

ESTUDO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO CIVIL NA CIDADES DE BARRA MANSA, RESENDE E VOLTA REDONDA

STUDY OF CONSTRUCTION WASTE AND CIVIL DEMOLITION IN THE CITIES OF BARRA MANSA, RESENDE AND VOLTA REDONDA

Nilo Antônio de Souza Sampaio*, **, ***
nlo.samp@terra.com.br

Gabriela Alves da Silva**
alves.gabriela@hotmail.com

*Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Resende/RJ, Brasil

**Associação Educacional Dom Bosco, Resende/RJ, Brasil

*** Faculdade Sul Fluminense, Volta Redonda/RJ, Brasil

Resumo

O trabalho baseia-se na aplicação de ferramentas de gestão da qualidade, no setor de gestão de resíduos da construção civil, apontando volume de resíduos gerados nas cidades de Barra Mansa, Resende e Volta Redonda. Levando em consideração, logicamente, as normas do meio ambiente que regem a gestão correta dos resíduos. A utilização do fluxograma é o passo inicial do estudo, pois ela foi extremamente importante no mapeamento do processo, no caso, como é o caminho que o resíduo da construção civil faz até chegar no seu destino correto e se o seu manejo também está sendo realizado segundo as normas que o regem. Logo, o estudo segundo os dados encontrados, forneceu um volume de resíduos gerados pelo setor da construção civil, então foi utilizado o histograma para facilitar a visualização das partes críticas. De maneira geral, nessa fase do estudo já permitiu perceber a falta de apoio dos órgãos públicos, para diminuir os impactos ambientais e os gastos municipais excedentes com remoção dos resíduos que são lançados em lugares inadequados. A principal ferramenta aplicada e o foco do trabalho estão na ferramenta de qualidade FMEA, que é uma ferramenta que permite a identificação de falhas em um processo ou sistema antes mesmo de ocorrer. A escolha dessa ferramenta foi devida a falta de modelos de gestão de processo no setor da engenharia.

Palavras-chave: Meio ambiente, Fluxograma, Histograma e FMEA.

Resumen

El trabajo se basa en la aplicación de herramientas de gestión de la calidad en el sector de la gestión de residuos de la construcción, señalando el volumen de residuos generados en las ciudades de Barra Mansa, Resende y Volta Redonda. Teniendo en cuenta, lógicamente, las normas medioambientales que regulan la correcta gestión de los residuos. El uso del diagrama de flujo es el primer paso del estudio, porque era extremadamente importante en el proceso de asignación en el caso, como es la forma en que el residuo de la construcción es llegar a su destino correcto y también se está llevando a cabo su manipulación De acuerdo con las normas que lo regulan. Por lo tanto, el estudio, según los datos encontrados, proporcionó un volumen de residuos generados por la industria de la construcción, por

lo que el histograma se utilizó para facilitar la visualización de las partes críticas. En general, esta fase del estudio ha permitido darse cuenta de la falta de apoyo de las autoridades públicas para reducir el impacto ambiental y el gasto municipal excedente en la eliminación de los residuos que se publican en lugares inapropiados. La herramienta principal aplicada y el enfoque del trabajo se encuentran en la herramienta de calidad FMEA, que es una herramienta que permite la identificación de fallas en un proceso o sistema antes de que ocurra. La elección de esta herramienta se debió a la falta de modelos de gestión de procesos en el sector de la ingeniería.

Palabras clave: medio ambiente, diagrama de flujo, histograma y FMEA.

Abstract

The work is based on the application of quality management tools in the construction waste management sector, pointing to the volume of waste generated in the cities of Barra Mansa, Resende and Volta Redonda. Taking into account, logically, the environmental norms that govern the correct management of waste. The use of the flowchart is the initial step of the study because it was extremely important in mapping the process, in this case, how is the path that the construction waste makes until it reaches its correct destination and if its handling is also being carried out according to the rules that govern it. Therefore, the study based on the data found, provided a volume of waste generated by the civil construction sector, so the histogram was used to facilitate the visualization of critical parts. In general, at this stage of the study, it has been possible to perceive the lack of support from public agencies in order to reduce environmental impacts and municipal expenses with the removal of waste that is dumped in inappropriate places. The main tool applied and the focus of the work are in the FMEA quality tool, which is a tool that allows the identification of failures in a process or system before it even occurs. The choice of this tool was due to the lack of process management models in the engineering sector.

Keywords: Environment, Flowchart, Histogram and FMEA.

INTRODUÇÃO

A construção Civil é um grande segmento da indústria e é tida como importante indicativo econômico e social. Em grande e pequena escala é o segmento que mais sofre impacto direto, vindo da economia, podendo ter crescimentos expressivos ou mesmo passar por recessão de acordo com a saúde financeira do país.

Contudo, ela é uma atividade geradora de impactos ambientais devido ao grande volume de resíduos para a realização da obra. Sua deposição em grande escala e muitas vezes em lugares inapropriados têm representado um grande problema para ser administrado.

Com a intensa industrialização, advento de novas tecnologias, crescimento populacional e aumento de pessoas em centros urbanos e diversificação do consumo de bens e serviços, os resíduos se transformaram em graves problemas urbanos com um gerenciamento oneroso e complexo considerando se volume e massa acumulados. Os problemas se caracterizavam por escassez de área de deposição de resíduos causadas pela ocupação e valorização de área urbanas, altos custos sociais no gerenciamento de

resíduos, problemas de saneamento público e contaminação ambiental (JOHN, 1999; JOHN, 2000; PINTO, 1999).

Nos grandes centros urbanos cidades sofrem com a deposição inapropriada de resíduos de construções e demolições de obras, os conhecidos entulhos são lançados muitas vezes nas calçadas e bairros mais afastados dos centros comerciais. Tentar minimizar tal problema é difícil, e o grande volume de entulho torna o trabalho do poder público ainda mais complicado, porém se somar as efetivas normas ambientais pode-se haver êxito na mudança.

A gestão e a disposição inadequada dos resíduos sólidos causam impactos socioambientais, tais como degradação do solo, comprometimento dos corpos d'água e mananciais, intensificação de enchentes, contribuição para a poluição do ar e proliferação de vetores de importância sanitária nos centros urbanos e catação em condições insalubres nas ruas e nas áreas de disposição final (Besen et al., 2010).

O trabalho consiste na realização de um estudo com ferramentas da qualidade e estatístico com base nessa quantidade de resíduo gerado e o impacto que ele causa ao meio ambiente, quando administrado de maneira indevida. Os dados serão baseados em pesquisas realizadas nas cidades de Barra Mansa, Resende e Volta Redonda, pertencentes a região sul fluminense no estado do Rio de Janeiro.

A região sul fluminense no contexto geral possui um volume populacional razoável, com cerca de 1 milhão de habitantes de acordo com o IBGE (dados de 2010).

São componentes dessa região os seguintes municípios: Angra dos Reis, Barra do Piraí, Barra Mansa, Itatiaia, Paraty, Pinheiral, Piraí, Porto Real, Quatis, Resende, Rio Claro, Rio das Flores, Valença e Volta Redonda.

A escolha das cidades para o efetivo trabalho tem a ver com a localização dos locais de deposição de resíduos da construção civil e onde encontravam-se os polos industriais e a maior movimentação do setor imobiliário, conseqüentemente alto índice de construções civis.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Estudos apontam que a gestão dos resíduos não é de responsabilidade exclusiva dos encarregados do processo de elaboração dos projetos. Segundo Osmani et al (2008), os resíduos são gerados principalmente nas operações em canteiro de obras e raramente durante a fase de projeto. No entanto, um terço dos RCC poderia decorrer essencialmente de decisões do projeto.

Tam, Shen e Tam (2007) afirmam que a geração de resíduos está relacionada a problemas na gestão do empreendimento, como falta de atenção às dimensões dos produtos utilizados, falta de informações do projetista, projetistas não familiarizados com a possibilidade de utilização de diferentes produtos, informações sobre os produtos a serem utilizados fornecidas muito tarde e tipos e dimensões dos produtos não se enquadram no projeto.

Segundo o MMA os 3Rs também são objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Pode-se citar os 3Rs, de acordo com a Agenda 21/1992, são os primeiros passos da sequência de objetivos que formam a estrutura de ação necessária para o manejo ambientalmente correto e saudável dos resíduos em geral, sendo:

REDUZIR = Diminuir o consumo de materiais e escolher os que têm menor potencial de geração de resíduos;

REUTILIZAR = É ser capaz de optar por materiais que possam ser usados por mais de uma vez;

RECICLAR = talvez seja a fase mais complicada, pois envolve transformar um material novamente em matéria prima.

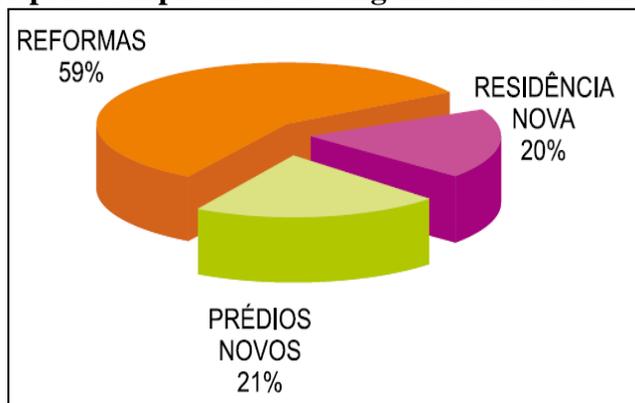
Nas cidades do respectivo estudo existem dois aterros, é importante diferenciar aterros sanitários, dos chamados lixões. De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/10), todos os municípios brasileiros são obrigados a encerrarem seus lixões até o ano de 2014 e a implantarem unidades ambientais adequadas à destinação final de seus resíduos.

Excluindo assim o manejo indevido e os impactos negativos gerados pelos Lixões, que são formas rudimentares para a deposição dos resíduos, causando dispersão do solo e do ar contaminado, a lixiviação e percolagem do chorume, que pode ocorrer mesmo depois da desativação do local.

Existem os aterros controlados, onde o lixo assim como no lixão não é tratado, ele é apenas coberto por terras sem medidas para a coleta e o tratamento do chorume e do biogás gerado. Os aterros sanitários licenciados são os chamados centrais de tratamento de resíduos, onde existe controle de volume recebido e este é manuseado da maneira correta.

Como foi citada na introdução da pesquisa a gestão desses resíduos foi disciplinada em 2002, com a publicação da resolução CONAMA 307 de 05/07/2002, definiu como resíduos da construção civil os resíduos comumente conhecidos como entulho de obra.

Ao longo dos anos tiveram alterações da resolução CONAMA 307 de 2002, a última alteração foi a resolução CONAMA 469 de 2015, onde ela determina a destinação dos RCD 's e quais dentre eles podem ou não ser reciclados. Entender a origem dos RCC é de suma importância, pois essa base será necessária para a aplicação de possíveis melhorias.

Figura 1 – gráfico para compreensão da origem dos resíduos na engenharia civil.

Fonte: I&T informações e técnicas.

Ao que refere aos impactos da má administração da deposição, como desperdício e má administração, pode-se citar a indústria de materiais de construção, que é igualmente responsável pela gama de impactos negativos. A indústria cimenteira no Brasil, por exemplo, é responsável pela geração de mais de 6% do total de CO₂ gerado no país (JOHN 2000).

A gestão correta dos RCC depende do cumprimento das resoluções da CONAMA e da busca da redução de desperdícios em canteiros de obra, depende também do manuseio correto e a criação de centros de triagem desses resíduos.

Figura 2: Taxas de desperdício de materiais

Materiais	Taxa de Desperdício (%)		
	Média	Mínimo	Máximo
Concreto usinado	9	2	23
Aço	11	4	16
Blocos e tijolos	13	3	48
Placas cerâmicas	14	2	50
Revestimento têxtil	14	14	14
Eletrodutos	15	13	18
Tubos para sistemas prediais	15	8	56
Tintas	17	8	24
Condutores	27	14	35
Gesso	30	14	120

Fonte: ESPINELLI, 2005.

Logicamente a composição dos RCC depende das características de cada município, tais como geologia, morfologia, disponibilidade dos materiais de construção, desenvolvimento tecnológico e etc., sendo que existe uma grande heterogeneidade nos resíduos que são gerados em uma obra e de acordo

com a resolução CONAMA que define a classificação dos RCC (Guia para Elaboração de Projeto de Gerenciamento de RCC).

Os RCC brasileiros, não representam grandes riscos ambientais em razão de suas características químicas e minerais serem semelhantes aos agregados naturais e solos. Entretanto, os RCC podem apresentar outros tipos de resíduos como óleos de maquinários utilizados na construção, pinturas e asbestos de telhas de cimento amianto. Nos Estados Unidos, a quantidade de resíduos perigosos presentes na massa de RCC é de 0,4% (ANGULO 2002).

Os principais impactos sanitários e ambientais relacionados aos RCC talvez sejam aqueles associados às deposições irregulares, uma “conjunção de efeitos deteriorantes do ambiente local: comprometimento da paisagem, do tráfego de pedestres e de veículos e da drenagem urbana, atração de resíduos não inertes, multiplicação de vetores de doenças e outros efeitos” (PINTO 1999).

A determinação de dados quantitativos dos resíduos, como a quantidade nacional gerada, os locais de produção e a sua periculosidade, é de grande importância para a sua localização dentro do cenário econômico, social e político do local onde ele é gerado. Os inventários de resíduos são certamente as fontes mais fáceis de obtenção destas informações, mas nem sempre eles existem ou estão disponíveis.

Nesta etapa é necessário confirmar e detalhar os dados sobre a geração do resíduo na empresa ou na região em estudo. Além da quantidade de resíduos anual ou mensal gerada é também importante neste estágio detectar eventual sazonalidade na geração do resíduo e o volume existente em estoque.

De uma forma geral, estes ciclos para a construção tentam aproximar a construção civil do conceito de desenvolvimento sustentável, entendido aqui como um processo que leva às mudanças na exploração de recursos, na direção dos investimentos, na orientação do desenvolvimento tecnológico e nas mudanças institucionais, todas visando à harmonia e ao entrelaçamento nas aspirações e necessidades humanas presentes e futuras. Este conceito não implica somente multidisciplinariedade, envolve também mudanças culturais, educação ambiental e visão sistêmica (ANGULO, 2000; JOHN, 2000).

Embora a redução na geração de resíduo seja sempre uma ação necessária, ela é limitada, uma vez que existem impurezas na matéria-prima, envolve custos e patamares de desenvolvimento tecnológico (JOHN, 2000). Desta forma, a reciclagem na construção civil pode gerar inúmeros benefícios citados abaixo:

- Redução no consumo de recursos naturais não-renováveis, quando substituídos por resíduos reciclados (JOHN, 2000);
- Redução de áreas necessárias para aterro, pela minimização de volume de resíduos pela reciclagem. Destaca-se aqui a necessidade da própria reciclagem dos resíduos de construção e demolição, que representam mais de 50% da massa dos resíduos sólidos urbanos (PINTO, 1999);
- Redução do consumo de energia durante o processo de produção. Destaca-se a indústria do cimento, que usa resíduos de bom poder calorífico para a obtenção de sua matéria-prima (co-
incineração) ou utilizando a escória de alto-forno, resíduo com composição semelhante ao cimento (JOHN, 2000);
- Redução da poluição; por exemplo para a indústria de cimento, que reduz a emissão de gás carbônico utilizando escória de alto forno em substituição ao cimento Portland (JOHN, 1999).

A variação da porcentagem da reciclagem dos RCD em diversos países é função da disponibilidade de recursos naturais, distância de transporte entre reciclados e materiais naturais, situação econômica e tecnológica do país e densidade populacional.

Embora já se observe no mercado a movimentação de empresas interessadas em explorar o negócio de reciclagem de RCD e não apenas o negócio de transporte, as experiências brasileiras estão limitadas em ações das municipalidades (PINTO, 1999) que, buscam reduzir os custos e o impacto ambiental negativo da deposição da enorme massa de entulho (média de 0,5 ton/hab. ano, obtida segundo dados de PINTO (1999) no meio urbano para algumas cidades brasileiras de médio e grande porte).

A reciclagem de RCC para argamassas e concretos já foi estudada e tem se mostrado viável em estudos brasileiros do ponto de vista tecnológico e econômico. Entretanto, a avaliação do risco ambiental não foi avaliada (LEVY, 1996; MIRANDA, 2000; HAMASSAKI et al., 1997; MORALES, ANGULO, 2000).

As fontes de pesquisa para que um estudo estatístico dentro da área de engenharia civil se concretize são escassas e as que foram encontradas não são muito atuais, por isso é necessário a utilização de fontes acadêmicas como base do conhecimento desejado e como já visto existe uma

necessidade de mudança cultural para que trabalhos, pesquisas e estudos no ramo da estatística possam ser aceitos com mais vigor, já que é de suma importância que hajam ideias para redução de custo, redução de tempo e também enxergar possibilidades que amenizem o impacto da construção civil no meio ambiente.

3. METODOLOGIA

De maneira objetiva, entende-se que cada tipo de resíduo deve fazer um caminho até chegar ao seu modo de deposição correto, o que é pertinente ao vigente trabalho é como deveria realmente acontecer a gestão dos RCC:

- **RESÍDUOS TRABALHADOS** - Resíduos da construção civil (RCC);
- **FONTES GERADORAS** - Obras, reformas residenciais e comerciais;
- **RESÍDUOS PRODUZIDOS EM OBRAS** - Madeira, cimento, blocos, pregos, gessos, tinta, latas, cerâmicas, pedras, areias e outros;
- **QUEM SÃO OS RESPONSÁVEIS** - Gerador (município) Gerador (pequeno e grande porte);
- **TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL** - Eco ponto; Área de transbordo e triagem (ATT); Área de reciclagem; Aterro de RCC.

Na região sul fluminense existe dois aterros que recebem os RCC, um é chamado de aterro verde e situa-se na cidade de Resende, porém ele ainda não é licenciado e para a deposição dos resíduos é necessário somente uma declaração que permite a entrada do veículo no aterro, este está em processo de desligamento, pois ele ainda não atende as reais exigências das leis ambientais, deve-se tratar esse resíduo recolhido e isso não acontece.

O outro aterro situa-se em Barra Mansa, é o único da região licenciado e de grande porte, ele atende as grandes empresas da região sul fluminense, quando estas também se comprometem a realizar a deposição de forma correta perante a lei.

De acordo com a HAZTEC, empresa responsável pela implantação do aterro sanitário, o CTR de Barra Mansa está apto para atender um dos mais importantes polos industriais do Brasil, hoje atende os municípios de Barra Mansa e Volta Redonda, além dos grandes geradores, industriais e privados. O CTR

funciona plenamente como aterro sanitário, sendo que existem bases auxiliares, aumentando ainda mais seu nível de excelência:

- Aterro sanitário bioenergético;
- Unidade de tratamento de biogás;
- Unidade de Tratamento de Resíduos de Serviços de Saúde (RSS);
- Unidade de Beneficiamento de Resíduos de Construção Civil (RCC);
- Estação de Tratamento de Efluentes (ETE);
- Viveiro de Mudas.

Em Volta Redonda não existe nenhum local de deposição de RCC, porém existe os problemas de deposição inadequada, locais de deposição clandestinos e até mesmo em calçadas, encostas de rio e dentro de bairros mais afastados dos centros comerciais.

As ferramentas da qualidade são ótimas aliadas em estudos que envolvem grandes processos e possíveis mudanças destes. Portanto, para o vigente estudo a parte mais importante é a visualização do caminho que os RCC percorrem. Apontar se esses caminhos são realmente viáveis e mostrar estatisticamente quais os efeitos da má gestão durante esse processo, tentando ao final apontar possíveis soluções.

Figura 3: Descrição das fases de uma obra, segundo sua geração de resíduos.

FASES DA OBRA	TIPOS DE RESÍDUOS POSSIVELMENTE GERADOS
LIMPEZA DO TERRENO	Solos
	Rochas, vegetação, galhos
MONTAGEM DO CANTEIRO	Blocos cerâmicos, concreto (areia, brita)
	Madeiras
FUNDAÇÕES	Solos
	Rochas
SUPERESTRUTURA	Concreto (areia, brita)
	Madeiras
	Sucata de ferro, fôrmas plásticas
ALVENARIA	Blocos cerâmicos, blocos de concreto, argamassa
	Papel, plástico
INSTALAÇÕES HIDROSANITÁRIAS	Blocos cerâmicos
	PVC
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	Blocos cerâmicos
	Conduítes, mangueira, fio de cobre
REBOCO INTERNO/EXTERNO	Argamassa
REVESTIMENTOS	Pisos e azulejos cerâmicos
	Piso laminado de madeira, papel, papelão, plástico
FORRO DE GESSO	Placas de gesso <u>acartonado</u> .
PINTURAS	Tintas, seladoras, vernizes, texturas
COBERTURAS	Madeiras
	Cacos de telhas de fibrocimento

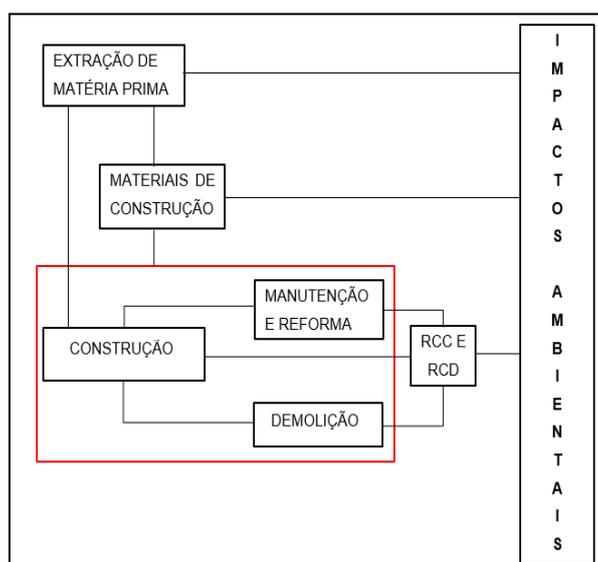
Fonte: VALOTTO, 2007. Elaborado pelas autoras.

Para a metodologia e o desenvolvimento do trabalho serão utilizadas as ferramentas da qualidade, e as que foram identificadas como necessárias para o estudo são:

- O fluxograma de processo;
- HISTOGRAMA; e
- FMEA.

O objetivo de modo geral é identificar através das ferramentas escolhidas os impactos sanitários, ambientais e socioambientais decorrentes da deposição irregular e persistente de RCC através de um estudo estatístico, com embasamento nas ferramentas de qualidade, estudadas ao longo dos últimos anos. É preciso, antes de qualquer passo compreender a cadeia da construção civil para que a tomada decisão exista.

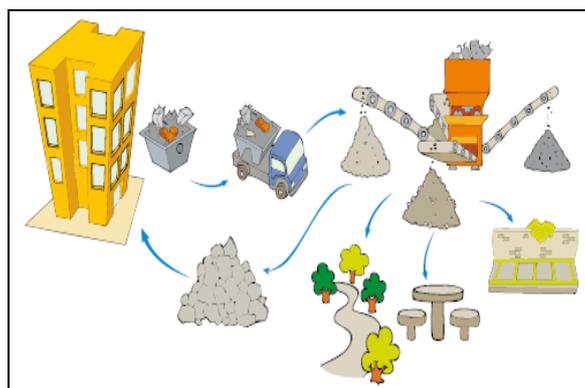
Figura 4: Cadeia da construção civil.



Fonte: PUT apud SCHNEIDER (2003, p.46).

Para que seja possível a tomada de qualquer ação em busca da melhoria de um processo ou aumento da qualidade em uma atividade fim o fator primordial é conhecer as condições atuais do processo em estudo. Somente com um conhecimento amplo de cada etapa do objeto em questão pode-se atuar em busca de melhorias e, por isto, a aplicação do fluxograma na análise da problemática faz-se necessário. Oliveira *et al* (2010) define fluxograma como uma ferramenta descritiva do processo através da representação gráfica de seu fluxo e permite que seja observado a origem de problemas inerentes às atividades envolvidas.

Figura 5: Fluxograma de embasamento do caminho percorrido pelo RCC



Fonte: CREA – PR

O histograma é uma ferramenta estatística que, em forma de gráfico de barras, ilustra a distribuição de frequência (LAGROSEN, 2005; HAGEMEYER; JOHNSON, 2006). Historicamente falando o estudo de histograma foi criado pelo matemático britânico Karl Pearson no ano de 1895, a palavra foi introduzida pelo autor em suas palestras sobre estatística como um termo para uma forma comum de representação gráfica (Poosala, V 1996).

A ABNT, na norma NBR 5462 (1994), adota a sigla originária do inglês FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) e a traduz como sendo Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos.

O FMEA é um método analítico que consiste na identificação dos possíveis modos de falha e determina o efeito de cada uma sobre o desempenho de um sistema, seja este um produto, seja um processo. É um método de estudo das causas fundamentais dos problemas de produtos e/ou, processos que objetiva analisar as falhas críticas e elaborar um plano de ação para o bloqueio das falhas detectadas. (HELMAN e ANDERI, 1995).

Segundo PMBOK (2008): “Um projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo”. Desse modo, podem ser citadas três variáveis que são levadas em consideração, são:

- Metas de custos;
- Prazo; e
- Qualidade.

Nesse caso, tem-se como resposta às variáveis:

- **Metas de custos** = gastos com transporte e implantação de área exclusiva para triagem dos RCC;
- **Prazo** = os RCC ocupam espaço no canteiro de obra, então aumentar o transporte dos RCC para o seu local de deposição (aterros sanitários) seria necessário;
- **Qualidade** = demanda de tempo em gestão e administração das burocracias necessárias.

Essas três variáveis interagem entre si, de forma que o impacto que a variação do prazo terá no projeto será tanto sobre os custos quanto sobre a qualidade do projeto. Assim, o gerenciamento de riscos torna-se uma ferramenta fundamental na busca por resultados.

Durante todo o estudo a prioridade sempre foi a qualidade da gestão implantada, portanto quando o gestor realizar todo o processo de cuidado com o RCC e realiza sua disposição correta ele consegue evitar gastos municipais com o controle de RCC e reduz o impacto ambiental gerado pelo mesmo.

Neste caso, para a prática da qualidade no que se refere ao RCC será proposto a análise profunda de potenciais causas e efeitos antes, durante e depois a realização da obra. Pensando também na prevenção, faz-se necessário conhecer o que se deve evitar e não há como possuir esse tipo de conhecimento sem estar em posse de informações básicas, principalmente do momento em que ela pode ocorrer.

O processo de estudo e aplicação das ferramentas da qualidade foi dividido em três etapas analíticas:

- Análise de ferramenta que demonstrasse de forma clara como o processo é realizado (Fluxograma);
- Análise com ferramenta estatística e de cunho analítica, dando o controle efetivo dos RCC (Histograma);
- Por fim, a ferramenta mais importante para a realização do trabalho e que possui conceitos para atuar diretamente de falhas, nas causas e efeitos (FMEA).

Portanto, para que haja o planejamento, controle e melhoria das atividades de gestão, deve-se pensar antes de tudo em conhecer ao próprio processo estudado para que, logo, tenha-se a capacidade de identificar pontos frágeis e assim dar a ponta pé inicial no processo analítico.

Entender o caminho que o RCC faz é o ponto chave de todo o processo, pois a partir disso com o volume encontrado torna-se possível realizar a representação gráfica e ver analiticamente quais cidades

dentre as estudadas possuem mais dificuldade em sua gestão, apontar suas fragilidades nos fluxos, informações, atividades, erros e acertos, serão todos identificados.

4. ESTUDO DE CASO

Analisou-se cada etapa processo relacionado a gestão do RCC considerando seus impactos tanto a jusante quanto a montante da cadeia de atividades. Somente após a correta representação gráfica a partir do fluxograma deste processo, identificaram-se as atividades críticas e os pontos de melhoria.

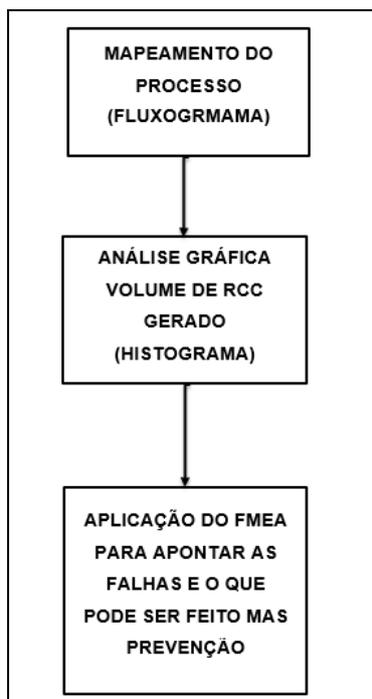
De acordo com os responsáveis pelos RCC nas cidades de Barra Mansa e Resende, o interesse público nessa gestão é muito pequeno e ainda necessita de muito investimento, ainda mais quando envolve os RCC. O caminho do resíduo na região estudada foi analisado a partir de um fluxograma montado com os conceitos e informações passadas pelos respectivos responsáveis.

Tal análise feita com o fluxograma tornou possível visualizar os acertos e os possíveis pontos de melhoria, essa ferramenta foi de suma importância para o início do estudo, pois inicialmente devido à falta de dados da região e dificuldade de encontrar colaboradores municipais, não havia muito a se fazer nem os pontos para trabalho.

Ainda na etapa de análise, porém agora baseado no conhecimento numérico em cima do volume gerado de RCC nas cidades de Barra Mansa e Resende, constatou-se que mesmo tendo um CTR bem no meio da localização das cidades estudadas, ainda assim o RCC e RCD são dispostos em lugares inadequados, gerando uma diferença empírica e que não pode nem ao menos ser estudada.

Quanto ao FMEA, será responsável por identificar as ocorrências mais representativas do processo, assim, através de priorização de maior representatividade estatística, ou por maior representatividade qualitativa (NPR), sejam elaborados e determinados os planos de ações para as contenções necessárias.

O efetivo objetivo sempre foi identificar e relacionar possíveis causas com seus modos de falha e tentar atribuir essas ferramentas para a possível prevenção das falhas encontradas, assim como, quantificarem, controlar e propor tratativas para ocorrência que não puderam ser evitadas.

Figura 5: Representação gráfica da metodologia adotada.

Fonte: Elaborada pelas autoras.

Um estudo estatístico pode mostrar mesmo sem resultados prévios pontos cruciais para a realização de um trabalho, neste caso não é preciso o resultado para entender que a aplicação de ferramentas utilizadas em outras engenharias pode desmistificar a individualidade de cada uma e sim servir de complemento e auxílio entre si.

Figura 6: Descrição dos elementos utilizados na análise realizada para o efetivo trabalho.

Elementos	Tipo	Descrição
Modo de falha	Análise	Problemas identificados na gestão dos RCC;
Efeitos potenciais da falha	Análise	Consequências impactantes, referentes ao modo de falha, normalmente percebidas pelo cliente (interno

		ou externo);
Severidade do Efeito	Análise	Índice que avalia a gravidade do efeito do modo de falha. Quanto maior a gravidade do efeito, maior será a pontuação;
Ocorrência	Controle	Índice que avalia o grau de repetição do modo de falha ao longo de um período determinado. Quanto maior a repetição, maior será a pontuação;
Detecção	Controle	Índice que avalia a eficácia dos métodos/ferramentas dos controles atuais de prevenção/identificação das falhas. Nesse caso quanto maior a sua eficácia, menor será sua pontuação;
NPR	Controle	Produto entre os índices de Severidade, Ocorrência e Detecção, fator determinante para a priorização das ações a serem tomadas nos

		modos de falha;
Ações Recomendadas	Atuação	Primeiro item referente à atuação após análise de criticidade dos modos de falha e tem como objetivo reduzir os índices NPR através de melhorias que busquem reduzir a frequência ou aumentar os controles de prevenção/identificação das falhas.

Fonte: SAKURADA 2001. Elaborada pela autora.

A aplicação se encontra em anexo ao final do trabalho, o FMEA é a principal ferramenta desse estudo. A aplicação dela no setor da engenharia civil é extremamente inovadora, todavia não atrai muitos olhares de colaboradores da área, pois se trata de uma ferramenta de alta complexidade e é necessário um estudo aprofundado de gestão para sua aplicação nesse setor.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dos estudos e pesquisas realizados pode-se identificar a falta de investimento e interesse público no vigente assunto em pequenas regiões. Barra Mansa por ser a única cidade a possuir um CTR de resíduo é sobrecarregada pela irresponsabilidade dos outros municípios, Resende e Volta Redonda.

As informações obtidas foram encontradas através de estudos acadêmicos realizados em grandes capitais, como por exemplo, a capital de São Paulo, é a que mais apresenta pesquisadores e interesses

públicos no assunto, planos de gestões, busca de informações nas prefeituras e com os responsáveis pela gestão dos RCC e RCD nas cidades de Barra Mansa e Resende.

A falta de interesse e investimento nas três cidades estudadas tem a ver com uma mudança de cultura que precisa ser implantada, pois de início grandes mudanças forçam grandes investimentos e a criação de parcerias entre as prefeituras também são importantes para que se criem os elos de diálogos entre as indústrias e as construtoras.

Um estudo estatístico pode mostrar mesmo sem resultados prévios pontos cruciais para a realização de um trabalho, neste caso não é preciso o resultado para entender que a aplicação de ferramentas utilizadas em outras engenharias pode desmistificar a individualidade de cada uma e sim servir de complemento e auxílio entre si.

Por fim, o trabalho consiste em levar os leitores a entenderem um pouco mais sobre algumas ferramentas da qualidade e estatística dentro do que tange a gestão dos RCC nas cidades de Volta Redonda, Barra Mansa e Resende, a entenderem que todas as áreas da engenharia interagem com o meio ambiente de formas negativas e positivas, a área de estudo presente é a engenharia civil, pois sua interação é muito expressiva e os impactos são visíveis a curto e a longo prazo, portanto se a mudança na gestão municipal for implementada de forma positiva, será possível colher bons frutos e o meio ambiente agradece.

REFERÊNCIAS

ANGULO, S.C. Variabilidade de agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados. São Paulo, 2000. 155p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

CRESPO, Antônio Arnot. Estatística Fácil. 17ed.. São Paulo: Saraiva, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004. 71p.

BESSEN, G. R. et al. Resíduos sólidos: vulnerabilidades e perspectivas. In: SALDIVA P. et al. Meio ambiente e saúde: o desafio das metrópoles. São Paulo: Ex Libris, 2010.

BERGER, D. R. *et al.* FMEA: Uma Abordagem Conceitual de uma Ferramenta na Prevenção de Falhas. Congresso Internacional de Administração, 2012.

CAPALDO, D.; GUERRERO, V. e ROZENFELD, H. FMEA (Failure Model and Effect Analysis), 1999.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente (2002). Resolução Nº 307, de 5 de julho de 2002. Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Habitação. Publicada no Diário Oficial da União em 17/07/2002.

CREA – PR. Conselho Nacional de Engenharia e Agronomia do Paraná.

CTR, Centro de Tratamento de Resíduos. Barra Mansa.

DIÁRIO DO VALE, Jornal. Volta Redonda. RJ. BRASIL.

El-Fadel M, Findikakis AN, Leckie JO. Modelagem Produção e transporte de lixiviados em resíduos sólidos Landfills: Environ Technol. 1997.

ESPINELLI, U.L.S. Desperdício de materiais nos canteiros de obras. USP, 2005.

Foxx Haztec. Soluções Ambientais Completas

HAMASSAKI, L.T. et al. Uso do entulho como agregado para argamassas de alvenaria. In: RECICLAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL, ALTERNATIVA ECONÔMICA PARA PROTEÇÃO AMBIENTAL. São Paulo, 1997. Anais. São Paulo (EPUSP), 1997. P.11-20.

HELMAN, H.; ANDERY, P. R. P. Análise de falhas: aplicação dos métodos de FMEA e FTA. Belo Horizonte: Fundação Christino Ottoni, 1995. 156p.

HAGEMEYER, C.; GERSHENSON, J. K.; JOHNSON, D. M. Classification and application of problem solving quality tools: a manufacturing case study. The TQM Magazine, v. 18, n. 5, p. 455-483, 2006.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mesorregião do Sul Fluminense, 2010.

I&T, Informações Técnicas da Construção Civil. São Paulo, 2014.

Recebido em: 24/03/2019

Aceito em: 07/06/2019

Endereço para correspondência:

Nome Nilo Antônio de Souza Sampaio

email nilo.samp@terra.com.br



Esta obra está licenciada sob uma [Licença Creative Commons Attribution 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)