Locações Ltda. e Rebrite. Os resíduos não

aproveitáveis deverão ser levados para o aterro sanitário de João Pessoa, ambos por transportadoras cadastradas na EMLUR.

Diante de todo o assunto abordado desde a geração dos Resíduos da Construção Civil (RCC) até a reciclagem, este trabalho apresenta um estudo de caso sobre o processo de reciclagem de RCC, realizado na Usina de Beneficiamento de Resíduos da Construção e Demolição (USIBEN) e na Usina de Beneficiamento da Atrevida (UBA).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral:

Descrever o processo de reciclagem dos Resíduos da Construção Civil realizada pela Usina de Beneficiamento de Resíduos da Construção e Demolição (USIBEN) e pela Usina de Beneficiamento da Atrevida (UBA).

2.2 Objetivos Específicos

- Estudar a legislação sobre o Resíduo da Construção Civil.
- Descrever o fluxo do RCC, da geração à disposição final na cidade de João Pessoa.
- Conhecer o processo de reciclagem do RCC realizado pela USIBEN e pela UBA.

3. JUSTIFICATIVA

A resolução do CONAMA No. 307/2002 tem o objetivo de diminuir o impacto causado pela geração desses resíduos. Na cidade de João Pessoa, a USIBEN é responsável pela reciclagem desses resíduos gerados pelas empresas construtoras, usina essa pública, onde é feito o transbordo, a triagem e a reciclagem dos resíduos de classe A, mas que também

possui empresas que fazem o mesmo serviço, como a Atrevida Locações Ltda e a Rebrite. A reciclagem desses resíduos parece de certa forma simples, acontece que algumas construtoras não possuem um plano de gerenciamento de resíduos, não fazendo a sua separação e quando o fazem, vem a transportadora e mistura todos os resíduos gerados daquele canteiro de obra (SILVA et al., 2015). A importância dessa pesquisa é analisar o processo de reciclagem, já que muito dos resíduos que chegam às usinas de reciclagem de RCC não vêm separados por classe, esse trabalho será um estudo de caso da cidade de João Pessoa.

4. ESTADO DA ARTE

4.1 Processo Construtivo de Edificações

Segundo Leite (2001), para avaliar a composição média dos Resíduos da Construção Civil (RCC), vários fatores devem ser considerados, tais como a tipologia construtiva utilizada, as técnicas construtivas existentes e os materiais disponíveis em cada região. A evolução tecnológica e os novos métodos executivos chegaram para melhorar a qualidade do serviço, diminuindo a probabilidade de erros na execução e o tempo que seria gasto para fazê-lo. Porém, Santiago (2008) afirma que ainda é possível encontrar processos construtivos ainda atrasados em relação à evolução no sistema construtivo e com uma produção altamente artesanal e improvisada.

Morais (2006) afirma que a indústria da construção civil teve de se adequar seus processos construtivos, visando o uso racional de materiais. A Tabela 1 mostra os resíduos produzidos durante a obra e avaliados no grau de geração de RCD. Tratando-se de obras de edificações tradicionais, neste capítulo serão abordados os processos construtivos dando ênfase a produção de resíduos gerados em cada etapa de uma obra de edificação.

Tabela 1 - Resíduos produzidos durante o processo construtivo

RESÍDUOS PRODUZIDOS DURANTE A OBRA								
Tipo	Serviços Gerais Adm.	Inst. do canteiro de obra	Fundação	Estrutura	Fechamento de Alvenarias	Inst. Prediais	Revestimento	
Resíduos Classe A (CONAMA)								
Entulho de alvenaria								
Entulho de concreto								
Pedras cerâmicas								
Resto de argamassa								
Solo escado								
Resíduos Classe B (CONAMA)								
Alumínio								
Aço								
Alumínio esquadrias								
Ferro								
Ferro - Grades								
Fio de cobre com PVC								
Latas								
Madeira								
Madeira - fôrma								
Papel - argamassa								
Papel embalagens								
Papel - documentos								
Papelão - embalagens								
Perfis metálicos								
Plásticos - embalagens								
Plásticos - PVC: Instalações								
Tubo de ferro galvanizado								
Vidro								
Resíduos Classe C (CONAMA)								
Tubo de poliuretano								
Papel - sacos de cimento								
Gesso								
Isopor								
Lixas								
Manta asfáltica								
Resíduos Classe D (CONAMA)								
Tintas								
Latas e solventes								
Legenda								

Fonte: Adaptado do Programa Entulho Limpo (2012).

4.1.1 Terraplenagem

Antes de iniciar a locação de obra é necessária a limpeza, escavação e terraplenagem do terreno onde será executada a edificação. Neste processo construtivo é comum a escavação e movimentação do solo para locais na própria obra onde futuramente servirá de aterro ou para uma usina de tratamento de resíduos, lembrando que o solo é um resíduo de Classe A, de

acordo com a resolução do CONAMA No. 307/2002. Este início de obra é onde se encontra a maior quantidade deste tipo de resíduo no decorrer do processo construtivo da edificação.

4.1.2 Fôrmas de madeira

A madeira é ainda muito utilizada na construção de edificação, desde o início da execução (locação do gabarito) até a fase final da obra (esquadrias), porém mais utilizado na fase estrutural, ou seja, na execução de fôrmas para pilares, vigas e lajes, que de acordo com Miranda et al. (2009), se considerada somente essa fase estrutural, pode representar cerca de 42% dos resíduos gerados na obra. O método e o material a ser executado variam de acordo com as circunstâncias financeiras da empresa e do conhecimento de outros métodos e materiais, mas tratando-se de uma edificação tradicional, o uso da madeira é essencial do começo ao término da obra.

A utilização da madeira de forma temporária como fôrmas para vigas, pilares, lajes, escoramentos e andaimes, ou na forma definitiva como estrutura de pilar, viga, piso, coberturas, forro, pisos, esquadrias e acabamento, geram grande quantidade de resíduos principalmente na forma temporária (NAGALLI, et al., 2013).

Há diferentes tipos de madeira e que são utilizados em diversas etapas no processo construtivo. A madeira serrada utilizada no formato de tábuas, pontaletes e sarrafos, que segundo Yazigi (2013), não deve possuir defeitos em suas dimensões, formato, arqueamento, rachaduras, fendas, além dos limites de tolerância para cada classe. Existem também as chapas de madeira compensada que de acordo com Nazar (2007) possui uma excelente resistência mecânica, tornando-o a prova de movimentações de contração e expansão, e é dividido em duas formas: resinado e plastificado. Este último resiste a um número maior de reaproveitamento, numa garantia de pelo menos 21 reutilizações se utilizado de forma correta de acordo com as especificações (<http://globalwood.com.br/produto/compensado-plastificado/>).

A madeira faz parte do resíduo de Classe B de acordo com a resolução 307:2002 do CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente, este tipo de material no art. 10 da mesma resolução, deverá ser reutilizado, reciclado ou encaminhado a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir sua utilização ou reciclagem futura.

Na Tabela 2, estão os diferentes tipos de fôrmas e sua indicação para diferentes tipos de obras, levando em conta o tipo de material que pode ser utilizado na edificação, sabendo que a variação depende também de fatores financeiros. A utilização de fôrmas metálicas diminui a geração de resíduos, elas possuem um número maior de reutilização e além do mais, são mais resistentes ao ambiente agressivo de uma obra, inclusive podem ser reaproveitados em outras obras.

Tabela 2 - Tipos de fôrmas para diferentes tipos de obra e material

Tipos de Fôrmas	Material	Indicação (tipo de obra)
Convencional	Madeira	Pequenas obras particulares e detalhes específicos
Moduladas	Madeira e mistas	Obras repetitivas e edifícios altos
Trepantes	Madeira, metálicas e mistas	Torres, barragens e silos
Deslizantes verticais	Madeira, metálicas e mistas	Torres e pilares altos de grande seção
Deslizantes horizontais	Metálicas	Barreiras, defensas e guias

Fonte: <http://www.dcc.ufpr.br/mediawiki/images/3/3b/Formas.pdf>

Para um melhor entendimento, as fôrmas convencionais são as fôrmas que utilizam somente madeira na sua execução; as fôrmas moduladas são utilizados em prédios altos com lajes repetitivas, podendo reutilizar a madeira diversas vezes; as fôrmas trepantes são utilizadas em obras onde possui alturas elevadas onde a instalação de andaimes se torna inviável; fôrmas deslizantes verticais e horizontais é um sistema de içamento que inclui um macaco hidráulico e um barrão de aço, que se apoia na estrutura, ao contrário do sistema trepante que espera a cura do concreto para poder mover-se, as fôrmas deslizantes esperam cerca de 3 horas após a concretagem para poder mover-se 20 cm ou 30 cm para fazer uma nova concretagem, analisando num período de um dia dependendo do cronograma, é possível notar um avanço na ordem de 1,60 m – 2,40 m, a utilização deste tipo de fôrma é indicado em obras onde o cronograma é mais curto (<http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/8/formas-deslizantes-muito-utilizada-quando-o-cronograma-da-obra-239367-1.aspx>).

Ainda sobre a Tabela 2 de acordo com Freitas et al. (2009) a respeito dos materiais, o sistema utilizando fôrmas de madeira são constituídos de painéis de madeira compensada, tábuas, pontaletes de madeira serrada do início ao fim de obra, onde é o tipo de material que gera mais resíduos no canteiro de obra; as fôrmas mistas são constituídos de madeira compensada e fôrma metálica, a geração de resíduos é bem menor pelo fato da fôrma metálica ter um alto índice de reutilização; fôrmas metálicas podendo ser de aço ou alumínio, a desvantagem é o alto custo na compra desses tipos de fôrmas, além de que a mão de obra para este tipo de material ainda é escassa.

Na Figura 1, observa-se a vista frontal de uma viga executada, mostrando a quantidade de madeira que é cortada nesse processo construtivo, o que acaba gerando ainda mais resíduos.

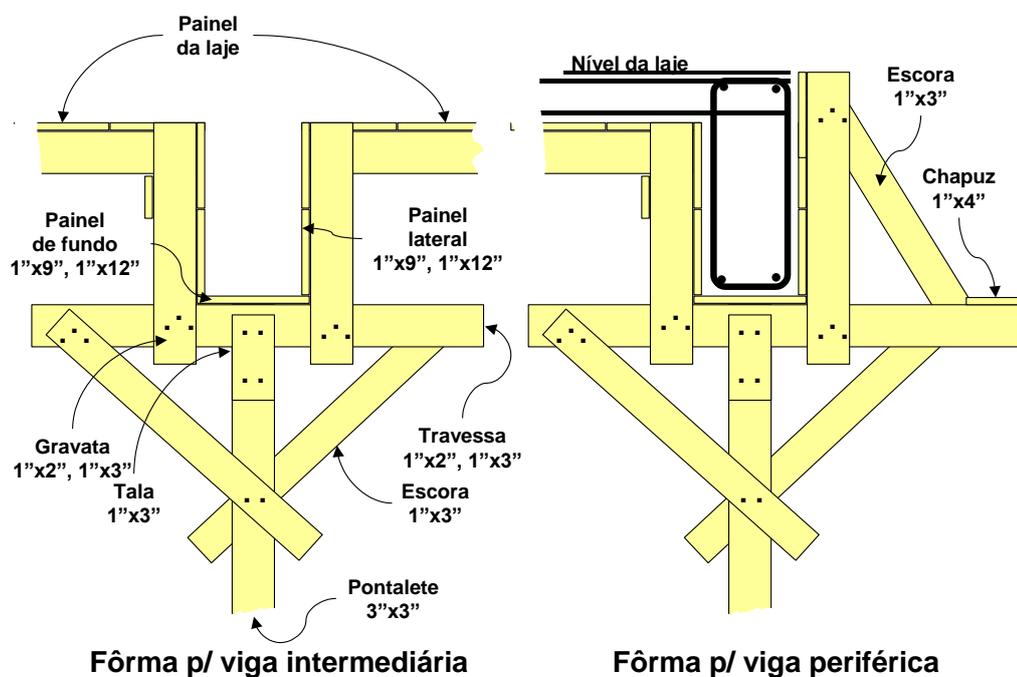


Figura 1 - Vista frontal de uma viga

Fonte: <http://www.dcc.ufpr.br/mediawiki/images/3/3b/Formas.pdf>

A Figura 2 a seguir, mostra um esquema do pilar e sua vista frontal e superior, o detalhe de execução também gera desperdício de madeira, já que são muitos cortes gradados neste processo. As fôrmas para pilares e vigas mencionados anteriormente, devem ser cortadas de forma a gerar um conjunto (jogo de fôrma) que possivelmente será utilizado no pavimento superior, sendo fôrmas temporárias. Para evitar um consumo maior de madeira, são passados desmoldantes na face onde receberá o concreto, isso evita aderência do concreto com a madeira e aumenta sua vida útil.

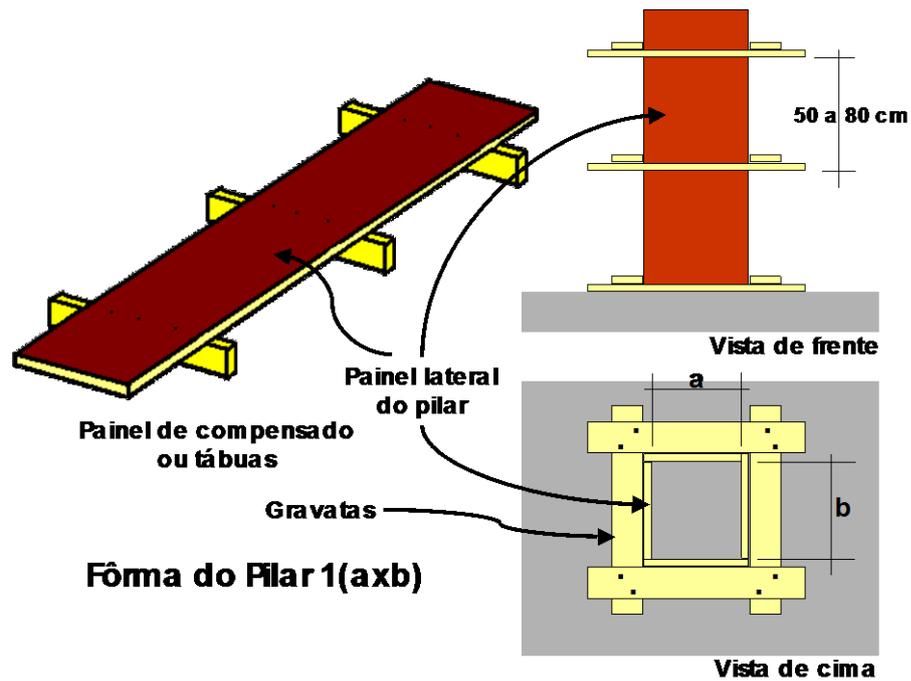


Figura 2 - Detalhe de superior e frontal de fôrma de pilar
 Fonte: <http://www.dcc.ufpr.br/mediawiki/images/3/3b/Formas.pdf>

4.1.3 Aço e Concreto

Os resíduos metálicos gerados no processo construtivo de uma edificação convencional são basicamente do aço presente no concreto armado, louças das pias, torneiras, registros; pregos provenientes na execução do gabarito e fôrmas; telhas; esquadrias e contramarcos; estruturas metálicas, que são menos usuais que estruturas de concreto armado; entre outros ambientes onde possam encontrar esse tipo de material. Quando se trata da fase estrutural, o consumo de aço chega ao seu ápice, as barras de aço são compradas com 12 metros de comprimento, o resíduo gerado na armação de um pilar, viga ou laje requer cortes nas barras, algumas dessas barras podem ser utilizadas em outras vigas maiores ou menores e até mesmo nas vergas e contra-vergas, mas alguns cortes não serão possíveis o uso, gerando assim resíduos. Os pregos utilizados pelos carpinteiros nas fôrmas de madeira são descartáveis já que as fôrmas serão retiradas para uma possível reutilização. Algumas empresas como a Gerdau e Vieira Aço, por exemplo, fazem o corte e dobra do aço para as vigas e pilares de acordo com o projeto de armadura. Este tipo de serviço evita que ocorra

desperdício no processo de corte do aço que em alguns casos não serão aproveitados na obra, consequentemente gerando ainda mais resíduos.

Segundo Agopyan (2001), o sistema de fôrmas é um dos principais fatores que influenciam na perda de concreto usinado, quando trata de uma fôrma metálica em relação a de madeira, a média de perda de material é cerca de 4% e 9% respectivamente, isso acontece pelo fato de ocorrer erros na execução da fôrma de madeira ou no caso das madeiras já não estarem adequadas para o uso, consequentemente esta perda gera resíduos. Outra perda é no transporte do concreto produzido “in loco”, Agopyan (2001) afirma que a geração de resíduos estão ligadas diretamente no recebimento e transporte, bem como a superprodução de concreto, ultrapassando o volume essencial para concretagem, a Figura 3 apresenta a quantidade de concreto que são gerados na construção civil quando não se tem um planejamento adequado.



Figura 3 – Desperdício de concreto na construção civil

Fonte: <https://comunidadefontedeluzinterior.wordpress.com/2011/02/01/reciclar-entulho/>

4.1.4 Alvenaria de vedação

Segundo Marinoski (2011), a alvenaria de vedação é um conjunto coeso e rígido de tijolos ou blocos (elementos de alvenaria), unidos entre si, com ou sem argamassa em

argamassas horizontais e pode ser empregado em diversos elementos construtivos (paredes, abóbodas, sapatas, muros).

A alvenaria não tem somente a função de separar os ambientes internos e externos de uma edificação, elas devem apresentar também, resistência à umidade e aos movimentos térmicos, resistência à pressão do vento, isolamento térmico e acústico, resistência à infiltração de água pluvial, entre outras funções, afirma Marinusk (2011). Atualmente o tijolo mais utilizado é o de 8 (oito) furos com dimensões 9x19x19 cm³ para alvenaria externa ou de separação dos apartamentos, e 7x19x19 cm³ em áreas internas para a separação dos ambientes, pois com a uma largura menor se ganha mais espaço.

Como mostrado na Tabela 1, a alvenaria gerada pelo conjunto (tijolo e argamassa) é um dos principais geradores de resíduos no processo construtivo de uma edificação, a quantidade de resíduo gerado por este tipo de material é nítido em qualquer obra tradicional que utilize este tipo de alvenaria. A mão de obra pouco qualificada executa os serviços com facilidade, mas nem sempre com boa qualidade, o retrabalho é comum nas construtoras quando o apartamento passa por reformas, ocorrendo demolição e retrabalho do serviço, sem contar com os cortes na alvenaria para a passagem dos tubos hidrossanitários e elétricos (<http://pauluzzi.com.br/alvenaria-de-vedacao/>).

Por ser muito utilizado na alvenaria de vedação e por gerar vários resíduos no processo executivo, segundo Lordsleem e Pinho (2009) a quantidade média de resíduos de tijolos/blocos é de até 17%.

Em obras de pequeno porte é muito comum o uso da alvenaria estrutural, que de certa forma, substituem as fôrmas e os tijolos comuns. Por ser um tijolo que tem função estrutural, os cortes e as quebras devem ser evitados, para prevenir este problema, os tijolos são feitos com vários comprimentos.

Uma parede bem executada deve estar em prumo, esquadro, nível, as juntas onde serão assentadas as argamassas (vertical e horizontal) devem ter um padrão e tolerância mínima além de ter uma boa paginação. A quebra do tijolo cerâmico na alvenaria vai acontecer pelo fato de que é necessária a amarração da estrutura. Na Figura 4, é mostrado que nos cantos ocorrem quebras dos tijolos justamente para fazer a amarração e na última fiada para fazer o encunhamento com a laje.



Figura 4 - Parede de alvenaria alinhada e com boa paginação
Fonte: <https://pedreira.com.br/alvenaria-como-construir-as-paredes-de-tijolos-ou-blocos/>

4.1.5 Argamassas

A argamassa é uma mistura de aglomerante, agregado e água, podendo ou não levar aditivo na sua mistura. A aplicação da argamassa está ligada à quantidade de aglomerante, à granulometria da areia e à quantidade de água adicionada. Na construção de edifícios as argamassas são utilizadas para assentamento de alvenarias, revestimento de alvenarias (chapisco, emboço e reboco), assentamento de revestimentos (cerâmica, pedra, etc.), entre outros (COSTA, 2010). Uma das causas dos resíduos gerados neste processo, se dar na superprodução, que é produzir mais do que o necessário.

Outro fator importante que vale lembrar é que a argamassa está ligada a alvenaria, tanto para assentamento, quanto para chapisco, emboço e reboco, quando ocorre uma reforma numa residência ou até erro de projeto nas obras de edificação, algumas paredes que serão demolidas estarão presentes também a argamassa seja ela das formas já citadas anteriormente. A Figura 5 mostra a quantidade que gerado de resíduos neste processo construtivo.



Figura 5 – Desperdício de argamassa e outros resíduos no processo construtivo
Fonte: <http://www.daniel.funchal.eng.br/>

4.1.6 Instalações

O PVC é o material mais utilizado nas instalações elétricas, hidrossanitárias e de gás, possuindo um longo tempo de vida útil, onde 64% dos produtos duram entre 15 e 100 anos, de acordo com o Instituto do PVC (2008). Os resíduos gerados nesse processo construtivo acontecem no erro executivo e na falta de projeto para execução onde ocorre o retrabalho, o resíduo gerado por este tipo material acontece também pelos cortes dos tubos e cabos para deixá-los com o comprimento desejado, alguns desses cortes são aproveitáveis, já que as conexões dos tubos permitem encaixes em variadas situações e em outros casos não, vale também na instalação dos tubos do gás, e diferente nas instalações elétricas onde não são aproveitáveis.

4.1.7 Gesso

O gesso é bastante consumido na construção civil, principalmente em obras de edificação onde é utilizado na forma de placas de gesso onde será aplicado no teto para cobrir toda laje e todo o sistema elétrico e hidrossanitário que passa abaixo da laje ou colada. Para revestimento nas paredes; massa; chapas em drywall para vedações internas, shafts e etc.

Como todo consumo gera também resíduos, as principais causas relacionam-se com os cortes em placas de gesso ou chapas em drywall para o acabamento devido a detalhes presentes no ambiente, apresentados na Figura 6.



Figura 6 – Resíduos gerados no corte do gesso

Fonte: <http://www.setorvidreiro.com.br/o-que-procura/259/residuos+de+gesso>

Por serem um material muito consumido na construção civil, muitos pesquisadores se sentiram com a obrigação de encontrar meios para a sua reciclagem, o gesso anteriormente se enquadrava nos resíduos de Classe C, que correspondem aos resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação, segundo a resolução do no. CONAMA 307/2002 e passou a fazer parte dos resíduos de Classe B pela Resolução no. 431/2011, considerando resíduos recicláveis para outras destinações.

Baseado na ideia de reaproveitamento de resíduos e, principalmente, deste tipo de material (gesso), Barros (2010) afirma que:

[...] o desperdício de matérias-primas, como o gesso, e os custos relacionados ao transporte e extração desta matéria-prima nos leva a questionamentos sobre as possibilidades e a viabilidade de reutilização de seus resíduos como forma de minimizar os impactos gerados ao meio ambiente, contribuir para os sistemas de produção mais limpa e para a eco-eficiência dos sistemas produtivos.

4.1.8 Revestimento

O revestimento cerâmico é utilizado para revestir pisos e paredes, são divididos de acordo com a sua aplicação e características químico-físicas. “Um das vantagens do revestimento está de acordo com algumas características: durabilidade do material; facilidade de limpeza; higiene; qualidade do acabamento final; proteção dos elementos de vedação; isolamento térmico e acústico; estanqueidade à água e aos gases; segurança ao fogo; aspecto estético e visual agradável” (SILVA et al., 2015).

De acordo com a NBR 13755/1996 o revestimento externo (fachada) é conjunto de camadas superpostas e intimamente ligadas, constituído pela estrutura-suporte, alvenarias, camadas sucessivas de argamassas e revestimento final (pastilhas cerâmicas), cuja função é proteger a edificação das intempéries, bem como dar acabamento estético.

Nos dias atuais já é comum às construtoras terem projetos de fachada, de piso e parede interna nos revestimentos de cerâmica ou porcelanato. Este processo construtivo requer uma mão de obra qualificada, o projeto de paginação para este tipo de serviço facilita a saída da primeira peça cerâmica que tem como objetivo diminuir a quantidade de cortes nos cantos e vãos gerados por janelas, portas, varandas e etc., bem como o desenho do piso também influencia na quantidade de cortes gerados nesta etapa como mostra a Figura 7.



Figura 7 – Tipos de desenho do piso cerâmico
Fonte: <http://engenheironocanteiro.com.br/>

Na Tabela 3, mostra os itens causadores e inibidores de perda de material cerâmico. Segundo Rocha (2010) a parte técnica da obra no que se refere a logística de recebimento, armazenamento, transporte e execução está ligado diretamente a direção da empresa, é totalmente controlável os causadores desde que haja planejamento nos inibidores. Uma possível perda de material seria no caso do cliente modificar de última hora o projeto arquitetônico ou a cerâmica usada no apartamento, seja de piso ou parede, afirma Rocha (2010). Nesse caso, o cliente assume outro contrato com a empresa construtora, mas o resíduo gerado neste processo é inevitável.

Tabela 3 - Perda cerâmica com seus inibidores e causadores

TIPO	INIBIDORES DE PERDA	CAUSADORES DE PERDA
RECEBIMENTO	<ul style="list-style-type: none"> - Não aceitação de peças quebradas; - Controle da quantidade recebida; - Pagamento somente da quantidade realmente recebida; 	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de controle para verificação das características das peças; - Falta de controle da quantidade quebrada no recebimento, não repostas pelo fornecedor;
ESTOCAGEM	<ul style="list-style-type: none"> - Local plano para estocagem com pilhas respeitando a altura máxima de empilhamento descrita pelo fabricante; - Estocar próximo ao local de trabalho, evitando grandes percursos para transporte; Estocar em local plano e fechado usando-se base para apoio do empilhamento; - Empilhar por tipo de placa cerâmica; 	<ul style="list-style-type: none"> - Má condições de empilhamento; - Duplo manuseio das peças em função dos diversos pontos de estocagem
TRANSPORTE ATÉ A FRENTE DE TRABALHO	<ul style="list-style-type: none"> - Descarregamento diretamente no pavimento de uso; 	<ul style="list-style-type: none"> - Transporte horizontal sobre terreno irregular com carrinho de mão; - Falta de planejamento, gerando mudanças de pontos de estocagem;
EXECUÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> - Distribuição das placas cerâmicas nos pavimentos, por ambiente, nas quantidades necessárias para execução do serviço; - Treinamento para qualificação de mão de obra; - Reaproveitamento de peças cortadas; 	<ul style="list-style-type: none"> - Escassez de Mão de obra qualificada; - Equipamento impróprio para o corte das peças; - Falta de aproveitamento das peças cortadas; - Necessidade de cortes devido a projeto arquitetônico (aplicação na diagonal);

Fonte: Rocha (2010).

4.2 Demolição

Demolição é o ato de se destruir, de forma medida e calculada, alguma construção para então dar espaço para a construção de uma nova (PEREIRA, 2017). A demolição não é comum somente em estruturas antigas que já apresentam falhas em sua estrutura, mas também em obras onde possui elemento existente que não será mais utilizado. De acordo com (SOUZA et al., 2006) a demolição pode ser classificada em três tipos: demolição convencional (manual ou mecânica), demolição com explosivos e implosão (sequência de explosões).

De acordo com John e Agopyan (2000) a redução dos resíduos causados pela demolição de edifícios depende:

- do prolongamento da vida útil dos edifícios e seus componentes, que depende tanto de tecnologia de projeto quanto de materiais.
- da existência de incentivos para que os proprietários realizem modernização e não demolições.
- de tecnologia de projeto e demolição ou desmontagem que permita a reutilização dos componentes.

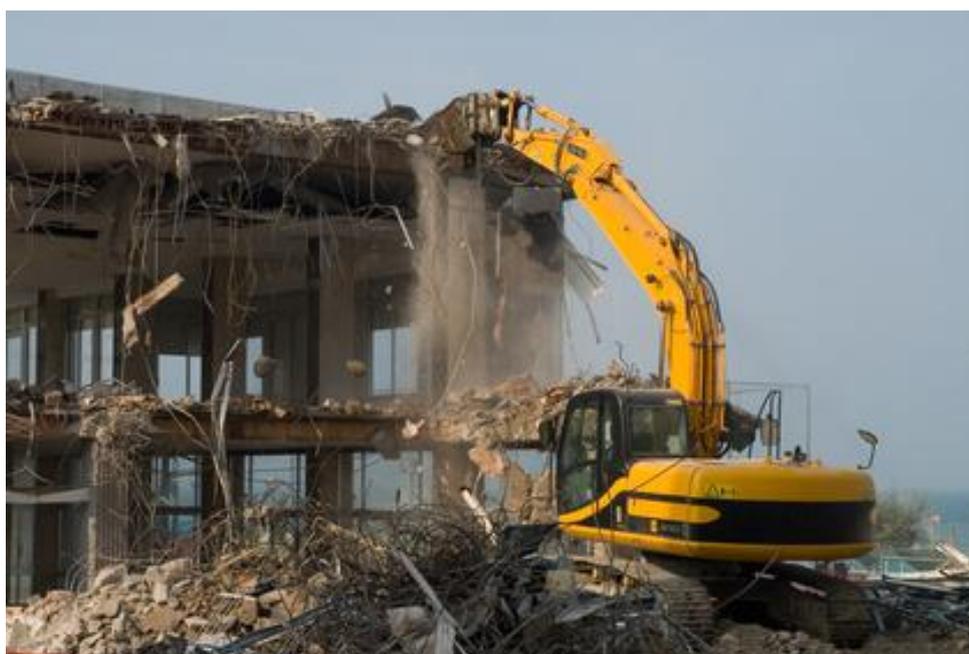


Figura 8 – Exemplo de uma demolição mecânica de uma edificação
Fonte: <http://www.dmlobato.com.br/> (2018).

A demolição pode ser qualquer desmontagem estrutural, inclusive pequenas reformas, que às vezes necessitam da retirada de paredes. Idade da obra, riscos estruturais ou novas necessidades de ocupação são alguns dos motivos mais comuns (<http://www.blogdosequipamentos.com.br/demolicao-nao-e-so-explodir/>). A demolição é a única etapa da engenharia onde só gera resíduo.

A Figura 8 é um exemplo de demolição convencional do tipo mecânica, com a utilização de retroscavadeiras de esteira.

4.3 Resíduos da Construção CIVIL (RCC)

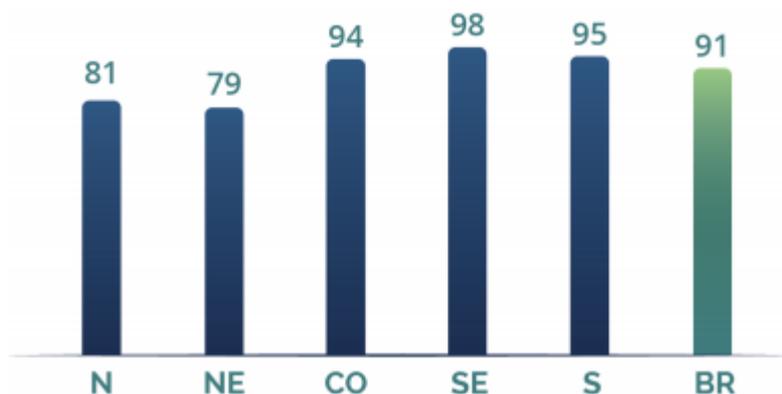
A geração de resíduos sólidos é uma problemática não só no Brasil, mas como em todo o planeta. O crescimento na geração de resíduos se dá pelo consumo e descarte rápidos dos produtos industrializados bem como o crescimento populacional, tornando assim, a respeito da gestão destes resíduos uma das mais importantes em relação às questões ambientais (CALDAS, 2016).

De acordo com Lopes (2006), o homem moderno não sabe o que fazer com a embalagem que utilizou há pouco tempo e acaba a considerando inútil a destinando para o serviço de coleta pública. A redução dos resíduos sólidos deve ser de forma imediata, com descartes corretos principalmente da população, fazendo eles mesma a triagem, onde deve educar de forma correta o manuseio, separação e descarte destes resíduos.

A Lei Federal nº 12.305 de 2010 – Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) tem como um dos objetivos a regulamentação de como devem ser tratados os resíduos sólidos produzidos, como também a prevenção e redução, tendo como proposta a prática de hábitos de consumo sustentável e um conjunto de instrumento que possibilite uma maior reciclagem e reutilização dos resíduos gerados.

Dados gerados pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, a ABRELPE (2016) em relação ao índice de cobertura de coleta de resíduos, o Brasil possui um índice de 91% onde a região nordeste possui o menor índice com 79%, como mostra o Gráfico 1.

Gráfico 1 - Índice de cobertura da coleta de resíduos sólidos (%)



Fonte: Abrelpe (2016).

Em relação a participação das regiões do país no total de resíduos sólidos coletados, o Nordeste tem um percentual de 22%, ficando em segundo lugar perdendo somente para a região Sudeste com 52,7%, conforme a Figura 9.



Figura 9 - Total de resíduos sólidos coletados por regiões do Brasil

Fonte: Abrelpe (2016).

Para Caldas (2016) a PNRS cria metas importantes para a eliminação de lixões, instituindo um planejamento nos níveis nacional, estadual, microrregional, metropolitano e municipal impondo que os particulares elaborem seus planos. Uma outra grande preocupação está na disposição final dos resíduos sólidos, visto que muitos destes resíduos ainda estão

sendo despejados em lixões (depósitos abertos e desprovidos de qualquer tratamento para os resíduos).

De acordo com a Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Urbana Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2016), em relação a todas as regiões do país, é recebido diariamente 81 mil toneladas de resíduos, o Gráfico 2 mostra a porcentagem de resíduos por tipo de destinação em toneladas/dia nos anos de 2015 e 2016. De acordo com a nova Política de resíduos sólidos, não é mais considerado aterro controlado, visto que trata-se de um lixão disfarçado.



Fonte: Abrepe (2016).

O PNRS ainda classifica no Art.13 os resíduos sólidos quanto à origem em:

- resíduos domiciliares: são resíduos originários das atividades domésticas em residências urbanas.
- resíduos de limpeza urbana: são resíduos originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana.
- resíduos sólidos urbanos: quando compreendem os resíduos domiciliares e os resíduos de limpeza urbana.
- resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: são resíduos gerados nessas atividades.
- resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: são resíduos gerados nessas atividades, excetuados os resíduos sólidos urbanos.

- resíduos industriais: são resíduos gerados nos processos produtivos e instalações industriais.
- resíduos de serviços de saúde: são resíduos gerados nos serviços de saúde.
- resíduos de construção e demolição: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil incluído os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis.
- resíduos agrossilvopastoris: são resíduos gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades.
- resíduos de serviços de transportes: são resíduos originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira.
- resíduos de mineração: são resíduos gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios.

A NBR 10.004/2004 ainda classifica os resíduos sólidos quanto a sua periculosidade da seguinte forma:

- **Resíduos Perigosos (Classe I):** são aqueles que em função de suas propriedades físicas, químicas e infectocontagiosas podem apresentar risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentuando seus índices ou ainda, os resíduos que possuam umas das seguintes características: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade. Alguns exemplos são: latas de tinta, óleos minerais e lubrificantes, EPI's contaminadas (luvas e botas de couro), papéis e plásticos contaminados com graxa ou óleo.
- **Resíduos não Perigosos (Classe II):** são resíduos não perigosos que ainda são subdivididos em Classe II-A e Classe II-B.
- **Resíduos Classe II-A:** são resíduos que podem ter propriedades tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água. Voltado para os RCD, alguns exemplos: restos de madeira, fibras de vidro, gessos, lixas, borracha.
- **Resíduos Classe II-B:** são quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, e submetidos a um contato dinâmico e estático

com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor, conforme anexo G da NBR 10.000/2004. Exemplos: resíduos da construção e demolição como cerâmica, tijolo, argamassa, telha e etc.

Os resíduos da construção civil mencionados no PNRS são ainda separados de acordo com as suas classes na resolução do CONAMA N° 307/2002 que será mencionado mais adiante.

A dimensão que adquiriu a geração de resíduos da construção civil teve como consequência a conscientização de órgãos públicos e empresas construtoras no sentido de reduzir o máximo possível de resíduos gerados nas construções, isto faz com que diminua a necessidade de disposição. De acordo com Carnaúba (2009) as empresas devem ter projetos de gerenciamento de resíduos, focando principalmente na racionalização das etapas dos processos construtivos.

Na cidade de João Pessoa– PB onde tem havido um grande acréscimo na urbanização devido ao crescimento populacional, as empresas construtoras têm investido em obras de edificação principalmente na orla marítima; este forte crescimento em obras de edificação gera também resíduos da construção civil, onde a maioria mesmo conhecendo a Resolução do CONAMA n° 307/2002 não atende regular e prontamente ao disposto, afirma Pimentel (2013).

Os resíduos gerados na construção civil em muitos casos são depositados em encostas de rios, vias e ambientes públicos, ou seja, locais inapropriados para o despejo desse entulho. Kurek et al. (2009) afirmam que os despejos irregulares destes resíduos comprometem a paisagem urbana, invadem pistas, dificultam o tráfego de pedestres e de veículos, como também a drenagem urbana, atraindo o lixo doméstico (resíduos não inertes), afetando a qualidade de vida da sociedade.

Para Osmani et al. (2008) cerca de 33% dos resíduos gerados em canteiros de obras se devem a falhas dos projetistas por não optarem pela implementação de medidas para a redução ainda na fase de projeto. Algumas construtoras começam a obra sem planejamento e sem todos os projetos prontos em mãos, muitos desses projetos são realizados por outras empresas que não fazem a compatibilização entre eles, ocorrendo na execução falhas

decorrentes da falta ou compatibilização dos projetos. O Quadro 1 mostra os rcc originados em várias etapas do processo construtivo.

Quadro 1 - Fonte e causa da geração dos resíduos da construção civil

FONTE	CAUSA
Projeto	Erros de dimensionamentos
	Incompletos
	Erros de especificações
Execução	Falta de padronização
	Falhas no fornecimento
	Resíduos dos processos de aplicação
	Mau funcionamento dos equipamentos
	Ambiente impróprio
	Sobras de cortes
	Uso de materiais incorretos
	Uso de materiais de baixa qualidade
Manipulação de materiais	Danos no transporte
	Estoque inadequado
	Falhas operacionais
Outros	Falta de controle dos materiais
	Falta de gerenciamento dos resíduos
	Vandalismo ou roubo

Fonte: Novaes e Mourão (2008).

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) de acordo com a Resolução no. 307/2002 art.2º determina que:

“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”.

Da resolução citada anteriormente, no art. 3º, classifica os resíduos da construção civil em quatro classes e o Art. 10º da mesma resolução destinam os resíduos após a sua triagem conforme a Tabela 4.

Tabela 4 - Caracterização dos resíduos de acordo com sua classe, tipo de material e destinação após a triagem.

CLASSE	CARACTERIZAÇÃO	TIPOS DE RESÍDUOS	DESTINAÇÃO APÓS TRIAGEM
A	são resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados	solos, tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, argamassa, concreto e etc.	deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou encaminhados a aterro de resíduos Classe A
B	são resíduos recicláveis para outras destinações	plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso	deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo disposto de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura
C	são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam sua reciclagem	-	deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas
D	são resíduos perigosos oriundos do processo de construção	tintas, solventes, óleos, materiais contaminados que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde	deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com normas técnicas específicas

Fonte: Adaptação do Próprio autor (CONAMA n° 307/2002).

A taxa de resíduos provenientes da construção em obras de edificação varia de acordo com a empresa construtora, algumas possuem seu plano de gerenciamento de resíduos bem definidos, Cochran et al., (2007) afirmam que os resíduos gerados na construção civil são basicamente compostos de concreto, asfalto, madeira, metal, gesso, solo e pequenas quantidades de materiais de embalagem, como plástico e papel. Um estudo realizado na cidade de Londrina por Carnaúba (2009) em dez canteiros de obra, os principais resíduos gerados foram de materiais cerâmicos (52%), argamassas (16%) e gesso (15%).

A Lei Municipal no. 11.176/07 da cidade de João Pessoa tem por finalidade atender as diretrizes estabelecidas da Resolução 307/2002 do CONAMA, instituindo um sistema de gestão sustentável e o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção e

Demolição (PIGRCD). Esta lei define os envolvidos nas atividades de geração, transporte e disposição final dos RCC:

- Geradores de Resíduos da Construção Civil e Demolição: pessoas físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, proprietárias ou responsáveis por obra de construção civil e demolição ou empreendimento com movimento de terra, que produzam resíduos da construção civil e demolição.
- Os Transportadores de Resíduos da Construção Civil e Demolição, reconhecidos como ação privada de coleta regulamentada, submetida às diretrizes e à ação gestora do poder público municipal, deve ser cadastrados pela EMLUR, conforme regulamentação específica.
- Área de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição: estabelecimento destinado ao recebimento e transformação de resíduos da construção civil e demolição designados como Classe A, já triados, para produção de agregados reciclados conforme especificações da Norma Brasileira (NBR 15.114/2004), da ABNT.
- Área de Transbordo e Triagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (ATT): estabelecimento destinado ao recebimento de resíduos da construção civil e demolição gerada e coletada por agentes públicos ou privados, cuja área, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente, deve ser usada para triagem dos resíduos recebidos, eventual transformação e posterior remoção para adequada disposição, conforme especificações da Norma Brasileira (NBR 15.112/2004), da ABNT.
- Aterro de Resíduos da Construção Civil e Demolição: estabelecimento onde são empregadas técnicas de disposição de resíduos da construção civil e demolição de origem mineral, designados como Classe A, visando a preservação de materiais de forma segregada que possibilite seu uso futuro ou ainda, a disposição destes materiais, com vistas à futura utilização da área, empregando princípios de engenharia para confiná-los ao menor volume possível, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente, conforme especificações da Norma Brasileira (NBR 15.113/2004), da ABNT.

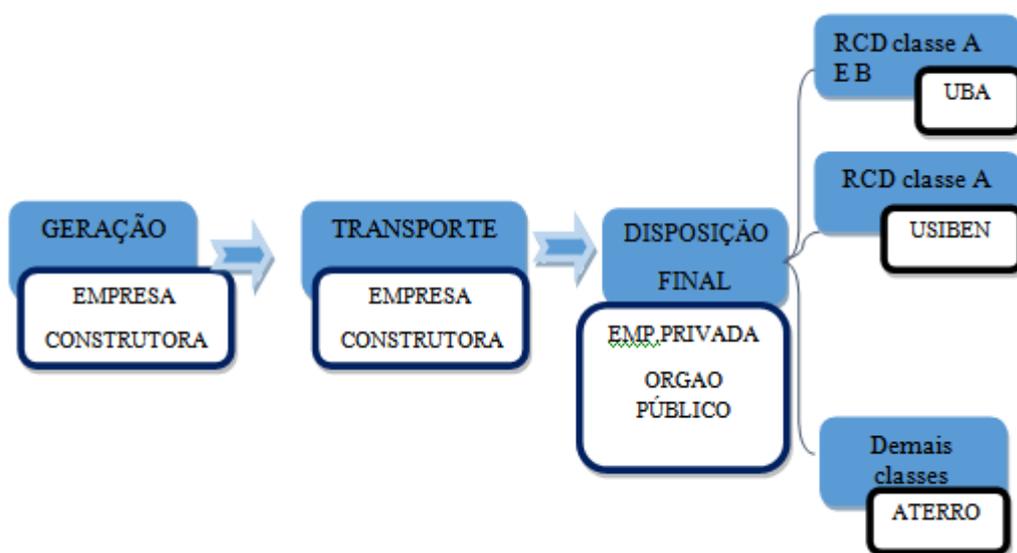


Figura 10 - Processo da geração à disposição dos resíduos da construção civil
Fonte: Próprio autor (2018).

Como mostra a Figura 10, o fluxo de RCC da seguinte:

- ✓ Geradores: empresas construtoras responsáveis por atividades que gerem volumes acima de 2,5 m³ de RCC por descarga.
- ✓ Transportadores: empresas transportadoras cadastradas na EMLUR, encarregadas da coleta e do transporte dos RCC entre as fontes geradoras e as áreas de destinação.
- ✓ Receptores para disposição final:
 - ATT (áreas de transbordo e triagem de RCC): Usina de Beneficiamento – USIBEN e UBA, onde há a triagem dos RCC e a partir da triagem, encaminha os RCC para a disposição final.
 - Áreas de reciclagem e aterros de RCC: a usina de reciclagem de RCC classe A é a USIBEN e a UBA e o aterro CTR (Central de Tratamento de Resíduos) é o ponto de destinação final das demais classes de RCC.

O gerador segundo a lei mencionada deve identificar e quantificar os resíduos, separar por classes, armazenar em ambiente adequado; o transportador não deverá misturar os resíduos que sofreram a triagem no canteiro de obra, deverá transportar os resíduos de acordo com as normas técnicas vigentes até o local de disposição final do órgão público (USIBEN) ou empresas privadas que fazem a reciclagem dos RCC.

Os problemas relacionados aos resíduos da construção e demolição não estão ligados somente no que se refere a diminuição, reutilização e reciclagem, mas também na separação destes resíduos principalmente de acordo com suas classes. É importante que as empresas construtoras tenham cuidado para que os resíduos não se misturem, evitando que ocorram modificações em suas propriedades, principalmente aos resíduos de Classe A e B. O gerenciamento de resíduos da construção civil tem como uma de seus objetivos a não mistura no momento do recolhimento desses resíduos que serão realizados por transportadoras cadastradas na EMLUR (órgão responsável pela limpeza urbana da cidade de João Pessoa – PB), se isso ocorrer todo o cuidado realizado na separação terá sido em vão, então a construtora deve observar o recolhimento desses resíduos sempre orientando para a forma correta de transporte.

A transportadora deve emitir um certificado que segundo a lei municipal já mencionada anteriormente, afirma que, o transportador deve fornecer informações sobre o

gerador, origem, quantidade, descrição dos resíduos e seu destino, documento esse chamado Controle de Transporte de Resíduos (CTR), sendo a garantia da empresa construtora sobre o destino correto dos resíduos e comprovação do plano de gerenciamento para a retirada futura do habite-se exigida pela Prefeitura Municipal de João Pessoa (PMJP) de acordo com Pimentel (2013).

Na cidade de João Pessoa – PB, os resíduos serão encaminhados para a Usina de Beneficiamento de Resíduos da Construção e Demolição (USIBEN) ou em usinas particulares como a Atrevida, por exemplo, onde é realizado o transbordo, a triagem e a reciclagem dos resíduos de Classe A. Os resíduos não reciclados não poderão ser dispostos em aterros de resíduos sólidos urbanos, em encostas, corpos d'água, lotes vagos, áreas de “bota fora” e em áreas protegidas por lei.

Apesar da contribuição da resolução do CONAMA N°307 de 2002 com a Lei Municipal no. 11.176, muitas construtoras apesar de terem conhecimento da importância do gerenciamento dos resíduos da construção civil, não estão preocupadas no que pode ocasionar com o aumento dos resíduos gerados pela sua construtora bem como a sua deposição final. De acordo com Viana (2009), 69,23% das empresas geradoras de RCD realizam suas coletas com transportadoras clandestinas, ou seja, transportadoras não cadastradas na Prefeitura Municipal de João Pessoa, onde 41,15% destas empresas não sabem o destino destes resíduos, o restante que tem conhecimento sobre a destinação dos resíduos citam locais inapropriados como locais de deposição. Acontece que as construtoras não estão preocupadas com o destino final dos resíduos, elas acreditam que fazendo o seu trabalho de armazenamento e triagem dos resíduos, o destino final passa somente a ser responsabilidade da transportadora de (SILVA, 2011).

Um outro fator bastante comentando, são as caçambas coletoras utilizados pelas empresas construtoras no intuito de depositar os resíduos da construção e demolição gerados no canteiro de obra. O uso destas caçambas coletoras resultada em inúmeros benefícios que de acordo com Araujo e Gunther (2007) impede o transporte dos resíduos para galerias de águas pluviais, bueiros, bocas de lobo, córregos e canais de drenagem, contribuindo para a prevenção do entupimento dos elementos de drenagem urbana; evita o transporte de resíduos para corpos d'água e previne o assoreamento e os danos ambientais aos recursos hídricos entre outros benefícios. Estas caçambas não devem segundo o mesmo autor:

- apresentar misturas de rcc com o lixo doméstico.
- ter presença de resíduos perigosos (lâmpadas fluorescentes inteiras e quebradas, bateria de veículo automotor).

- ocorrer o extravasamento de materiais perfurantes e cortantes para a parte externa da caçamba.
- possuir objetos vazados (louça sanitária) que retém líquido no seu interior formando poças para o acúmulo de água da chuva, constituindo um ambiente favorável para a ploriferação de mosquitos e outros vetores de doenças.
- ter falta de sinalização e de identificação regulamentadoras no coletor.
- estar estacionada em aclave, declive, curvas e/ou pontos que prejudiquem a visibilidade do recipiente metálico pelo pedestre, ciclista ou motorista de veículo.
- ficar encostado no meio fio, deixar uma distância de 30 cm para poder escoar a água da chuva pela sarjeta.

Algumas caçambas no país ainda ficam abandonadas, misturadas com rcc e lixo, atraindo ratos, baratas, mosquitos e insetos, causando transtorno a sociedade que vive naquele local, como mostra a Figura 11 (<http://g1.globo.com/sp/ribeirao-preto-franca/noticia/2015/03/cacamba-abandonada-em-avenida-ha-meses-tem-lixo-e-entulho-em-ribeirao.html>), ainda fora das especificações quanto a identificação do responsável pela caçamba, posicionamento quanto a distância até o meio fio e abarrotamento do entulho com o lixo. Segundo a Lei Complementar N°122, de 14 de Marco de 2005, especificamente no art.3°, nas obras que possuem recuos frontais ou laterais, as caçambas deverão ser posicionadas nesses recuos e não na rua como é comum verificar em obras de edificação, em ruas com mais de duas obras seja de reforma, demolição ou construção de edificação as caçambas para recolhimento de rcc tomam conta de boa parte da rua, dificultando o tráfego de veículos e ciclistas, porém atendendo as especificações quanto ao uso correto é um ponto muito importante para dar o destino correto a esses resíduos, fazendo um melhor reaproveitamento, reutilização e reciclagem.



Figura 11 - Caçamba com rcd e lixo misturado numa avenida em Ribeirão Preto

Fonte:<http://g1.globo.com/sp/ribeirao-preto-franca/noticia/2015/03/cacamba-abandonada-em-avenida-ha-meses-tem-lixo-e-entulho-em-ribeirao.html>.

Neste aspecto, visando à sustentabilidade, é necessária uma maior fiscalização dos setores públicos e uma consciência nas empresas construtoras, pessoas físicas e jurídicas, transportadoras, em prol da sustentabilidade, visando principalmente a redução dos resíduos gerados no canteiro de obra bem como o seu destino final.

5. Utilização dos Resíduos da Construção Civil

Como já citado anteriormente, a preocupação com a quantidade de resíduos sólidos gerados vem fazendo com que vários pesquisadores desenvolvam métodos para a diminuição ou não geração, disposição final e para a reciclagem e reutilização. A construção civil, por exemplo, é responsável pelo consumo de mais de um terço dos recursos do planeta, consumindo 12% de água doce e gerando além do mais, cerca de 40% dos resíduos sólidos mundiais (PNUMA, 2011).

Os resíduos da construção civil de classe A, passam por um processo de triagem e reciclagem, até virar um agregado que será utilizado na construção civil, algumas teses e

artigos têm abordado diversas formas de utilização desses agregados e são apresentados alguns destes estudos na sequência:

- ❖ Concreto e bloco de concreto: de acordo com Assis (2005) a fração miúda do RCC em substituição ao agregado miúdo natural apresentaram bons desempenhos, utilizando um corpo de prova foi obtido no vigésimo oitavo dia 14,6 Mpa de resistência a compressão, concluindo que podem ter melhores desempenhos na produção de concreto sem função estrutural, blocos de concreto dentre outros.
- ❖ Pavimentação: o agregado reciclado utilizado na pavimentação, não afeta a resistência e durabilidade do pavimento. Além de ser mais econômico, não traz impacto no meio ambiente em relação a extração de matéria no modo convencional (PEREIRA, et al., 2015). Para se obter uma ideia em relação à diferença econômica entre os dois tipos com a utilização do rcd e do modo convencional, e utilizando o modo empírico do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), no qual pode ser realizado com base CBR do subleito de valor igual ao do solo natural e adotando valores para as espessuras de base, sub-base e reforço do subleito, obtém-se a comparação em valores, onde na Tabela 5 é apresentado as características da estrutura de pavimento com material do resíduo da construção civil.

Tabela 5 - Características da estrutura do pavimento com resíduos da construção civil

Camada	Material	Espessura (cm)	ISC
Base	Brita corrida	10	0,82
Sub-base	Pó de pedra	10	0,267
Reforço do subleito	Selec. CBR>10	40	3,00%

Fonte: Guimarães (2011).

Considerando uma área de 10.000 m², a Tabela 6 e 7 apresentam valores para a estrutura com material convencional e com RCC nas camadas de base e sub-base, respectivamente:

Tabela 6 - Custos do pavimento com utilização do material convencional

Camada	Material	Espessura (cm)	Custo	Área (m ²)	Área (m ³)	Valor Total
Base	Brita corrida	10	54,74 R\$/m ³	10.000	1.000	R\$ 54.740,00
Sub-base	Pó de pedra	10	52,05 R\$/m ³	10.000	1.000	R\$ 52.050,00
Reforço do	Selec.	40	3,04 R\$/m ³	–	–	–

subleito CBR>10

Fonte: Guimarães (2011).

Tabela 7 - Custos do pavimento com a utilização do resíduos da construção civil

Camada	Material	Espessura (cm)	Custo	Área (m ²)	Área (m ³)	Valor Total
Base	Brita corrida	10	25,00 R\$/m ³	10.000	1.000	R\$ 25.000,00
Sub-base	Pó de pedra	10	25,00 R\$/m ³	10.000	1.000	R\$ 25.000,00
Reforço do subleito	Selec. CBR>10	40	3,04 R\$/m ³	–	–	–

Fonte: Guimarães (2011).

No estudo abordado por Pereira et al. (2015), é possível observar a diferença econômica entre o modo de utilização do material convencional e com a utilização do RCC. A tabela 9 faz uma comparação final onde mostra uma porcentagem de 38,06% na relação RCC/Convencional como mostra a Tabela 8, e outro fator mencionado pelo autor, é que o custo baixo do transporte atribuído ao RCC em relação ao material convencional, é que nesta pesquisa o RCC estava a 4 km de distância da obra e o material convencional estava a 25 km, neste aspecto poderia ser o contrário, diminuindo a diferença na porcentagem em relação ao RCC/Convencional.

Tabela 8 - Comparativo entre convencional e resíduos da construção civil

Material	Brita corrida	Pó de pedra	Transporte	Total
	R\$	R\$	R\$	R\$
Convencional	54.740,00	52.050,00	56.206,89	162.996,89
	R\$	R\$	R\$	R\$
RCC	25.000,00	25.000,00	12.040,37	62.040,37
	R\$	R\$	R\$	R\$
Diferença	29.749,00	27.052,00	44.166,52	100.958,52
RCD/Convencional	47,40%	48,03%	21,40%	38,06%

Fonte: Guimarães (2011)

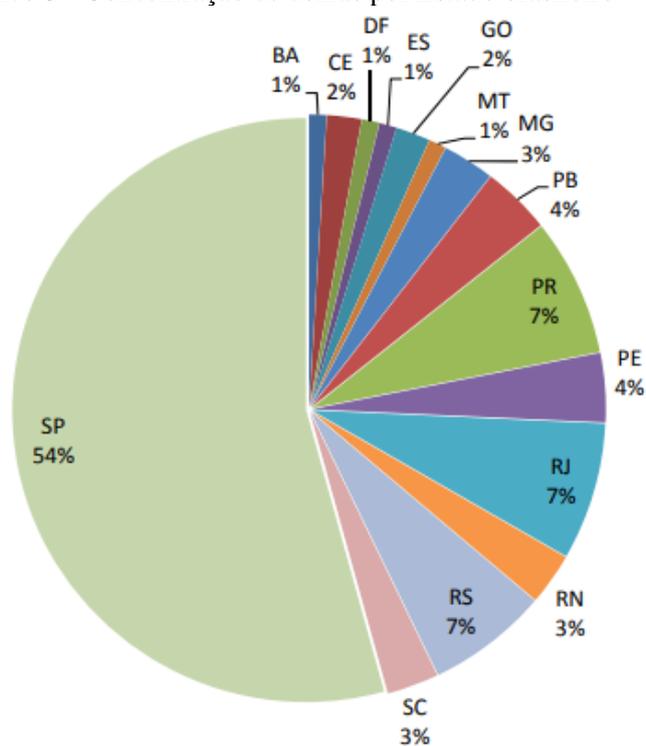
- ❖ Ph do solo: Lasso et al. (2013) concluíram que a utilização do RCD classe A, transformados em formas de cinza em plantas de alfafa, corrige o pH do solo, os resultados mostraram que a utilização do RCD reciclado para uso agrícola como corretiva de acidez do solo tem um ótimo potencial.
- ❖ Argamassa de assentamento de alvenaria: de acordo com Oleira (2015) a argamassa produzida com até 50% de agregado reciclado apresentou-se com melhor desempenho

de resistência e trabalhabilidade, para isso deve ter um adequado manejo na utilização dos agregados reciclados na preparação da argamassa.

6. Estudo de Caso

Segundo Miranda et al. (2009) após a Resolução CONAMA no. 307/2002 o número de usinas de reciclagem de RCC classe A instaladas no Brasil cresceu significativamente, podendo ser citadas 47 usinas de reciclagem instaladas, destas 24 públicas e 23 privadas. Estas, de acordo com os mesmos autores são bem semelhantes, compostas pelos seguintes equipamentos: pá carregadeira ou retroescavadeira, alimentador vibratório, transportadores de correia e britador. Estudo realizado pela Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção e Demolição (ABRECON), afirma que existem no Brasil (2014/2015) cerca de 310 usinas, sem mencionar as da Região Norte (Acre, Amazonas, por exemplo) que não estão listados, o Gráfico 3 apresenta a concentração em forma de porcentagem de usinas por estado brasileiro, onde o Estado de São Paulo tem mais da metade de usinas no país (54%) e o Estado da Paraíba junto com o Estado de Pernambuco tendo as primeiras colocações na Região do Nordeste, ambos com 4% de usinas instaladas.

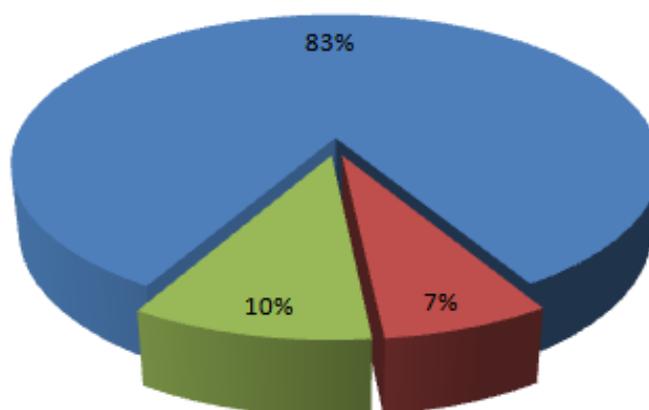
Gráfico 3 - Concentração de usinas por Estado brasileiro



Fonte: ABRECON (2014/2015).

Uma pesquisa setorial realizado pela ABRECON (2014/2015), onde das 310 usinas, apenas 105 usinas responderam ao questionário online que fica em seu site (http://abrecon.org.br/pesquisa_setorial/), desta pesquisa pode-se afirmar que 83% das usinas no país pertencem a iniciativa privada, 10% à gestão pública e 7% são usinas público-privada como apresenta o Gráfico 4.

Gráfico 4 - Percentual de usinas públicas e privadas
■ USINA PRIVADA ■ USINA PÚBLICO-PRIVADA ■ USINA PÚBLICA



Fonte: Adaptado da ABRECON (2014/2015).

Pelos dados emitidos pela ABRECON (2015), é possível notar um acréscimo muito significativo nos últimos anos, muito em função da resolução do CONAMA nº 307/2002. Miranda et al. (2009) afirma que no país havia 16 usinas instaladas no ano de 2002 e que após esta resolução ocorreu um crescimento na taxa de 9 usinas por ano até o ano de 2008. Na pesquisa setorial da ABRECON, na avaliação de dados esta taxa aumentou no ano de 2008 a 2013 cerca de 10,6 novas usinas por ano, mas que depois do ano de 2013 ocorreu uma estabilidade na quantidade de usinas instaladas por ano, pelo fato da diminuição na taxa de crescimento de novas construção por causa da crise que o país se encontra.

As etapas operacionais também são semelhantes e abrangem da recepção, armazenamento e triagem; alimentação (RCC são colocados no alimentador); britamento (RCC passa pelo britador); depois de transformado em brita vai para o transportador de correia móvel; e por fim passa pela peneira vibratória, resultando em produtos tais como rachão, brita, pedrisco e areia.

6.1 USIBEN

A Usina de Beneficiamento de Resíduos da Construção e Demolição (USIBEN) foi instalada em 2007 pela Prefeitura Municipal sob a responsabilidade da Empresa Municipal de Limpeza Urbana (EMLUR), autarquia de limpeza urbana municipal, situado na Rua Antonieta Sátiro, 60, no Jardim Laranjeiras, no Bairro José Américo, mostrado na Figura 12. Tem como principal objetivo a reciclagem de resíduos da construção civil Classe A.



Figura 12 - Localização da USIBEN
Fonte: Google Maps (2018).

A USIBEN transforma o resíduo classe A em brita reciclada, cascalhinho e pó de pedra, com o intuito de serem utilizados na fabricação de blocos de vedação e no uso de sub-bases e infraestrutura de pavimentos.

E essa usina tem capacidade de reciclar 30 toneladas por hora de resíduos da construção e demolição de classe A num total de 240 toneladas por dia trabalhado, o que não acontece de fato (PIMENTEL, 2013). O emprego deste material reciclado evita a utilização de insumos naturais, contribuindo para a preservação do meio ambiente e ainda mais, reduzindo o custo final de obra e além do mais, a usina é lucrativa (SOBRAL, 2012).

A seguir será descrita dados resultante de uma entrevista Apêndice A, realizada na EMLUR a respeito da USIBEN, onde não foi possível uma visita na USINA:

- A empresa conta com 20 funcionários, dividida entre a EMLUR e a Secretaria Municipal de Infraestrutura (SEINFRA).

- São recebidos de transportadoras cadastradas pela EMLUR os resíduos Classe A e B, ocorrem a triagem e os resíduos Classe A que representam 89% (2017) são reciclados e os 11% restantes referentes aos resíduos Classe B são levados para cooperativas cadastradas na EMLUR para a reciclagem destes resíduos. O gesso que representa os resíduos de Classe B vem em caçambas separadas.
- A empresa não sabe em termos de porcentagem a quantidade de materiais que chegam à usina, por exemplo, a quantidade de argamassa, madeira, gesso, plástico, tijolo, bloco cerâmico, telha e etc.
- A média reciclada no ano de 2017 foi de 2000 m³/mês, este ano a usina está apenas recebendo os resíduos, por problemas na britadeira, não está sendo possível realizar a reciclagem. A SEINFRA ainda utiliza alguns resíduos para pavimentação de sub-base e aterro.
- O equipamento da usina transforma os resíduos em brita, cascalhinho, macadame e brita corrida que são utilizados em obras de pavimentação pela Prefeitura Municipal de João Pessoa.
- A separação ocorre de forma manual (catadores) e magnética.
- Na figura 13 apresenta-se o maquinário responsável pela reciclagem na usina.



Figura 13 - Área operacional
 Fonte: Caldas (2016).

- A empresa possui uma área pequena, precisando de uma área maior para o armazenamento dos resíduos, já que sua capacidade máxima de armazenamento está esgotada.
- Os resíduos que chegam à usina, não são separados por Classes, ou seja, já vêm misturados nas Classes A e B, e em pequena porcentagem, resíduos orgânicos que foram despejados pela própria construtora ou pessoas que trafegavam na área e acabam despejando na caçamba.
- De acordo com a Figura 14, o processo produtivo na usina ocorre da seguinte maneira:

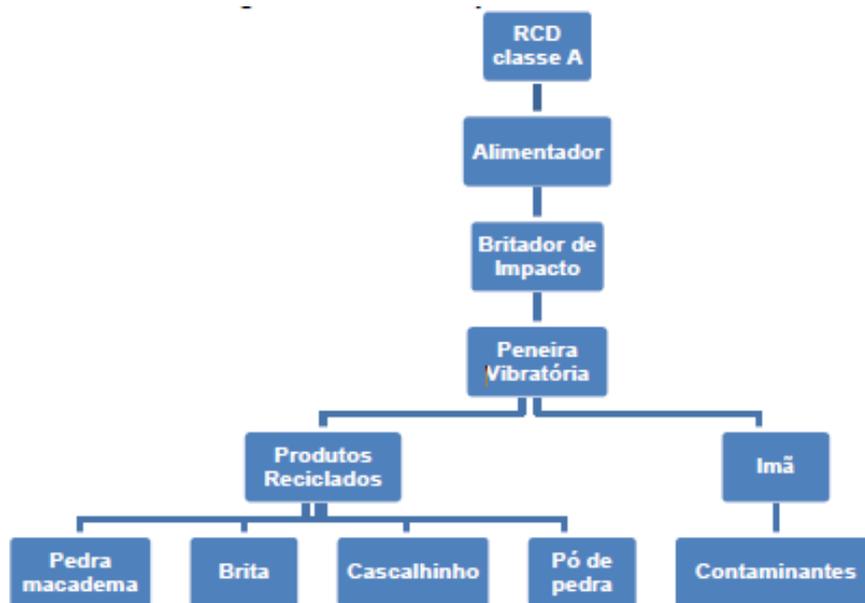


Figura 34 - Processo produtivo
Fonte: Pimentel (2013).

- Os gestores têm conhecimento tanto da Resolução do CONAMA 307/2002, quanto a Lei Municipal 11.176/2007.
- Para o futuro, como já mencionado, a usina tem o objetivo de ampliar a área visto que está esgotado o armazenamento de resíduos. A empresa possui um plano para transformar os resíduos reciclados em tijolos, porém esse planejamento ainda não entrou em prática, mas que seria importantíssimo para diminuir o impacto que causa na fabricação de tijolos sem o uso de RCC.

6.2 UBA

Como já vistos no gráfico 4, as usinas privadas possuem bem mais da metade do total de usinas no país. Em João Pessoa – PB, uma das usinas privadas mais atuantes nesse ramo é a Usina Beneficiadora da Atrevida Ltda (UBA), do grupo Atrevida Locações Ltda. Esta usina fica localizada na Unnamed Road, , Conde – PB (Figura 15). O grupo atuava somente como transportadora e locadora de caçambas para resíduos da construção civil e anos depois migraram para o ramo de usina de reciclagem de resíduos da construção civil, fazendo o transbordo, triagem e finalizando com a reciclagem dos resíduos Classe A.



Figura 154 - Localização da UBA
Fonte: Google Maps (2018).

A respeito da transportadora e a usina, foi realizada uma entrevista com o engenheiro responsável com o objetivo de obter dados referentes aos resíduos da construção civil apresentada no Apêndice B (usina) e Apêndice C (transportadora) e foi da seguinte maneira:

- O gerador (pessoa física ou jurídica) solicita o aluguel das caçambas fornecidas pela Atrevida, atualmente cerca de 85% são de construtoras e o restante de pessoas físicas que fazem reforma em suas residências.
- O transporte é feito pelo próprio caminhão da empresa, que emite a CTR ao contratante.
- Os resíduos chegam à usina, onde ocorre o transbordo e triagem, sendo este último de modo manual pelos catadores da empresa. Os resíduos que o motorista da transportadora verificar que são de classe A ou B, sem a mistura de outros resíduos são depositados próximos a britadeira, para facilitar a logística em relação ao transporte dos resíduos (Figura 16).



Figura 16 – Resíduos da construção civil próximos à britadeira
Fonte: Próprio autor (2018).

- O transporte é feito pelo próprio caminhão da empresa, que emite a CTR ao contratante.
- Os resíduos chegam à usina, onde ocorre o transbordo e triagem, sendo este último de modo manual pelos catadores da empresa. Os resíduos que o motorista da transportadora verificar que são de classe A ou B, sem a mistura de outros resíduos são depositados próximos a britadeira, para facilitar a logística em relação ao transporte dos resíduos até ela.
- São depositados em média 2800 toneladas/mês, onde não sabem em média a porcentagem de resíduos Classe A e B, mas que gira em torno de 85 a 90% de resíduos Classe A e o restante Classe B.
- Foi relatado que muitas construtoras e pessoas físicas que alugam as caçambas, fazem o uso incorreto da mesma, por exemplo, misturar os resíduos Classe A e B, passar o limite da capacidade da caçamba, despejar material perfurante ficando exposto na caçamba. A Figura 17 mostra uma caçamba no bairro dos Estados em frente a uma obra de edificação, onde é possível notar a mistura de

resíduos Classe A (argamassa, tijolos, cerâmica) e Classe B (madeira, plásticos).



Figura 57 - Mistura de resíduos Classe A e B
Fonte: Próprio autor (2018).

- Possui conhecimento em relação a gestão dos resíduos, bem como a Resolução do CONAMA 307/2002, Lei Municipal nº 11.176/2007 e a Lei Federal nº 12.305 de 2010.
- A maior problemática em relação aos resíduos é de acordo com a sua separação no canteiro de obra, os rcd já vêm misturados e com isso dificulta na separação, foi relatado que o preço diminuiria se a caçamba estivesse com os resíduos separados por classe, visto que são pagos a funcionários o processo de separação dos resíduos na UBA.
- Não possui total conhecimento em relação ao uso correto das caçambas, mas diz que se vier multa em relação ao uso incorreto, é repassado para o contratante, visto que num exemplo clássico de aluguel de carro, o contratante escolhe onde deve colocar a caçamba, então a empresa não se preocupa se está de acordo ou não com o uso correto delas (de acordo com a PNRS, a responsabilidade é compartilhada). Na Figura 18, mostra uma caçamba

posicionada de forma incorreta, sendo em cima da sarjeta, numa rua na cidade de João Pessoa, bem como passando do limite permitido em relação ao seu volume, não estando rente com o nível da caçamba.



Figura 6 - Caçamba em cima da sarjeta
Fonte: Próprio autor (2018).

Importante destacar que independente dos estudos abordados a respeito da lucratividade das usinas existentes no país, sendo pública ou privada, a sua implantação e utilização já são importantes e justificadas pelo retorno que traz em relação à preservação do meio ambiente.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A evolução com que os métodos e materiais vêm chegando aos poucos faz com que diminuam a quantidade de RCC gerado principalmente no processo construtivo, importante para que as construtoras segundo a Resolução do CONAMA Nº 307/2002 não gerem e secundamente reduzam a quantidade de resíduos.

Esta pesquisa trata-se em descrever o processo de reciclagem dos resíduos da construção e civil. Para conhecimento, foram realizadas entrevistas com os responsáveis das duas usinas mais atuantes em João Pessoa (USIBEN e UBA) com intuito de obter dados em relação a gestão do RCC. A USIBEN que trata-se de um órgão público, está sem reciclar os resíduos que são destinados na usina, pelo fato de que o maquinário responsável por essa reciclagem encontra-se quebrado desde o começo do ano, mas que ainda recebem resíduos das construtoras e pessoas físicas que fazem o reformas em suas residências. A Secretaria de Infraestrutura (SEINFRA) ainda utiliza alguns dos resíduos para aterro, diminuindo o impacto que vem causando na usina com o acúmulo destes materiais. Ainda sobre a entrevista, foi informado que a usina já não suporta mais a quantidade de resíduo que é despejado nas suas áreas e precisa urgentemente de áreas maiores para poder armazenar de forma correta os RCC.

Os geradores devem se conscientizar quanto a geração de resíduos e contratar somente transportadoras cadastradas na EMLUR, isto evita com que a disposição final seja em lugares inapropriados, que segundo Viana (2009) 69,23% das empresas geradoras de RCC realizam suas coletas com transportadoras clandestinas. Tendo em vista que a USIBEN já está no seu limite de armazenamento, isso mostra que a ampliação e fiscalização devem ocorrer de forma imediata, já que apenas 30,77% são destinados de forma adequada.

Para melhoria desse cenário, será necessária uma política de incentivo a utilização dos materiais gerados da reciclagem dos resíduos da construção civil (pó de pedra, brita 19, cascalinho e rachão) mostrados na Figura 19, diminuindo o impacto causado pela retirada de materiais da natureza degradando o meio ambiente, bem como uma abordagem maior a respeito do tema, visto que ainda é uma área pouco conhecida pelos engenheiros e construtoras.



Figura 19 – Agregados da reciclagem dos resíduos da construção civil
Fonte: Próprio autor (2018).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRECON. **A reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil**. São Paulo, SP. 2015

ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. Brasil, 2016.

AGOPYAN, V.; JOHN, V.M. **O desafio da sustentabilidade na construção civil**.

São Paulo, SP: Edgard Blucher Ltda. Cap 4, p. 57-74. 2011

AGOPYAN, V.; JOHN, V.M. **Reciclagem de resíduos da construção**.

São Paulo, SP. Seminário de Reciclagem de Resíduos Sólidos Domiciliares. 2000.

ARAUJO, J. M.; GÜNTHER, W. M. **Caçambas coletoras de resíduos da construção e demolição no contexto mobiliário urbano: uma questão de saúde pública e ambiental**.

Saúde e Sociedade São Paulo, SP: v.16, n.1, p. 145-154, 2007

BRASIL. Lei Municipal n.11.176, de 10 out. de 2007. Institui o sistema de gestão sustentável de resíduos da construção civil e demolição e o plano integrado de gerenciamento de resíduos da construção e demolição de acordo com o previsto na resolução do CONAMA n. 307, de 05 de Julho de 2002. **Câmara Municipal de João Pessoa, Estado da Paraíba**.

BRASIL. Lei n. 12.305 de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Ministério do Meio Ambiente. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 2010.

BRASIL. Resolução CONAMA 431 de 04 de maio de 2011. Altera o art. 3o da Resolução CONAMA 307, de 5 de julho de 2002, estabelecendo nova classificação para o gesso. Publicada no **Diário Oficial da União**, Brasília nº 99 de 25/05/2011, p. 123.

BRASIL. **Norma Técnica ABNT NBR 10004/2004**. Resíduos sólidos: classificação. Publicada na Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, 2004.

BRASIL. Resolução CONAMA 307 de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e

procedimentos para gestão dos resíduos da construção civil. Publicada no **Diário Oficial da União**, Brasília nº 136, de 17/07/2002, p. 95-96, 2002.

CALDAS, A. (2016). **Análise da disposição final dos resíduos de construção e demolição na cidade de João Pessoa**. Dissertação (Mestrado no programa de Pós-Graduação em engenharia de produção). Universidade Federal da Paraíba..

COSTA, R.V.G. da. **Taxa de geração de resíduos da construção civil em edificações na cidade de João Pessoa**. João Pessoa, PB.2012. Dissertação (Mestrado em engenharia urbana e ambiental), Universidade Federal da Paraíba.

GUIMARÃES, N. **Estudo Comparativo entre a Pavimentação Flexível e Rígida**. Trabalho de Conclusão de Curso 2011, 80p. Universidade da Amazônia, Belém, 2011.

KUREK, J. et al. **Gestão diferenciada dos resíduos da construção civil: uma abordagem ambiental**. Porto Alegre , RS. EdipucRS. 2009

LEITE, M. B. **Avaliação de Propriedades Mecânicas de Concretos Produzidos com Agregados Reciclados de Resíduos de Construção e Demolição**. 2001. 270 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MIRANDA, F.R.M; ÂNGULO, S.C; CARELI, E.D.A reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil: 1986-2008. **Ambiente Construído**. Porto Alegre, v. 9, n. 1, p. 57-71, 2009.

NAGALLI, A. et al. **Resíduos de madeira na construção: oportunidade ou perigo?** 196., jul. 2013 Disponível em: Acesso em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/196/residuos-de-madeira-na-construcao-oportunidade-ou-perigo-294029-1.aspx>> 23 Mar. 2018

NOVAES, M.V.; MOURÃO, C.A.M.A. **Manual de gestão ambiental de resíduos sólidos na construção civil**. Cap. 3. 2008

PEREIRA, D. R. et al. **Utilização de agregados do resíduo da construção e demolição (RCD) em pavimentação**. Fortaleza, CE. Congresso Científico da Engenharia e da Agronomia. p. 15-18. 2015

PIMENTEL, U.H.O. **Análise da geração de resíduos da construção civil da cidade de João Pessoa-PB**. João Pessoa, 2013. Tese (doutorado), Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo do Doutorado Interinstitucional - DINTER promovido pelas Universidades Federal da Bahia e a Universidade Federal da Paraíba.

PINHO, S. A. C.; LORDSLEEM JR. A. C. **O custo da perda de blocos/tijolos e argamassa da alvenaria de vedação: estudo de caso na construção civil**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 16, 2009, Fortaleza. Anais eletrônicos. Fortaleza - CE. Disponível em: Acesso em: <<https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais>> 18 Mar. 2018.

SILVA, G. S. et al. **Revestimentos cerâmicos e suas aplicabilidades**. Ciências Exatas e Tecnologias. Maceió, AL: v.2, n.3, p. 87-97, Maio 2015.

ROCHA, H. S. **Avaliação dos índices de desperdícios de materiais**: estudo de caso em uma obra de edificação na cidade de Feira de Santana-BA. Monografia (Trabalho de conclusão de curso de engenharia civil). Universidade Estadual de Feira de Santana. Feira de Santana, BA. 2010.

VIANA, K.S.C.L. **Metodologia simplificada de gerenciamento de resíduos sólidos em canteiros de obras**, João Pessoa, PB. Dissertação (mestrado), Programa de pós-graduação em engenharia urbana e ambiental. Universidade Federal da Paraíba. 2009

APÊNDICE A - Disposição Final

ENTREVISTA - USIBEN		RESPOSTAS
1	Nome da empresa	USIBEN - Usina de Beneficiamento de RCD
2	Ramo de atividade	Reciclagem de RCD classe A
3	Área de atuação	Região metropolitana de João Pessoa
4	Quantidade de funcionários	20. Dividos entre EMLUR e SEINFRA
5	Classes de RCD recebido	Classes A e B
6	Quantidade de RCD recebido	Média de 2000 m ³ /mês
7	Quantidade de RCD classe A recebido	Não sabem dizer valores, mas disse que é na ordem de 89%
8	Quantidade de RCD classe B recebido	11%
9	Quantidade de RCD classe C recebido	Não recebem
10	Quantidade de RCD classe D recebido	Não Recebem
11	Gestão do RCD quanto ao recebimento (procedimento)	O caminhão apresenta a CTR onde é conferido e carimbado; depois é feito o transbordo e a triagem do material separando nas Classes A (para reciclagem) e B (enviado para cooperativas da EMLUR)
12	Qual a porcentagem dos resíduos de acordo com suas classes, por exemplo: quantidade de gesso, madeira, concreto, tijolos, vidros, metais, argamssa, telhas e etc	Não sabem
13	Os RCD vêm separados por classe	Não e em algumas casos vêm misturados com resíduos orgânicos
14	Conhecimento da resolução do CONAMA 307/2002 e lei Municipal 11.176/2007	Tem total conhecimento tanto quanto a resolução quanto a lei municipal 11.176/2007
15	Disposição dos RCD não utilizados na usina	Aterro municipal
16	Dificuldade da USIBEN em relação aos RCD que são descarregados na empresa	Os resíduos não são separados por classe, dificultando o trabalho na triagem
17	Alguma outra transportadora faz o transporte dos RCD até a usina	Não. O transporte é feito somente pela Atrevida Locações Ltda.
18	Planejamento para melhorias no futuro	Ampliar a área da USIBEN Futuramente transformar o RCD reciclado em tijolo ecológico

APÊNDICE B - Disposição Final

ENTREVISTA - UBA		RESPOSTAS
1	Nome da empresa	UBA - Usina de Beneficiamento da Atrevida
2	Ramo de atividade	Reciclagem de RCD classe A
3	Área de atuação	Região metropolitana de João Pessoa
4	Quantidade de funcionários	10
5	Classes de RCD recebido	Classes A e B
6	Quantidade de RCD recebido	Média de 300 m ³ /dia
7	Quantidade de RCD classe A recebido	Média de 225 m ³ /dia
8	Quantidade de RCD classe B recebido	Média de 75 m ³ /dia
9	Quantidade de RCD classe C recebido	Não recebem
10	Quantidade de RCD classe D recebido	Não Recebem
11	Gestão do RCD quanto ao recebimento (procedimento)	O caminhão apresenta a CTR onde é conferido e carimbado; depois é feito o transbordo e a triagem do material separando nas Classes A (para reciclagem e futura comercialização) e B (para comercialização)
12	Qual a porcentagem dos resíduos de acordo com suas classes, por exemplo: quantidade de gesso, madeira, concreto, tijolos, vidros, metais, argamssa, telhas e etc	Não sabem
13	Os RCD vêm separados por classe	Na maioria das vezes não e em algumas vêm misturados com resíduos orgânicos
14	Conhecimento da resolução do CONAMA 307/2002 e lei Municipal 11.176/2007	Tem conhecimento principalmente em relação a lei municipal 11.176/2007
15	Disposição dos RCD não utilizados na usina	Aterro municipal
16	Dificuldade da UBA em relação aos RCD que são descarregados na empresa	Os resíduos não são separados por classe, dificultando o trabalho na triagem
17	Alguma outra transportadora faz o transporte dos RCD até a usina	Não. O transporte é feito somente pela Atrevida Locações Ltda.
18	Planejamento para melhorias no futuro	Difundir o material reciclado como forma de preservação do meio ambiente e viabilidade técnico/econômico do mesmo. Incentivos governamentais para disseminar a cultura do resíduo reciclado

APÊNDICE C - Transportador de RCD

ENTREVISTA - UBA		RESPOSTAS
1	Nome da empresa	Atrevida Locações Ltda.
2	Ramo de atividade	Locação de caçambas estacionárias e transportadora de RCD
3	Área de atuação	Grande João Pessoa
4	Número de funcionários	19
5	Tipos de cliente e porcentagem entre física e construtora (jurídica)	85% Construtoras e 15% pessoas físicas para obras de reforma
6	Quantidade de RCD transportados separados por classe	10%
7	Locais de descarga dos RCD	UBA - Usina de Beneficiamento da Atrevida
8	Fiscalização quanto ao atendimento da CONAMA 307/2002 e lei municipal 11.176/2007	Empresa se enquadra totalmente nas requisições impostas pelos órgãos fiscalizadores e já passou por fiscalização durante o transporte onde teve que mostrar a CTR do material transportado
9	Auto de infração ou multas	Baixa periodicidade
10	Maiores dificuldades no transporte de RCD	Cliente que tentam ultrapassar os limites das caçambas estacionárias
11	Visão do futuro da empresa em relação a gestão de RCD	A empresa espera que aumente a fiscalização, para coibir o transporte e descarte irregular, bem como uma maior conscientização dos clientes quanto a separação correta dos resíduos
12	Quem é responsável pelo uso correto da caçambas de entulho?	Contratante
13	Há casos de mistura de resíduos RCD/Domésticos? Teria uma porcentagem?	Sim. Não chega a 3%, porém esse índice aumenta quando as caçambas estão estacionadas na rua, onde a população descarta o resíduo doméstico