

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

CÂMPUS LONDRINA

CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

CAROLINE HATADA DE LIMA

**PROPOSTA DE MÉTODO PARA OBTENÇÃO DE ÍNDICE DA
QUALIDADE DE SEGREGAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO
CIVIL**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

LONDRINA

2016

CAROLINE HATADA DE LIMA

**PROPOSTA DE MÉTODO PARA OBTENÇÃO DE ÍNDICE DA
QUALIDADE DE SEGREGAÇÃO DE RESÍDUOS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL**

Projeto de pesquisa apresentado à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso, do Curso Superior de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Londrina.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Tatiane Cristina Dal Bosco

Coorientador: Ms. Caio Dalla Zanna

LONDRINA

2016



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do
Paraná
Campus Londrina
Coordenação de Engenharia Ambiental



TERMO DE APROVAÇÃO

Título da Monografia

Proposta de método para obtenção de índice de qualidade de
segregação de resíduos da construção civil

por

Caroline Hatada de Lima

Monografia apresentada no dia 23 de junho de 2016 ao Curso Superior de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Londrina. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho (aprovado, aprovado com restrições ou reprovado).

Profa. Dra. Sueli Tavares de Melo Souza
UTFPR

Profa. MsC. Andrea Maria Baroneza
UTFPR

Profa. Dra. Tatiane Cristina Dal Bosco
(UTFPR)
Orientador

Profa. Dra. Ligia Flávia Antunes Batista
Responsável pelo TCC do Curso de Eng. Ambiental

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso

AGRADECIMENTOS

A Deus por traçar meus caminhos e me auxiliar a vencer todos os desafios que são postos à minha frente. Sinto-me privilegiada por ter recebido de presente a minha família, meus amigos, meu lar, minha vida.

À minha orientadora Prof^a Dr^a. Tatiane Cristina Dal Bosco, que me ajudou, corrigiu e recorrigiu este trabalho, sempre com algo bom a acrescentar, com palavras de incentivo e com muita dedicação. Sinto-me lisonjeada por ter sido orientada tanto no TCC quanto no estágio.

Ao meu coorientador Ms. Caio Dalla Zanna, que me proporcionou todo o suporte técnico para a realização deste trabalho e que esteve sempre disposto a ajudar e a engrandecer meu TCC.

À minha família por todo apoio e confiança. Sem vocês, nada disso seria possível.

Ao meu namorado, amigo e companheiro de todas as horas Arthur P. Rojo, que me ajudou e me apoiou tanto.

Aos meus companheiros de estágio, aos amigos que ganhei e a todos que fazem parte do meu dia a dia, muito obrigada!

RESUMO

DE LIMA, Caroline H. Proposta de método para obtenção de índice da qualidade de segregação de resíduos da construção civil. 2016. 60f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior de Engenharia Ambiental. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2016.

A indústria da construção civil é um dos setores da economia que apresenta os maiores índices de geração de resíduos, e quando não gerenciados de maneira adequada, resultam em altos custos com transporte e destinação final, assim como em impactos significativos ao meio ambiente. Neste sentido, é de suma importância a correta gestão destes resíduos, de modo que a sua segregação seja realizada na fonte, conforme previsto na legislação. Medidas para a avaliação da qualidade desta segregação auxiliam na tomada de decisão do gerador de resíduos, que pode implantar ações preventivas ou corretivas a fim de atender normas e decretos federais, estaduais e municipais. No entanto, poucos métodos de avaliação são conhecidos e implantados pelos geradores, e os existentes contam com grande subjetividade, por atribuírem apenas ao avaliador a tarefa de qualificar a segregação dos resíduos na fonte. Assim, o objetivo deste trabalho foi aprimorar um índice de qualidade de segregação (IQS) já existente em um *software* de gerenciamento de resíduos da construção civil, denominado Waste Manager (WM), com a proposição de um novo método para avaliar a qualidade da segregação das caçambas na hora em que são enviadas para a destinação final. Para tanto, foram analisados dados do gerenciamento de resíduos de uma obra existentes no *software* WM e foram feitas visitas a campo para levantamento da real situação das caçambas. A partir da análise deste cenário, o novo método foi proposto adicionando dados de densidade das caçambas e não conformidades observadas. Em seguida, o novo método foi aplicado à realidade da obra estudada e os resultados foram comparados ao método já existente, de modo a analisar as diferenças na precisão da avaliação. Foi possível concluir que o novo método é mais criterioso, além de representar mais a realidade das caçambas, visto que a avaliação passa a ser menos subjetiva, recomendando-se, portanto, sua aplicação nas obras para a determinação do IQS.

Palavras-chave: gerenciamento de resíduos sólidos, plano de gerenciamento de resíduos da construção civil, ciclo PDCA.

ABSTRACT

DE LIMA, Caroline H. Proposed method for obtaining construction waste segregation quality index. 2016. 60f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior de Engenharia Ambiental. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2016.

The construction industry is one of the economy sectors that has the highest rates of waste generation, which when not managed properly, result in high costs for transportation and disposal, as well as significant environmental impacts. Thus, it is of paramount importance to properly manage this waste, so that its segregation is carried out in the front, according to the legislation. Measures for assessing the quality of this segregation assist waste generators in making decisions, which can deploy preventive or corrective actions in order to meet standards and federal, state and local laws. However, few evaluation methods are known and implemented by generators, and the existing ones present great subjectivity, by assigning only the evaluator the task of qualifying the segregation of waste in the front. The objective of this study was to improve a segregation quality index (IQS) existing in a waste management software construction, called Waste Manager (WM), with the proposition of a new method for assessing the quality of segregation the buckets at the time are sent to the final destination. Therefore, existing waste management data of a construction work was analyzed in WM software and field visits were made in order to survey the actual situation of the waste containers. From the analysis of this scenario, the new method was proposed by adding the density data of the waste containers and non-compliances observed. Then, the new method was applied to the reality of the construction work studied and the results were compared to the existing method in order to analyze the differences in the evaluation accuracy. It was possible to conclude that the new method is more rigorous, in addition to better representing the reality of the construction containers, since the evaluation becomes less subjective. Thus, it is recommended its application in construction works for the determination of the IQS.

Keywords: solid waste management, waste management plan construction, PDCA cycle.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Composição dos resíduos da construção em obras brasileiras.....	20
Tabela 2: Número de avaliações e qualidade de segregação dos resíduos ...	37
Tabela 3: Densidade teórica e calculada, média, coeficiente de variação e desvio padrão.....	39
Tabela 4: Misturas registradas no sistema versus mistura observada.....	44
Tabela 5: Validação do novo método.....	51
Tabela 6: Resultado da aplicação do novo método.....	52

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Estrutura da legislação brasileira.....	16
Quadro 2: Geração de resíduos por etapa de uma obra.....	19

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fluxograma dos processos realizados.....	33
Figura 2: Mistura de resíduos da CTR nº32.....	45
Figura 3: Mistura de resíduos da CTR nº42.....	46
Figura 4: Mistura de resíduos da CTR nº34.....	46

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Geração de resíduos versus certificação de qualidade.....	28
Gráfico 2: Dispersão das densidades de concreto.....	41
Gráfico 3: Dispersão das densidades de blocos.....	42
Gráfico 4: Dispersão das densidades de terra/solo.....	43

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

CV – Coeficiente de Variação

DC – Densidade Calculada

DP – Desvio Padrão

DT – Densidade teórica

CTR – Controle de Transporte de Resíduos

IQS – Índice de Qualidade de Segregação

NBR – Norma Brasileira

PBQP-H - Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat

PDCA – *Plan, Do, Check, Act*

PGRCC – Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil

RCC – Resíduo da Construção Civil

SGA – Sistema de Gestão Ambiental

SGQ – Sistema de Gestão da Qualidade

WM – *Waste Manager*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS.....	16
2.1 OBJETIVO GERAL	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
3.1 ASPECTOS LEGAIS E CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	17
3.2 GERAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	20
3.3 MÉTODOS CONSTRUTIVOS.....	22
3.4 GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	24
3.4.1 Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.....	24
3.4.2 Perdas e Desperdício	25
3.5 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS CONSTRUÇÃO CIVIL E SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE.....	28
3.5.1 Indicadores de Desempenho.....	31
3.5.2 <i>Software Waste Manager</i>	33
4 METODOLOGIA	35
4.1 ETAPAS DO TRABALHO E <i>SOFTWARE WM</i>	35
4.2 CARACTERIZAÇÃO DA OBRA ESTUDADA.....	36
4.3 OBTENÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS A CAMPO	37
4.4 ANÁLISE DOS DADOS DE DENSIDADE DAS CAÇAMBAS.....	37
4.5 NOVO MÉTODO PROPOSTO.....	38
4.6 VALIDAÇÃO DO NOVO MÉTODO	39
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
5.1 ANÁLISE QUALITATIVA.....	40
5.2 DENSIDADE	41
5.3 NÃO CONFORMIDADES.....	46
5.4 NOVO MÉTODO PROPOSTO.....	50
5.4.1 Aspecto qualitativo dos resíduos.....	51
5.4.2 Densidade	51

5.4.3 Não Conformidades.....	51
5.4.4 Critérios de classificação.....	52
5.5 VALIDAÇÃO DO NOVO MÉTODO	53
6. CONCLUSÃO	56
7. RECOMENDAÇÕES.....	57
REFERÊNCIAS.....	58

1 INTRODUÇÃO

A história aponta o setor da construção civil como um elo essencial para a construção de um real desenvolvimento sustentável. Estudos demonstram que o setor é responsável por consumir grandes quantidades de recursos naturais e, por consequência, gerar impactos ambientais consideráveis. Estima-se que mais de 50% dos resíduos sólidos produzidos pelo conjunto das atividades humanas sejam provenientes da construção civil (BRASIL, 2015). De acordo com o Sindicato das Indústrias da Construção Civil (SINDUSCON-MG, 2008), a geração de resíduos é da ordem de 450 kg/habitante/ano e, obviamente, varia de cidade para cidade, devido a fatores externos e internos da economia, geografia e política.

A Resolução CONAMA 307/2002 (BRASIL, 2002) e a Lei Federal nº. 12.305/2010 (BRASIL, 2010), estabelecem a obrigatoriedade do correto gerenciamento e monitoramento de resíduos sólidos gerados na construção civil. Dalla Zanna (2014) sugere que para o gerenciamento de resíduos sólidos se siga metodologias já consolidadas, como as previstas na série de Normas da ISO 14000 (BRASIL, 2004), que estabelece diretrizes básicas para o desenvolvimento de um sistema de gestão ambiental (SGA). Este modelo cíclico de gestão, conhecido como Ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Act), também pode ser aplicado na gestão de resíduos da construção civil. O planejamento (Plan) estabelece os objetivos e metas a serem alcançados. A Execução (Do) consiste em colocar o planejamento em prática. A Checagem (Check) prevê a verificação do que foi feito na etapa de execução, observando a diferença do planejado e o realizado, e a Ação (Act) prevê as correções das falhas existentes durante o processo. Para Dalla Zanna (2014) o monitoramento (Check) é o mais crítico, pois é a etapa responsável pela aferição e interpretação dos resultados, que por sua vez, orientará as ações corretivas e a tomada de decisões.

Frente a este desafio, Dalla Zanna (2014) desenvolveu um *software* (WM) que auxilia no monitoramento de resíduos pelas construtoras, permitindo uma avaliação consistente de indicadores ambientais, que podem auxiliar nas tomadas de decisões. A partir deste software é possível sistematizar os dados de quantidade de resíduo gerado na obra, custos de matéria-prima, transporte e destinação final,

obter relatórios detalhados destes parâmetros ao longo do tempo, e principalmente, acompanhar a qualidade de segregação destes resíduos na fonte por meio de um “índice de qualidade de segregação” (IQS) proposto pelo sistema.

Os índices de qualidade, em geral, são utilizados para a organização e monitoramento dos processos quanto ao alcance ou não de uma meta ou padrão mínimo de desempenho estabelecido, buscando correções de possíveis desvios identificados a partir do acompanhamento de dados. Estes dados ainda fornecem informações importantes para o planejamento e o gerenciamento dos processos, podendo contribuir na tomada de decisão (CAMPOS E MELO, 2008). Um índice muito complexo ou de difícil mensuração não é adequado, pois o custo para sua obtenção pode inviabilizar a sua operacionalização (CORA, 2002). Além disso, deve-se evitar ao máximo a subjetividade na obtenção destes índices, de modo que possam ser aplicados em diferentes situações e permitam a comparação de cenários para subsidiar a tomada de decisões.

Sendo assim, identificou-se no *software* WM uma oportunidade de avaliação dos dados existentes quanto aos IQS dos resíduos de uma obra em Londrina/PR e objetivou-se, neste trabalho, desenvolver um método de avaliação da qualidade da segregação dos resíduos de construção civil, propondo um novo IQS, com menor subjetividade no momento da avaliação e maior confiabilidade.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um método de avaliação da qualidade da segregação dos resíduos de construção civil que resulte num índice confiável para a análise do gerenciamento de resíduos sólidos em obras.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar dados históricos da qualidade de segregação das caçambas de uma construtora de Londrina-PR;
- Definir os pontos frágeis e identificar oportunidades de melhoria do atual método de avaliação qualitativa das caçambas; e,
- Propor e testar uma nova metodologia a ser aplicada nas obras visando maior precisão no momento de avaliação da segregação de resíduos.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 ASPECTOS LEGAIS E CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

O gerenciamento de resíduos sólidos no Brasil está norteado por uma série de leis, decretos e normas técnicas. Na esfera Federal, a legislação brasileira está estruturada em vários órgãos, que definem os decretos, leis e resoluções a serem seguidas pelos estados e municípios. Na esfera estadual, as leis ditam as diretrizes acerca das ações que devem ser executadas pelos municípios e, por fim, na esfera municipal, escabelem-se os mecanismos práticos para o cumprimento de todas elas.

A estrutura da legislação brasileira é mostrada no Quadro 1, com enfoque para as leis, decretos, resoluções e normas que possuem aplicação direta no presente trabalho.

Segundo a ABNT NBR 10.004/04 (BRASIL, 2004), resíduos sólidos e semissólidos são aqueles resultantes de atividades domésticas, hospitalares, industriais, comerciais, agrícolas e serviços de varrições, e ainda aqueles que seu lançamento em vias públicas de lançamento se tornam inviáveis, como os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água e os gerados em equipamentos para controle da poluição.

De acordo com a ABNT NBR 10.004/04 (BRASIL, 2004), os resíduos são classificados como:

- Resíduos Classe I – Perigosos. São aqueles que apresentam periculosidade, como inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e/ou patogenicidade.
- Resíduos Classe II – Não perigosos. São divididos em:
 - Resíduos Classe II A – Não inertes. Tem propriedades como a solubilidade em água, biodegradabilidade ou combustibilidade.
 - Resíduos Classe II B – Inertes. Resíduos que quando submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada à temperatura ambiente segundo as normas ABNT NBR

10.007 ou ABNT NBR 10.006, não apresentarem constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, exceto seu aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

Estrutura da legislação Brasileira	
Esfera Federal	<u>Lei nº 12.305/2010</u> - Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.
	<u>Decreto Federal 6.514/2008</u> - Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências. Regulamenta as Infrações Administrativas referentes à Lei 9.605/2008 - Lei de Crimes Ambientais.
	<u>Decreto Federal 7.404/2010</u> - Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências.
	<u>Resolução CONAMA 307/2002</u> - Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.
	<u>Resolução CONAMA 431/2011</u> - Altera o art. 3º da Resolução CONAMA 307/2002, estabelecendo nova classificação para o gesso.
	<u>Resolução CONAMA 469/2015</u> – Altera o art. 3º da Resolução CONAMA 307/2002, acrescentando as embalagens vazias de tintas imobiliárias como resíduo Classe B
	<u>ABNT NBR 10.004/04</u> – Estabelece a classificação dos resíduos sólidos quanto à sua classe.
Esfera Estadual	<u>Lei Estadual 12.493/1999</u> - Estabelece princípios, procedimentos, normas e critérios referentes a geração, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos no Estado do Paraná, visando controle da poluição, da contaminação e a minimização de seus impactos ambientais e adota outras providências.
Esfera Municipal	<u>Decreto Municipal 768/2009</u> - Institui o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil no Município de Londrina-PR, disciplina os transportadores de resíduos em geral e dá outras providências.
	<u>Lei Municipal 11.471/2012</u> - Institui o Código Ambiental do Município de Londrina.

Quadro 1: Estrutura da legislação brasileira

Fonte: Autoria Própria.

Os resíduos da construção civil (RCC) são materiais semelhantes aos agregados naturais e solos, porém também podem conter substâncias químicas,

como tinta, solventes e óleos, considerados tóxicos à saúde humana e ao meio ambiente (BRASIL, 2005).

Os resíduos da construção civil, de acordo com a resolução CONAMA 307 (BRASIL, 2002), que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a sua gestão, são aqueles provenientes de construções, reformas, reparos, demolições, escavação de terrenos, tais como os materiais resultantes destas ações. Eles são classificados como:

- Classe A – Resíduos reutilizáveis ou recicláveis oriundos da construção, demolição, reformas, reparos ou de outras obras de estrutura, como os agregados, tijolos, blocos e telhas;
- Classe B – Resíduos recicláveis como o plástico, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso;
- Classe C – Resíduos que não foram desenvolvidas tecnologias viáveis para sua recuperação ou reciclagem;
- Classe D – Resíduos perigosos como tintas, solventes, óleos, telhas de amianto ou outros materiais prejudiciais à saúde e ao meio ambiente.

A Resolução CONAMA 307/2002 (BRASIL, 2002), redefinida pela CONAMA 431/2011 (BRASIL 2011), reclassificou o gesso, que passou de Classe C para Classe B. Porém, este ainda necessita ser depositado em recipiente próprio.

Ainda, redefinida pela CONAMA 469/2015 (BRASIL, 2015), a CONAMA 307/2002 (BRASIL, 2002) passou a integrar aos resíduos Classe B, as embalagens vazias de tintas imobiliárias, sendo aceitas àquelas que apresentam um filme seco de tinta. Os recipientes serão agora aplicados à logística reversa como define a Lei nº 12.305/2010 (BRASIL, 2010).

O Decreto Municipal nº 768 (LONDRINA, 2009) define:

- Geradores: Pessoas físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, responsáveis por atividades ou empreendimentos que gerem os resíduos destacados acima;
- Pequeno gerador: Pessoas físicas ou jurídicas que gerem quantidade máxima de 1m³ de RCC por obra;

- Grande gerador: Pessoas físicas ou jurídicas que geram quantidades superiores a 1m³ de RCC por obra.

De acordo com este decreto, os geradores deverão ter como prioridade a não geração de resíduos, e a redução, segregação, reciclagem e destinação final adequada, caso a primeira não seja possível.

Ainda, o mesmo decreto institui o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil no Município de Londrina-PR, define que os geradores de RCCs são os responsáveis pelos resíduos de suas atividades, incluindo a triagem, o transporte e a destinação final dos mesmos, sendo todos eles estabelecidos por este decreto. A Prefeitura Municipal de Londrina define como pequeno e grande gerador os mesmos valores e parâmetros adotados pela CONAMA 307 (BRASIL 2002).

Para Angulo (2000), a atual política para os Resíduos da Construção e Demolição (RCD) é caracterizada pela ação corretiva por parte do poder público, gerando custos sociais indiretos para a sociedade. Ações de prevenção são incomuns, e a mudança cultural é necessária para a valorização de atitudes de preservação do meio ambiente.

3.2 GERAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Valotto (2007) apud Bertol et al. (2013), identificou os resíduos gerados em cada etapa de obra, como apresentado no Quadro 2.

De acordo com Pinto (1999), a geração dos RCCs varia conforme a localidade da obra, diversidade de tecnologias e a matéria-prima disponível. A madeira, muito utilizada em construções japonesas e americanas, por exemplo, não é utilizada com tanta frequência nas construções europeias e brasileiras.

Fase da obra	Tipos de resíduos gerados
Limpeza do terreno	Solo, rocha, vegetação
Montagem do canteiro	Blocos cerâmicos, concreto, madeira
Fundações	Solo, rocha, madeira, sucatas de ferro
Alvenaria	Blocos cerâmicos, blocos de concreto, argamassa, papel, plástico
Instalações Hidro sanitárias	Blocos cerâmicos, PVC
Instalações Elétricas	Conduites, mangueira, fio de cobre, argamassa
Reboco Interno/externo	Argamassa
Revestimentos	Pisos, e azulejos cerâmicos
Pinturas	Tintas, seladoras, vernizes, texturas
Coberturas	Cacos de telhas

Quadro 2: Geração de resíduos por etapa de uma obra

Fonte: Adaptado de Valotto, 2007 apud Bertol, et al 2013

Na Tabela 1 apresenta-se a composição gravimétrica média dos resíduos da construção civil no Brasil. A maioria dos resíduos gerados são recicláveis, porém, em pequenas quantidades. Segundo Pinto (1999), isso acontece devido a um aproveitamento das aparas de papel, metal e plásticos com valor comercial imediato.

A variabilidade dos RCCs pode ocorrer em construções novas (em função do cronograma de execução), na manutenção (em função da variabilidade da área a ser reparada) e em diferentes técnicas construtivas (em função dos materiais e tipos de construções) (ANGULO, 2000).

Tabela 1: Composição dos resíduos da construção em obras brasileiras (%)

Composição conforme a fonte	Composição dos RCD em obras brasileiras típicas (%)
Argamassa	64,0
Concreto	4,2
Madeira	0,1
Componentes Cerâmicos	11,1
Blocos de concreto	0,1
Tijolos	18,0
Ladrilhos de concreto	0,4
Pedra	1,4
Papel e orgânicos	0,2
Solo	0,1
TOTAL	100,0

Fonte: Adaptado de Pinto, 1999.

3.3 MÉTODOS CONSTRUTIVOS

Na Engenharia Civil, os principais métodos construtivos aplicados no Brasil são a Alvenaria Estrutural e a Alvenaria Convencional. De acordo com Pinto (1999), o tipo de método construtivo, por suas características, materiais utilizados e formas de condução da obra, interfere no gerenciamento dos resíduos da construção civil.

De acordo com Figueiró (2009), a alvenaria é considerada como a etapa construtiva com os maiores índices de desperdício de materiais, o que evidencia a importância da adoção de medidas eficientes capazes de controlar e reduzir os desperdícios.

Na alvenaria convencional, de acordo com Rodrigues (2013), o objetivo das paredes é fechar a estrutura da obra entre colunas e vigas sem contribuir de forma direta para a estrutura do projeto, e tem como principais benefícios:

- Boa relação custo benefício dentre os materiais para vedação;
- Estabilidade e indeformabilidade;
- Bom desempenho térmico;
- Material de construção econômico considerando os investimentos iniciais e de manutenção.

Porém, tem as seguintes desvantagens:

- O retrabalho: os tijolos são assentados, as paredes seccionadas para a passagem de instalação e em seguida são feitos remendos;
- O desperdício de materiais: a quebra de tijolo no transporte e execução e a frequência de retirada de caçambas de entulho da obra;
- Falta de controle na execução: eventuais problemas na execução são detectados somente por ocasião da conferência, gerando elevados consumos de argamassa.

Nos últimos anos, o interesse pela alvenaria estrutural cresceu de forma notável, especialmente pelas condições favoráveis em termos econômicos. Por ser um sistema construtivo que permite que se empregue uma maior racionalidade no projeto e na execução das obras, o consumo e o desperdício de materiais pode ser minimizado. Além disso, a rapidez durante a construção também ocorre para gerar economia e propiciar maior inserção no mercado (HOLANDA JUNIOR, 2002).

Este sistema construtivo parece ser ideal para a realidade brasileira, pois necessita de mão de obra de fácil aprendizado, possui elevado potencial de racionalização e não exige grandes investimentos para a aquisição de equipamentos. Ela emprega paredes de blocos modulados como elementos resistentes, apresentando uma série de aspectos técnico-econômico que a destaca em relação aos métodos tradicionais de construção. A principal vantagem é o grande potencial de racionalização em todas as etapas de construção, por meio da otimização do uso de recursos temporais, materiais e humanos (SANTOS, 1998).

A utilização de novas tecnologias que trazem redução no consumo de mão-de-obra, menos desperdício de materiais e melhores condições de trabalho deve ser convenientemente estudada. Mas sabe-se que para o maior aproveitamento de todas as condições que a alvenaria estrutural pode oferecer, deve-se promover uma conscientização no meio técnico (SANTOS, 1998).

3.4 GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

O gerenciamento dos resíduos sólidos de construção civil pode ser descrito, em síntese, como um esforço realizado pelas equipes de construção para segregar os resíduos na fonte, acondicioná-los adequadamente, transportá-los e destiná-los para empresas licenciadas encarregadas de reciclar ou destinar adequadamente.

Porém, ainda hoje muitas empresas construtoras estão em processo de aprendizado sobre esta atividade, e os responsáveis pelas obras não tem formação específica para isso. Uma consequência dessa ausência de capacitação é o agravamento dos impactos ambientais ocasionados pelo setor.

3.4.1 Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil

De acordo com a Resolução CONAMA 307 (BRASIL, 2002), no artigo 5º, o instrumento para a gestão de RCC é o Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil. Este deve ser elaborado e implementado pelos grandes geradores (àqueles que geram quantidade superior a 1 m³ por obra) e tem por objetivo estabelecer os procedimentos necessários para o manuseio e destinação correta dos resíduos.

Deve conter no Plano:

- Caracterização: Identificação e quantificação dos resíduos;
- Triagem: Deverá ser realizada pelo gerador na origem ou nas áreas de destinação final, respeitadas as classes dos resíduos;
- Acondicionamento: O gerador deverá garantir o local de armazenagem dos seus resíduos até a etapa de transporte;
- Destinação: O gerador deverá informar o local licenciado que irá receber seus resíduos.

Em Londrina, a partir do Decreto nº 768/09 (LONDRINA, 2009), a execução do PGRCC é de responsabilidade do responsável técnico da obra, podendo ser

realizada mediante a contratação de serviços terceirizados habilitados, cujas responsabilidades se estendem a ambos.

A liberação do habite-se para os empreendimentos de grandes geradores deve estar relacionado ao cumprimento do PGRCC, baseado em documentos de Controle de Transporte de Resíduos (CTR) ou outros documentos de contratação de serviços, podendo ser realizada mediante a contratação de serviços anunciados no PGRCC que comprovem a correta triagem, transporte e destinação final dos resíduos gerados (LONDRINA, 2009).

Ainda de acordo com o decreto 768/2009 (LONDRINA, 2009), o PGRCC deve ser apresentado à Secretaria Municipal de Meio Ambiente, e os documentos variam de acordo com o tamanho da obra. Para obras residenciais ou de demolição menor que 30m², é necessário apresentar somente uma declaração de pequeno gerador, em que consta basicamente a identificação do proprietário e da obra.

Para obras residenciais de 30 a 500m², obra comercial de até 1.000m² ou demolição de 30 a 100m², já é exigido o memorial descritivo do PGRCC, feito online, onde é necessário especificar e quantificar os resíduos gerados de acordo com a sua classe. Informações sobre armazenamento e destinação final destes resíduos também devem ser informados.

Para obras acima de 500m², obra comercial acima de 1000m² ou de demolição acima de 100m², além do memorial descritivo, é necessário um termo de referência para grande gerador, onde um documento deve ser preparado na forma de um projeto contendo todas as informações descritas no Decreto 768/2009 (LONDRINA, 2009).

3.4.2 Perdas e Desperdício

Até alguns anos atrás, não havia indicadores para perdas, intensidade e quantidade de geração de resíduos na construção civil, somente a frequência com que eles iam se acumulando nas obras (PINTO, 1999).

A grande quantidade de resíduos gerada está diretamente relacionada com a falta de qualificação do trabalhador, a não utilização de novas tecnologias no processo construtivo e o alto índice de desperdício (SANTOS, 2012).

De acordo com Lima e Lima (2009), na construção civil, há perdas e desperdício em todas as etapas de uma obra, existindo aqueles resíduos que saem das obras (entulhos) e os que terminam incorporados à obra.

Para Formoso et al. (1996) as perdas não se devem unicamente ao desperdício de materiais, mas também à execução de tarefas desnecessárias ou excessivas, gerando custos adicionais, como qualquer ineficiência no uso de equipamentos, materiais, mão de obra ou de capital. Tais perdas, de acordo com os autores, traz consequências, como a baixa qualidade e um produto final deficiente.

As perdas e desperdícios, para Meira et al. (1998), podem ser, entre outras:

- Perdas por superprodução: serviços realizados em quantidades superiores as necessárias (superprodução quantitativa) ou serviços realizados sem prever antecipadamente as necessidades dos estágios subsequentes (superprodução por antecipação);
- Perdas por transporte: atividades de transporte e movimentação de materiais que geram custos sem adicionar valor e que podem ser eliminados sem ônus, sendo encaradas como desperdício de tempo e recurso;
- Perdas por processamento em si: originam-se pela falta de procedimentos padrões, métodos de trabalho ineficientes ou falta de treinamento dos operários. Esta perda pode ser calculada sabendo-se o tempo gasto durante o serviço, o número de trabalhadores e o custo por hora da mão de obra;
- Perdas por fabricação de produtos defeituosos: ocorrem pela fabricação de produtos que não atendem aos padrões de qualidade exigidos pela empresa, o que gera desperdício de materiais, mão de obra, disponibilidade de equipamentos, armazenagem destes materiais defeituosos e retrabalhos;
- Perdas diretas: são as acumulações de restos ao longo da jornada de trabalho. Podem ser mensuradas pela quantidade de retirada de

resíduos das obras, os existentes nas baias ou os que se perdem ao longo do processo.

Sendo assim, a principal forma de se ter uma redução de RCC é um planejamento adequado, evitando-se o desperdício e o retrabalho, que deve acontecer em todas as etapas da obra (SANTOS, 2012).

Segundo Paliari (1999), os administradores das empresas construtoras tomam decisões que envolvem análise econômico-financeira sem que os custos das perdas existentes em uma obra sejam acrescentados aos custos totais.

Pesquisadores de 16 universidades do Brasil, concomitantemente, estudaram as perdas de materiais em canteiros de obras, assegurando uma padronização quanto à coleta e os procedimentos dos resultados, posteriormente financiada pelo FINEP-Financiadora de Estudos e Projetos do Ministério da Ciência e Tecnologia (PALIARI, 2009). A pesquisa, que se iniciou em 1996, em mais de 80 canteiros de obras, trouxe confiabilidade e números representativos. Foi realizada em 3 etapas e em duas vistorias, inicial e final (Vi e Vf).

A primeira foi o contato preliminar com a obra, treinamento da equipe e o envolvimento dos colaboradores para que houvesse entendimento e quantificação do que viria a ser estudado. A segunda etapa consistiu na coleta de dados no canteiro entre Vi e Vf. A terceira etapa foi dedicada ao tratamento desses dados.

Criou-se, então, indicadores de perdas de material por serviço pós-estocagem, por serviço mal executado e por perda de material na obra, sendo possível concluir que apesar de não ser uma tarefa fácil, visto que ações voltadas para a redução e a viabilização de alternativas sejam criadas, é de extrema importância para a redução do desperdício e na tomada de decisões (PALIARI 2009).

3.5 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS CONSTRUÇÃO CIVIL E SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE

Para Dalla Zanna (2014), por ser uma atividade secundária à produção na construção civil, a atividade de gerenciamento de resíduos é raramente monitorada ou avaliada adequadamente, dificultando a melhoria de seus processos, obtendo-se assim resultados insuficientes, até mesmo para atender integralmente à legislação pertinente.

A implantação de um sistema de gestão de qualidade (SGQ) é uma excelente ferramenta que possibilita a utilização de diversos processos dentro de uma empresa, onde fica evidenciado a melhoria contínua dos produtos e serviços fornecidos. Certificar o SGA implica numa série de benefícios à organização, como a visibilidade frente ao mercado e a crescente busca do consumidor por produtos ou serviços ambientalmente corretos (MATTOS, 2013). A busca pela evolução e melhoria da qualidade fez com que as empresas adotassem novas atividades na tentativa de transformar o processo de produção. O principal objetivo dessa transformação seria a elevação do nível global de competitividade da economia e melhoria dos processos de gestão (FRAGA, 2011).

De acordo com Fraga (2011), na construção civil, o movimento da qualidade com as empresas iniciou-se em 1994, através de um programa de capacitação de empresas construtoras em gestão da qualidade. A partir de 1996, diversas empresas passaram a adotar sistemas como o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) e a ISO 9001.

Normas como a NBR ISO 9001, e ferramentas de gestão como o Ciclo PDCA e o PBQP-H transformam definitivamente o escopo da qualidade, consolidando-as em todos os pontos do negócio (MATTOS, 2013). As construtoras estão dando mais ênfase aos programas de qualidade devido às exigências do cliente em relação ao produto final e também por causa da pressão pela redução dos custos e dos prazos do empreendimento. Porém, a falta de recursos, sejam eles financeiros ou administrativos para se investir em programas de qualidade e produtividade, acaba dificultando o alcance desta vantagem competitiva, portanto

esta concorrência acaba sendo favorável para as empresas de maior porte (FARIA; ARANTES, 2012).

De acordo com ANDRADE (2003), a ISO 9001 está intimamente ligada ao Ciclo PDCA, pois a norma traz, em seu contexto, a utilização do Ciclo para abordagem de processos devido à necessidade de alcançar a melhoria contínua dos processos organizacionais.

O Ciclo PDCA é um modelo de abordagem de processo proposto pela ISO que descreve a forma como as mudanças devem ocorrer em uma organização de qualidade, incluindo não apenas os passos do planejamento e implementação de uma mudança, mas também a verificação posterior se as alterações produziram a melhoria esperada, atuando então para ajustar, corrigir ou iniciar uma melhoria adicional com base no passo de verificação (FRAGA, 2011).

O Ciclo PDCA propõe a análise dos processos visando a sua melhoria, onde as etapas permitem a intervenção em um processo produtivo completo, ou em qualquer atividade de uma empresa. A aplicação do Ciclo democratiza a gestão do processo, tirando o domínio exclusivo dos supervisores ou gerentes e passando-o ao domínio de todos os trabalhadores envolvidos (MELLO, 2011).

De acordo com Campos (2004), o Ciclo PDCA é realizado por meio de controles de processos e é composto por quatro fases básicas: planejar (PLAN), executar (DO), verificar (CHECK) e atuar corretivamente (ACT):

- Planejamento: Estabelece metas sobre os itens de controle e a maneira para atingir as metas propostas.
- Execução: Realização das tarefas exatamente como previstas no plano e coleta de dados para verificação do processo;
- Verificação: A partir dos dados coletados na execução, compara-se o resultado alcançado para a meta planejada;
- Atuação corretiva: Etapa onde o usuário detectou desvios e atuará no sentido de fazer correções definitivas, de tal modo a sanar o problema.

O Ciclo não pressupõe isolamentos entre uma etapa e outra, eles constantemente se intercomunicam e se retroalimentam, permitindo integrar as

etapas de modo relativamente simples. Suas maiores vantagens são a possibilidade de ser utilizado em qualquer instância da empresa, produzindo melhorias consistentes nos processos e atividades em geral, e a integração das etapas produtivas, envolvendo todas as pessoas e tornando todos responsáveis pela qualidade do processo (MELLO, 2011).

Juntamente com a ISO 9001, as empresas estão adotando a certificação do PBQP-H, que é um programa que atende aos requisitos da norma, mas que possui um deles relacionado à construção civil. Pelo fato deste programa ser semelhante à ISO 9001, as construtoras acabam solicitando uma pós auditoria para obter os dois certificados (FRAGA, 2011).

Para Fraga (2011), o PBQP-H fundamenta-se na ISO por ser uma referência internacional amplamente conhecida. No entanto, a ISO, sendo muito genérica e podendo ser implantada em qualquer setor, não permite garantir que a construtora obtenha qualidade na construção do imóvel. Para sanar este problema, a coordenação do PBQP-H decidiu estabelecer serviços e materiais que deveriam ser obrigatoriamente controlados pelas empresas, garantindo, desta forma, a qualidade do produto da construção civil.

Bertol, Raffler e Santos (2013), analisaram obras que possuíam as certificações de qualidade ambiental ISO 9001 e PBQP-H. Dentre as dez obras estudadas, sete possuíam estas certificações. No Gráfico 1 pode-se observar que a média do volume de resíduos por metro quadrado das obras certificadas é menor se comparadas àquelas sem certificação.

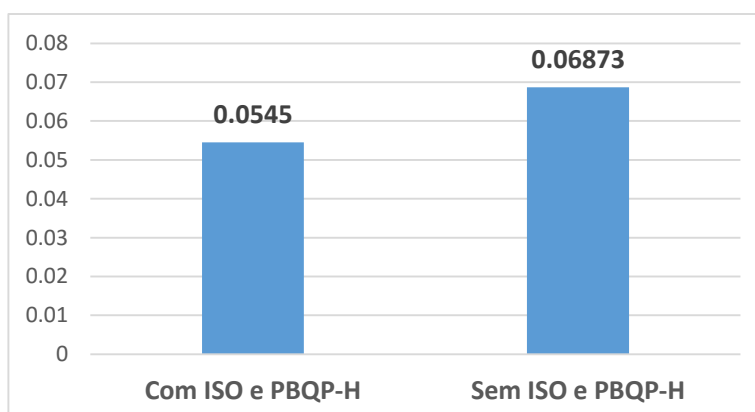


Gráfico 1: Geração de resíduos versus Certificações de qualidade (Volume de resíduos (m³) / Área construída (m²))

Fonte: Bertol, Raffler e Santos (2013).

As obras com certificação, devido às exigências das normas, têm maior controle de seus resíduos, e os dados apresentados no Gráfico 1 exprimem que as obras sem qualquer monitoramento, geram, proporcionalmente, maior volume de resíduos. Uma hipótese para justificar esta relação, é de que existem mais desperdícios durante as etapas construtivas nas obras sem certificação (BERTOL; RAFFLER; SANTOS, 2013).

Com relação ao tipo de resíduo gerado, verificou-se com este estudo que as obras certificadas geraram mais resíduos classe B (57%), enquanto as obras sem certificações geraram mais classe A (67%), levando a acreditar que os classe A incorporam os materiais mais utilizados nas obras, interferindo diretamente em um maior volume total, e também englobam materiais mais passíveis de confusões no momento de sua segregação, por exemplo os restos de demolição com diversos materiais incorporados, como o metal e a madeira.

3.5.1 Indicadores de Desempenho

Todo trabalho necessário para a elaboração, implantação, manutenção e as ações de sustentabilidade estratégica de uma empresa requerem monitoramento periódico através de indicadores que avaliam se os objetivos e metas estabelecidas na etapa de Planejamento do Ciclo PDCA estão sendo cumpridas (DALLA ZANNA, 2014).

O indicador de desempenho entra na etapa CHECK, onde se analisa e verifica se as ações realizadas estão atendendo às expectativas (DIAS; PIRES; CIRIBELI, 2007).

Entende-se como índice, um valor numérico que representa a correta interpretação da realidade de um sistema (natural, econômico, social...) utilizando-se em seu cálculo, bases científicas e métodos adequados. O índice pode servir como um instrumento de tomada de decisão e previsão, e é considerado uma junção de um jogo de indicadores ou variáveis. O termo indicador é considerado isoladamente ou em combinação com outros para refletir sobre as condições do sistema em

análise. Normalmente, um indicador é utilizado como um pré tratamento aos dados originais (SICHE et al., 2007).

Segundo Costa (2003), no Brasil, há uma crescente procura por sistemas de medição de desempenho em empresas da construção civil, que veem investindo em programas de desempenho e certificações baseados na NBR ISO 9000 (BRASIL, 2005), que estabelece que as organizações devem:

- Medir e monitorar informações relativas à percepção do cliente sobre o entendimento dos requisitos a serem cumpridos;
- Executar auditorias internas para determinar se o sistema de gestão está conforme, mantido e implementado com eficácia;
- Demonstrar a capacidade dos processos identificados no sistema de gestão da qualidade em alcançar os resultados planejados; e,
- Medir e monitorar as características do produto para verificar se os seus requisitos têm sido atendidos.

Portanto, a medição de desempenho é incentivada pelo foco nos resultados, onde a organização deve avaliar o seu sucesso por um conjunto de indicadores que estão relacionados às estratégias, planos de ação e metas das organizações onde os mesmos, atualmente, se tornam parte tanto de recursos humanos quanto da competitividade das empresas, além de se tornar mecanismos de tomada de decisão (COSTA, 2003).

Conforme apontado por diversos autores, a aplicação de indicadores de desempenho é de fundamental importância em vários campos da atividade empresarial, como qualidade, finanças, estratégia, ambiental, entre outros. Os indicadores devem ser construídos de forma a permitir à administração tomar decisões que exerçam no tempo a função de resolver problemas, readequar procedimentos, perceber problemas e em último caso, redefinir o processo, seja de planejamento ou controle (FISHMANN E ZILBER, 2009).

Os indicadores ambientais visam demonstrar as práticas organizacionais no sentido de minimizar os impactos ao meio ambiente decorrentes de suas atividades (GASPARINI, 2003). Eles sintetizam informações quantitativas e qualitativas que permitem a determinação da eficiência e efetividade da empresa, de um ponto de vista ambiental, em utilizar os recursos disponíveis. São informações úteis e

instrumentos orientadores para o objetivo de melhoria contínua, pois permitem aumentar a clareza, transparência e comparabilidade da informação fornecida pela organização (KRAEMER, 2004).

Os autores que tratam de desempenho ambiental citam como principais tipos: indicadores absolutos e relativos, de empresa, de centro de trabalho e de processo e indicadores relacionados com a quantidade e com o custo (KRAEMER, 2004); indicadores de materiais usados, embalagens descartadas, volume total de resíduos gerados, água consumida (NBR ISO 14001, 2015); indicadores de perda e desperdício (PINTO, 1999). Não se encontrou na literatura nenhum índice de qualidade de segregação como um fator de desempenho na construção civil. De acordo com Mattos (2013), uma vez que há diversidade de resíduos dentro de uma caçamba, os mesmos se tornam contaminados e de difícil tratamento. Isso reforça a importância do desenvolvimento de um índice para esta aplicação.

3.5.2 *Software Waste Manager*

Dalla Zanna (2014), criador e gestor do *software Waste Manager (WM)*, propôs um programa computacional de monitoramento e controle da gestão de resíduos que permite, a partir de uma série de informações, a tomada de decisões pela empresa, integrando a gestão de resíduos com a gestão de sua produção e administração.

Dalla Zanna (2014) afirma que no sistema não há interferência direta no modo operacional da gestão de resíduos da empresa, mas fornece subsídios ao levantamento de novas informações por meio do monitoramento e o controle destes resíduos.

Atualmente, para compor o índice de qualidade de segregação (IQS) do *software* é avaliado somente a qualidade da segregação da caçamba. Se há uma caçamba com um resíduo predominante, o usuário a classifica como “bom”, e o sistema atribui 3 pontos. Se há um resíduo predominante, porém misturado com outro resíduo, o operador a classifica como “regular” e 2 pontos são atribuídos. Caso haja vários tipos de resíduos misturados ou há um resíduo classificado pelo

CONAMA 307 (BRASIL, 2002) como perigoso, sua classificação deverá ser “ruim”, e terá 1 ponto atribuído.

O indicador é a média ponderada de todas as avaliações. Os valores mais próximos de 3, indicam uma melhor qualidade de segregação, como mostra a Equação 1.

$$IQS = \frac{(3 * \sum Bom) + (2 * \sum Médio) + (1 * \sum Ruim)}{\sum Bom + \sum Médio + \sum Ruim} \quad (1)$$

O Controle de Transporte de Resíduos (CTR) é um documento onde todas as atividades de transporte e destinação final são registradas (CREA-SP, 2005). No Decreto Municipal nº 768/2009 (LONDRINA, 2009) fica instituído que o transporte de RCCs deverá ser acompanhado pelo CTR e deve ter no mínimo as seguintes informações:

- Razão social da empresa transportadora;
- Endereço da sede e telefone;
- Número do CTR;
- Data da retirada da caçamba;
- Endereço de origem do resíduo;
- Descrição e quantidade de resíduos;
- Número da caçamba;
- Placa do caminhão;
- Nome e endereço do receptor do resíduo.

O *software* WM, por meio de dados inseridos pelo usuário do sistema, emite uma CTR eletrônica onde todos os requisitos estipulados pela prefeitura de Londrina são cumpridos. Além deste documento, o usuário insere informações que auxiliam na criação de índices de qualidade, como índice de quantidade de segregação dos resíduos na fonte, indicadores de custo, de segregação e de eficácia, sendo todos estes já calculados pelo *software*.

4 METODOLOGIA

4.1 ETAPAS DO TRABALHO E SOFTWARE WM

Para a realização deste trabalho, firmou-se uma parceria para acesso a um *software* de monitoramento de RCCs, denominado de “Waste Manager” (WM), onde foram disponibilizados os dados de uma construtora que atua em todo o Brasil e possui uma obra residencial (condomínio vertical) em Londrina-PR.

Atualmente, o *software* WM é operado por um usuário que além de preencher o Controle de Transporte de Resíduos (CTR), também analisa e avalia a qualidade de segregação das caçambas a serem destinadas, onde, visualmente, observa a mistura de resíduos e atribui o conceito de “bom”, “regular” e “ruim”. O usuário descreve ainda, em caso de mistura de resíduos nas caçambas, quais os componentes, o que denominou-se, neste trabalho, de “não conformidades”.

Neste contexto, o trabalho foi realizado em quatro etapas principais: 1) análise dos dados existentes no *software* WM, 2) visitas à obra estudada, 3) identificação de oportunidades de melhoria e 4) proposição do novo método. Na Figura 1 estão sistematizadas as etapas do trabalho.

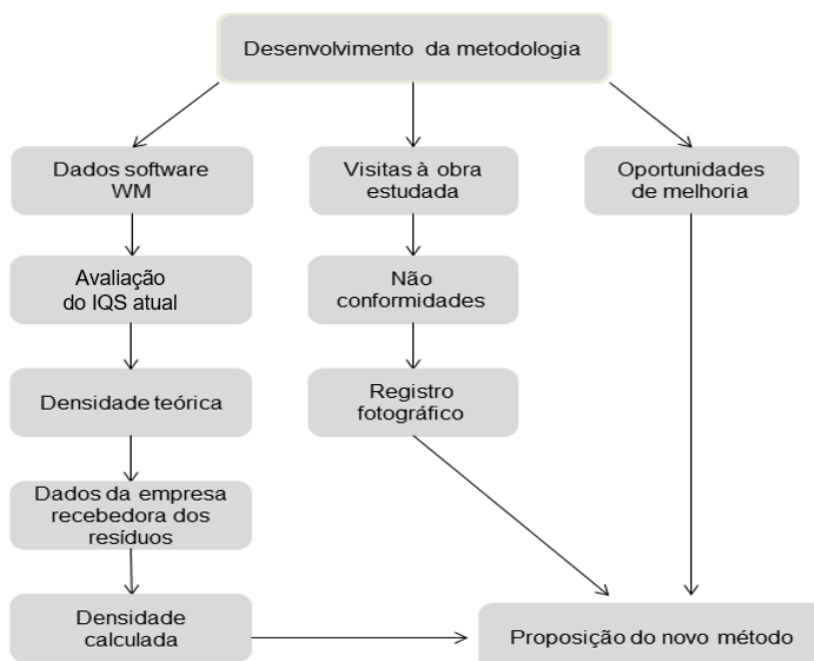


Figura 1: Fluxograma das etapas metodológicas do trabalho

Fonte: Autoria própria

Conforme a Figura 1, num primeiro momento, fez-se a análise dos dados históricos do *software* quanto aos índices de qualidade de segregação (IQS) das caçambas da obra estudada. Para esta análise, levou-se em conta que no período de Setembro, Outubro e Novembro de 2015 o operador do *software* observou e incluiu no sistema dados de 50 caçambas.

Em seguida, comparou-se os dados de densidade teórica dos resíduos, disponível no *software*, com a densidade real, informação obtida a partir da análise dos dados da empresa recebedora dos resíduos. Nesta etapa, das 50 caçambas registradas no período, foi possível localizar no relatório da empresa recebedora de resíduos os dados de apenas 14. Isto ocorreu pois somente uma empresa recebedora dos resíduos forneceu o relatório informando os dados de volume e peso das caçambas recebidas. As demais, possivelmente, haviam sido destinadas a outras empresas.

Visando analisar in loco a situação da qualidade de segregação de resíduos para confrontar com os dados descritos no *software* pelo usuário, foram realizadas visitas à campo na obra estudada. Registros fotográficos e escritos das não conformidades foram feitos.

A partir deste levantamento de dados, identificou-se as oportunidades de melhorias e fez-se a proposição de um novo método de avaliação, mais completo e menos subjetivo.

Para validar o novo método, foram utilizados dados de 11 caçambas em que foi possível localizar os dados do IQS do sistema, densidade e não conformidades.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DA OBRA ESTUDADA

A obra em estudo apresenta as seguintes características:

- Método construtivo: alvenaria estrutural;
- 55.820,07 m² de área total do terreno;
- 896 apartamentos, sendo 14 apartamentos de 1 dormitório com 37,7 m² de área privativa e 882 apartamentos de 44,67 m² ou 47,06 m² de área privativa;

- 939 vagas de garagem;
- Salão de festas, playground, piscina adulto e infantil, salão de jogos, quadra, sala de ginástica, espaço gourmet, churrasqueira e gramado.

4.3 OBTENÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS A CAMPO

As visitas à obra se iniciaram em 29/09/2015 e finalizaram em 17/11/2015. Neste período, foi possível avaliar 14 caçambas cheias, que iam para a destinação correta no mesmo dia em que foram observadas.

Durante estas visitas, verificou-se a qualidade da segregação das caçambas, anotando em planilha se havia somente um tipo de resíduo, ou uma mistura. Se houvesse resíduos misturados, anotava-se também quais eram.

Quando a caçamba era retirada e a empresa preenchia o CTR, comparava-se então os resíduos que o operador do sistema incluía, e os que realmente estavam presentes. Estas caçambas estudadas foram fotografadas para a validação das informações.

4.4 ANÁLISE DOS DADOS DE DENSIDADE DAS CAÇAMBAS

Ao preencher o CTR, um dos itens que o compõe é o volume dos resíduos existentes na caçamba. Este volume não é pesado em obra usualmente, mas, a empresa recebedora do resíduo informa o peso em nota fiscal. Recomenda-se então que o usuário coloque o peso informado pelo destinatário em sua respectiva CTR eletrônica, afim de que os índices como qualidade de segregação e densidade dos resíduos tenham validade.

A fim de estudar a variabilidade dos dados de densidade dos resíduos da obra estudada, buscou-se localizar as caçambas que continham informações no *software* WM e no Relatório de Ordem Serviço da empresa recebedora. Este relatório, para fim de comprovação da quantidade de resíduos gerados na obra,

continha o peso líquido e o volume de cada caçamba. Calculou-se então a densidade real das caçambas que chegavam a seu destino final, que foi comparada com os valores teóricos descritos pela UNESP (UNESP, [21--] apud DALLA ZANNA, 2014). Para esta análise de variabilidade dos dados de densidade dos resíduos, ao todo, 36 caçambas foram estudadas.

A partir de então, fez-se a estatística descritiva dos dados, utilizando-se além do Excel, o *software* BioStat. Utilizou-se os valores de densidade dos resíduos de concreto, blocos e terra/solo, pois eram os que tinham mais de 2 (dois) componentes.

4.5 NOVO MÉTODO PROPOSTO

Para a proposição do novo método que resultou no IQS das caçambas, considerou-se:

- O aspecto qualitativo dos resíduos;
- A densidade real dos resíduos;
- As não conformidades descritas no *software* WM.

Considerou-se “aspecto qualitativo dos resíduos” o índice “bom”, “regular” e “ruim” proveniente da avaliação visual da caçamba pelo usuário do *software*.

O dado de “densidade real dos resíduos” provêm da relação entre o peso da caçamba informado pela empresa destinadora do resíduo e o volume anotado pela construtora no momento em que a caçamba sai da obra.

As “não conformidades” consideradas são aquelas presentes no *software* WM, que caracterizam o tipo de resíduos que compõe a mistura nas caçambas, como por exemplo, resíduos misturados de diferentes classes.

O novo método previu a atribuição de pesos para os três critérios que o compõe, considerando a precisão na obtenção de cada um desses dados.

Definiu-se uma escala de 0 a 10 para a categorização das caçambas de acordo com o novo IQS.

4.6 VALIDAÇÃO DO NOVO MÉTODO

Para a validação do novo método, utilizaram-se os dados de 11 caçambas contidas no *software* WM, que continham: 1) informações sobre o aspecto qualitativo dos resíduos; 2) observações de campo e 3) dados de densidade real dos resíduos.

Aplicou-se o novo método proposto aos dados dessas caçambas e avaliou-se a coerência do novo IQS obtido, comparando-o com o IQS do *software* WM.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ANÁLISE QUALITATIVA

Considerando que a análise qualitativa faz parte do atual IQS do *software* WM, na Tabela 2, apresenta-se o número de avaliações e a qualidade da segregação das caçambas nos meses de Setembro, Outubro e Novembro de 2015, período que se realizou as visitas à campo.

Tabela 2: Número de avaliações e qualidade de segregação dos resíduos

Período	Número de avaliações			IQS
	Bom	Regular	Ruim	
Setembro de 2015	24	0	0	3,00
Outubro de 2015	19	1	0	2,95
Novembro de 2015	5	1	0	2,83
Total no período	48	2	0	2,96

Fonte: Sistema Waste Manager.

No período de avaliação, foram preenchidas pelo usuário do *software* 50 CTRs, 48 avaliadas como “boa” e 2 avaliadas como “regular”. Para o IQS, a média dos meses foi de 2,96, configurando um período de caçambas bem segregadas na obra.

Pode-se observar que em todos os casos, o IQS foi maior que 2, ou seja, todas as caçambas analisadas foram classificadas pelo usuário do *software* como “boa”. Apesar de existirem 2 caçambas classificadas como “regular”, ou seja, há um resíduo predominante mas existe mais um tipo de resíduo misturado, estas não interferiram no índice final.

As abordagens qualitativas se caracterizam por buscar descrever significados que são socialmente construídos, e por isso é definida como subjetiva. Por este motivo, segundo Tanaka e Melo (2001), os resultados obtidos com este tipo de análise não são generalizáveis.

Santos [21--] afirma que o erro humano é responsável por no mínimo metade dos erros existentes em sistemas de avaliação qualitativa. Este erro pode se manifestar de diversas formas e possuir diferentes causas. Há um número cada vez maior de erros atribuídos aos homens porque os sistemas ficaram mais confiáveis, e desta forma, o erro humano tornou-se mais significativo. Para Gomes Filho et al. (2009), o erro humano se caracteriza pelo ato do julgamento. Não há condições de se qualificar um erro sem um conveniente processo de avaliação. A avaliação, por sua vez, pressupõe um fato a ser analisado e um conceito do que seja a verdade, que deve estar amparada por um paradigma estabelecido.

O erro pode se manifestar das mais diversas formas, englobando todos os tipos de erro e níveis de desempenho. O usuário está sujeito a todos os níveis de distrações em seu ambiente de trabalho, bem como todos os fatores subjetivos que podem interferir na interação, como humor do usuário, cansaço físico ou mental, sonolência, dificuldade de concentração, dificuldade de memorização, entre outros (SANTOS, [21--]).

O avaliador tenta muitas vezes disfarçar a presença da subjetividade no desenvolvimento da abordagem qualitativa, o que pode prejudicar a coleta e análise da informação obtida, principalmente no uso da técnica da observação, em que as reflexões do avaliador necessariamente fazem parte da análise. Além disso, a avaliação, por se tratar da emissão de um juízo de valor, está permeada pela visão de mundo de quem avalia (TANAKA e MELO, 2001).

Assim, em função da subjetividade associada à avaliação das caçambas e do erro humano inserido na observação, pode-se afirmar que utilizar somente este parâmetro para compor o IQS não permite a confiabilidade na informação, pois pode não representar a realidade.

5.2 DENSIDADE

Os dados de densidade real e teórica dos resíduos são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Densidade teórica (DT) e calculada (DC), média, coeficiente de variação (CV) e desvio padrão (DP)

Nº CTR	Resíduo	DT (t/m³)	DC (t/m³)	Média	CV	DP
1			1,11			
2			1,53			
3			1,20			
4			0,86			
5			0,95			
6	Concreto	2,40	0,97	1,24	33,92%	1,41
7			1,04			
8			1,26			
9			0,81			
10			2,29			
11			1,79			
12			1,71			
13	Blocos	2,20	0,71	1,04	15,10%	0,14
14			0,80			
15			0,94			
16			1,70			
17			1,07			
18			1,00			
19						
20			0,81			
21			1,06			
22			1,74			
23	Terra/solo	1,15	0,71	1,07	28,78%	0,31
24			1,21			
25			0,80			
26			1,24			
27			1,08			
28			Revestimento cerâmico			
29	Papel	0,30	0,12			
30	Saco de cimento	0,30	1,00			
31	Cascalho	1,5	1,10			
32			2,73			
33	Pavimento asfáltico	1,80	0,80			
34	Galhos e poda	0,6	0,95			
35	Tubo de PVC	0,13	2,42			
36	Argamassa	1,8	0,23			

É possível observar na Tabela 3 que os valores encontrados a partir dos dados experimentais diferem das densidades teóricas em todas as CTRs analisadas. Isto significa que nas caçambas estudadas há mistura de resíduos, fazendo com que a densidade sofra alterações. Este, portanto, caracteriza-se como um importante parâmetro a ser considerado no IQS, pois pode-se inferir que quanto mais próximo a densidade real está do valor teórico, mais segregados os resíduos da caçamba em questão estão.

A respeito das médias das densidades, a média aritmética calculada das caçambas de concreto foi de $1,24 \text{ t/m}^3$, enquanto que a teórica, para este material, é de $2,4 \text{ t/m}^3$ (UNESP, [21--] apud DALLA ZANNA, 2014) ou seja, pode-se inferir, neste caso, que há mistura de resíduos nas caçambas. O mesmo pode ser observado para os blocos, onde a média calculada foi de $1,04 \text{ t/m}^3$ e a teórica é de $2,2 \text{ t/m}^3$; e para terra/solo, onde a média calculada foi de $0,9208 \text{ t/m}^3$ e a teórica de $1,15 \text{ t/m}^3$.

O desvio padrão possui propriedades que o torna uma medida de dispersão muito útil para se descrever a variação observada nos valores de um conjunto de dados e informar a sua homogeneidade. Assim, quando o desvio padrão da série é pequeno, a amostra é homogênea, e quando é grande, a amostra é heterogênea (ZAMBERLAN, 2003). Para este estudo, quanto mais próximo de um, mais heterogêneo são os dados coletados em campo. A mesma noção de variabilidade dos dados pode ser observada com o coeficiente de variação, que é uma medida que expressa a relação percentual do desvio padrão em relação à média. Então, quanto maior o valor do coeficiente de variação, maior é a dispersão dos valores do conjunto de dados (ZAMBERLAN, 2003). Para o presente estudo, notou-se que os dados que apresentaram maior heterogeneidade foram os relacionados a concreto e terra/solo.

Para a densidade do concreto, por exemplo, o desvio padrão encontrado foi de 0,4213 e o coeficiente de variação foi de 33,92%. Pimentel Gomes (2000), em experimentos de campo, classifica coeficientes de variação acima de 30% como muito altos, que indicam baixíssima precisão. Tal fato pode ser observado no Gráfico 2, onde apenas um valor de densidade real se aproxima ao teórico ($2,29 \text{ t/m}^3$). Isso indica que a segregação nas caçambas consideradas como de concreto está ruim.

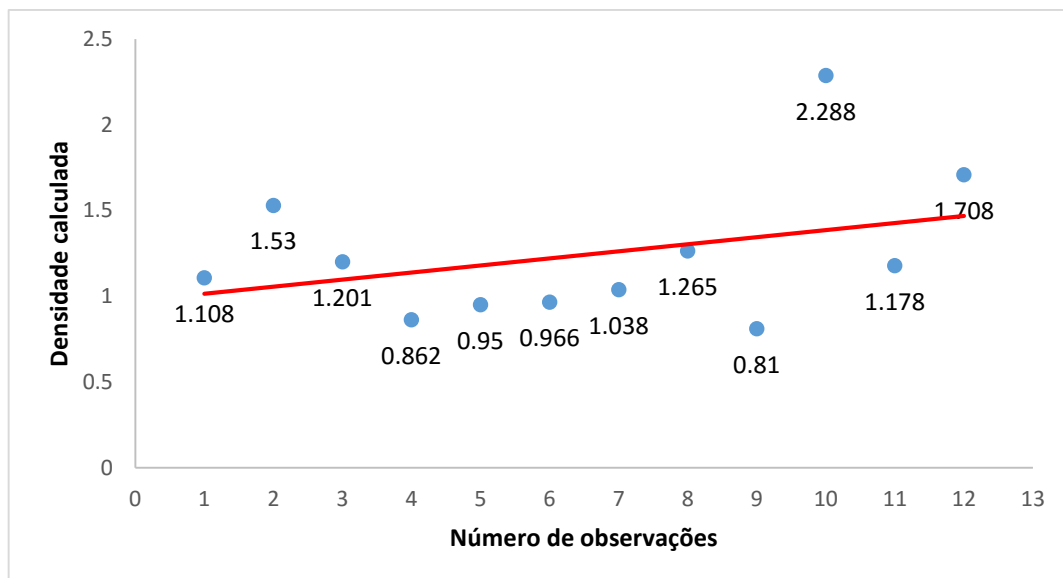


Gráfico 2: Dispersão das densidades de concreto

Fonte: Autoria própria

Os possíveis fatores que influenciam nesta heterogeneidade de dados são:

- A má segregação de resíduos na fonte por parte da equipe de obra, resultando na mistura de resíduos e gerando divergência de valores de densidade;
- A dificuldade de segregar, na mesma caçamba, resíduos de mesma classe segundo o CONAMA 307 (BRASIL, 2002);
- Erros sistemáticos, como o mal armazenamento da caçamba na obra, podendo resultar na alteração do peso pela umidade ou existência de um resíduo fora do padrão da densidade teórica.

Com relação aos blocos, o desvio padrão encontrado para as densidades foi de 0,3517. Este valor implica que houve uma dispersão de dados menor do que a observada para o concreto. No entanto, o coeficiente de variação, de 33,89%, também é considerado muito alto (PIMENTEL GOMES, 2000). No Gráfico 3 pode-se observar esta heterogeneidade dos dados. Considerando que a densidade teórica é de 2,20 t/m³ e as observadas no Gráfico 4, nota-se que todos os dados de densidade real estão abaixo deste valor, indicando, mais uma vez, uma provável má segregação das caçambas analisadas.

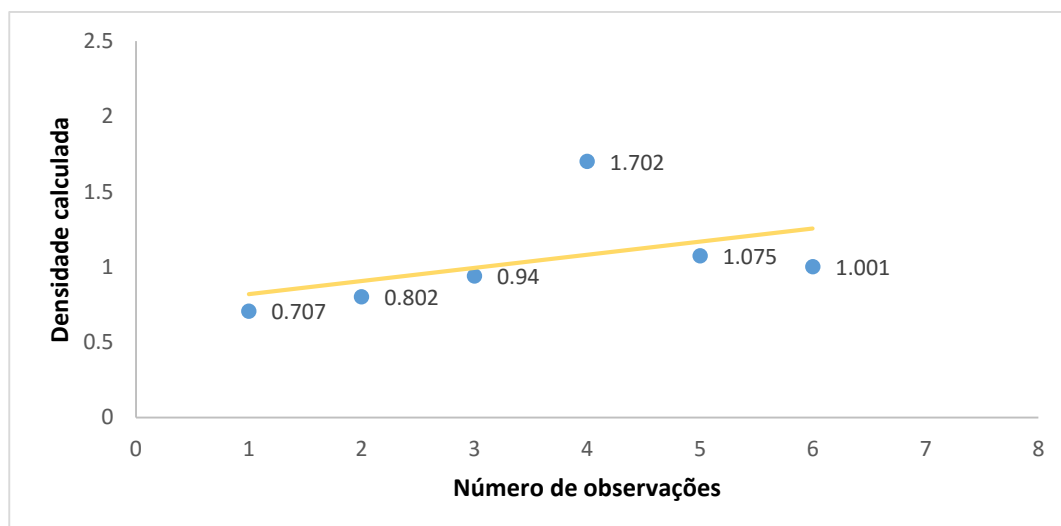


Gráfico 3: Dispersão das densidades de blocos

Fonte: Autoria própria

Para terra/solo, o desvio padrão encontrado para as densidades foi de 0,31, indicando a menor dispersão dos dados comparativamente aos demais materiais analisados. O coeficiente de variação obtido para terra/solo foi de 28,78%. Segundo Pimentel Gomes (2000), em experimentos de campo, se o coeficiente de variação for inferior a 10% considera-se como baixo, ou seja, o experimento tem alta precisão, de 10% a 20% os CVs são considerados médios, implicando em boa precisão, de 20% a 30% são julgados altos, significando baixa precisão e acima de 30% são tidos como muito altos, indicando baixíssima precisão.

Embora o coeficiente de variação para as densidades de terra/solo seja considerado alto, no Gráfico 4 pode-se notar que os valores obtidos para as caçambas analisadas estão mais próximos ao valor teórico do material, que é de 1,15 t/m³, podendo-se inferir, neste caso, que para terra/solo há uma melhor segregação dos resíduos. Neste caso, por exemplo, a caçamba poderia ser encaminhada para o reúso do material ao invés de ir para o descarte como resíduo da construção civil.

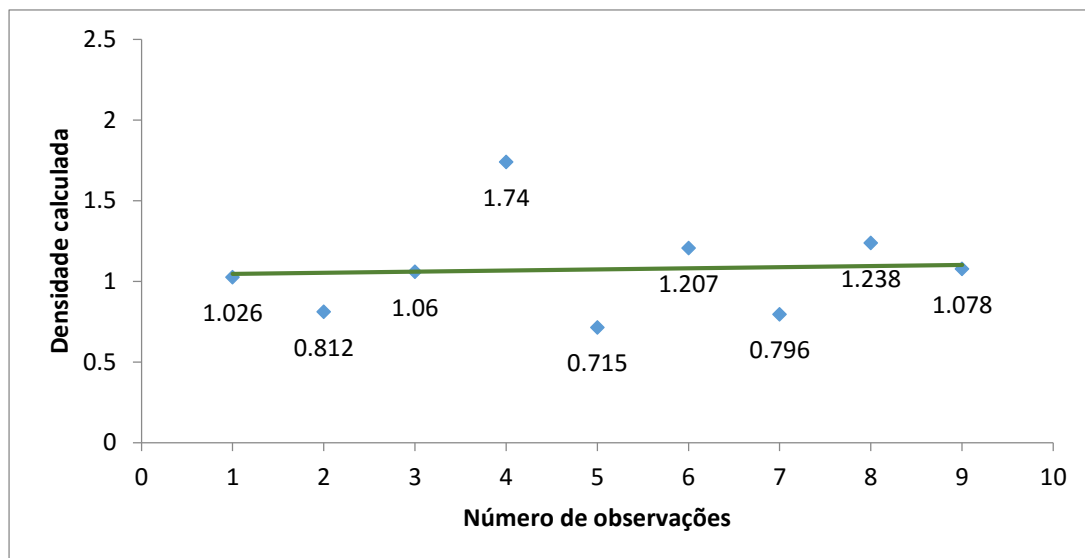


Gráfico 4: Dispersão das densidades de Terra/solo

Fonte: Autoria própria

5.3 NÃO CONFORMIDADES

As não conformidades encontradas durante as visitas à obra, comparadas com as não conformidades descritas no software, estão apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4: Misturas de resíduos registradas no software versus mistura de resíduos observada em visitas à obra

CTR	08	10	24	25	26	31	32
Data	07/10/2015	27/10/2015	21/10/2015	22/10/2015	28/10/2015	22/10/2015	17/11/2015
Resíduos - sistema	Concreto	Concreto	Terra/solo	Terra/solo	Terra/solo	Cascalho	Cascalho, Pavimento asfáltico, Revestimento cerâmico, Galhos e poda
Resíduos observados	Concreto, Pavimento asfáltico, Terra/solo	Concreto, Revestimento cerâmico	Terra/solo, Revestimento cerâmico	Terra/solo, Revestimento cerâmico	Terra/solo, Concreto	Terra/solo, Revestimento cerâmico	Terra/solo, Revestimento cerâmico, Lata de tinta, Plástico, Cano PVC, Lixa, Arame, Estrutura de ferro, Papelão
CTR	34	37	38	39	40	41	42
Data	17/11/2015	29/09/2015	07/10/2015	07/10/2015	08/10/2015	27/10/2015	17/11/2015
Resíduos - sistema	Galhos e poda, Pré-moldados, Revestimento cerâmico, Pavimento asfáltico	Terra/solo	Terra/solo	Papel	Plástico duro	Terra/solo	Concreto, Revestimento cerâmico, Papel
Resíduos observados	Terra/solo, Revestimento cerâmico, Borracha, PP, Papelão, Plástico, EPI, Saco de cimento, Madeira, PET, Resíduo de tinta, Tecido	Concreto, Pavimento asfáltico, Revestimento cerâmico, Terra/solo	Terra/solo, Pavimento asfáltico	Papel, Plástico	Plástico, Fita PP, Papel	Terra/solo, Pavimento asfáltico	Revestimento cerâmico, Tijolo, Terra/solo, Madeira, Corda, Plástico, Tecido, Mangueira, EPI, Tubo de silicone, Borracha, Fita crepe, Estrutura de ferro, Fita PP, Papel

Fonte: Autoria própria

Na Tabela 4 é possível verificar que há muitos resíduos a mais presentes nas caçambas do que o indicado no software, preenchido pelo usuário. Apesar de muitos destes resíduos terem a mesma classificação pelo CONAMA 307 (BRASIL, 2000) e serem difíceis de serem separados, como por exemplo, galhos e poda e terra/solo, há resíduos com grandes quantidades de mistura de classes, como o plástico, revestimento cerâmico e EPI (Figura 2).



Figura 2: Mistura de resíduos observada na caçamba do CTR nº32

Fonte: Autoria própria.

Na Figura 3 pode-se visualizar a caçamba do CTR nº 42 (Tabela 4), onde há uma grande quantidade de resíduos misturados. No entanto, o usuário do software somente indicou a presença de galhos e poda, pré moldados, revestimento cerâmico e pavimento asfáltico.



Figura 3: Mistura de resíduos observada na caçamba do CTR nº42

Fonte: Autoria própria.

Na Figura 4, que corresponde à caçamba do CTR nº 34, isso também acontece.



Figura 4: Mistura de resíduos observada na caçamba do CTR nº34

Fonte: Autoria própria.

Para Freitas (2009) cada indivíduo possui sua própria maneira de ver, sentir e pensar. Também possui seus valores e personalidade, o que é um fator complicador na elaboração de um sistema de avaliação de desempenho, pois se depara com a subjetividade. Esta subjetividade pode ser diminuída com o treinamento dos avaliadores. Ainda Freitas (2009) afirma que as tendências contemporâneas apontam para a importância da democratização de desempenho, regras claras e metas tangíveis com o intuito de estimular o comprometimento do profissional e valorizar o capital intelectual da organização. Sendo assim, é de suma importância a validação de um novo método, que traga mais precisão e não dependa somente do usuário para classificar a segregação dos resíduos, pois como se observou nas imagens, tal classificação torna-se muito subjetiva e, muitas vezes, não reflete a realidade. O problema, nestas situações, é que o gestor não possui dados confiáveis para a tomada de decisão ou, analisando os dados existentes, considera a situação adequada, enquanto que na realidade, não o é.

Uma forma de expressar numericamente esta subjetividade e diminuir este problema para a tomada de decisão e retrato da realidade é, portanto, o mostrado no item 5.2, onde as diferenças entre as densidades teóricas e calculadas foram mostradas. Estas diferenças comprovam o observado nas fotos acima, pois a mistura de resíduos interfere no valor das densidades. Quanto menor for a Não Conformidade, mais próxima a densidade real será da densidade teórica. Para Tanaka e Melo (2001) é importante incorporar a avaliação como uma atividade cotidiana dos profissionais, e é recomendável que se use uma abordagem quantitativa, tendo em vista a maior facilidade e disponibilidade de informações que podem ser utilizadas neste contexto. Para iniciar o processo de avaliação, é necessário que os envolvidos adotem o princípio da realidade, partindo das condições existentes.

5.4 NOVO MÉTODO PROPOSTO

A seguir, serão detalhados os parâmetros que compõe o novo IQS proposto, bem como os critérios para sua classificação.

5.4.1 Aspecto qualitativo dos resíduos

Os índices “bom”, “regular” e “ruim” foram mantidos. No entanto, mudou-se a pontuação atribuída para cada categoria.

Se há uma caçamba com um tipo de resíduo predominante, o usuário deve classificá-la como “bom”, e atribuir 2 pontos. Se há um resíduo predominante, porém misturado com outro resíduo, deve classificar como “regular”, e atribuir 1 ponto. Caso haja vários tipos de resíduos misturados ou um resíduo Classe C ou D presente, classifica-se como “ruim” e atribui-se 0 ponto.

A este parâmetro, atribuiu-se peso 0,5, visto a subjetividade do usuário no momento da avaliação.

5.4.2 Densidade

Para este parâmetro considerou-se a relação entre a densidade teórica e a densidade real da caçamba:

- Se a densidade real representa até 80% do valor teórico, atribui-se 2 pontos.
- Se a densidade real estiver entre de 79% e 50% do valor teórico, atribui-se 1 ponto.
- Se a densidade real estiver entre 49% e 0% do valor teórico, atribui-se 0 ponto.

A este parâmetro, atribuiu-se peso 1,5, ou seja, considerou-se uma importância três vezes maior em relação ao aspecto qualitativo dos resíduos, uma vez que caracteriza-se por apresentar menor subjetividade.

5.4.3 Não Conformidades

As não conformidades foram categorizadas considerando a mistura e o tipo da mistura dos resíduos nas caçambas. Considerou-se:

- Predominância de resíduo Classe A na caçamba:
 - Caçamba sem mistura, atribui-se 3 pontos;
 - Resíduos Classe A misturados com Classe A, atribui-se 2 pontos;
 - Resíduos Classe A misturados com Classe B, atribui-se 1 ponto;
 - Resíduos Classe A misturados com Classe C ou D, atribui-se 0 ponto.

- Predominância de resíduo Classe B na caçamba:
 - Caçamba sem mistura, receberá 3 pontos;
 - Resíduo Classe B misturado com Classe A, atribui-se 1 ponto;
 - Resíduo Classe B misturado com Classe B, atribui-se 2 pontos;
 - Resíduo Classe B misturado com Classe C ou D, atribui-se 0 ponto.

- Predominância de resíduo Classe C na caçamba:
 - Resíduo Classe C misturado com Classe C, atribui-se 3 pontos;
 - Resíduo Classe C misturado com Classe A, B ou D, atribui-se 0 ponto.

- Predominância de resíduo Classe D na caçamba:
 - Resíduo Classe D misturado com Classe D, atribui-se 3 pontos;
 - Resíduo Classe D misturado com Classe A, B ou C, atribui-se 0 ponto.

A este parâmetro, conferiu-se peso 2, ou seja, considerou-se uma importância quatro vezes maior em relação ao aspecto qualitativo dos resíduos, uma vez que caracteriza-se por apresentar menor subjetividade.

5.4.4 Critérios de classificação

O novo IQS proposto é atribuído a cada caçamba e consiste no somatório dos três critérios anteriormente detalhados, conforme a Equação 2.

$$\text{IQS} = (0,5 * \text{avaliação qualitativa}) + (1,5 * \text{densidade}) + (2 * \text{não conformidade}) \quad (2)$$

A classificação do novo IQS está pautada na seguinte escala:

- $10 < \text{IQS} < 8$, a caçamba é classificada como “boa”;
- $7 < \text{IQS} < 5$, a caçamba é classificada como “regular”;
- $4 < \text{IQS} < 0$, a caçamba é classificada como “ruim”.

5.5 VALIDAÇÃO DO NOVO MÉTODO

Os dados utilizados para a validação do novo método são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5: Validação do novo método

CTR Nº	08	10	18	24	25	26	27	31	32	34	35
Data	07/10/2015	28/10/2015	11/12/2015	21/10/2015	22/10/2015	17/11/2015	02/10/2015	22/10/2015	17/11/2015	17/11/2015	11/12/2015
Densidade teórica	2,40	2,40	2,20	1,15	1,15	1,15	1,15	1,50	1,50	0,60	0,13
Densidade Calculada	1,26	2,29	1,00	1,21	0,80	1,24	1,08	1,10	2,73	0,95	2,42
IQS sistema	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Regular	Boa
Resíduos sistema	Concreto	Concreto	Blocos	Terra/solo	Terra/solo	Terra/solo	Terra/solo, Galhos e poda	Cascalho	Cascalho, Pavimento asfáltico, Revestimento cerâmico, Galhos e poda	Galhos e poda, Pré-moldados, Revestimento cerâmico, Pavimento asfáltico	Tubos de PVC
Mistura observada	Concreto, Pavimento asfáltico, Terra/solo	Concreto, Revestimen to cerâmico	Terra/solo, Pavimento asfáltico, Papel, EPI	Terra/solo, Revestimen to cerâmico	Terra/solo, Revestimen to cerâmico	Terra/solo, Concreto	Galhos e poda, Borracha, Tijolo, Orgânicos, Lata de tinta, Madeira, Plástico	Terra/solo, Revestimen to cerâmico	Terra/solo, Revestimento cerâmico, Lata de tinta, Plástico, Cano PVC, Lixa, Arame, Estrutura de ferro, Papelão	Terra/solo, Revestimento cerâmico, Borracha, Fita PP, Papelão, Plástico, EPI, Saco de cimento, Madeira, Resto de tinta, Tecido	Tubos de PVC, Terra/solo, Pavimento asfáltico, Orgânicos

Aplicando o novo método, os resultados do novo IQS estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6: Resultado do novo IQS das caçambas

Nº CTR	Avaliação qualitativa	Densidade	Não conformidade	IQS	Classificação
08	0	1	2	7	Regular
10	1	2	2	7,5	Boa
18	0	0	0	0	Ruim
24	1	2	2	7,5	Boa
25	1	1	2	6	Regular
26	1	0	2	4,5	Regular
27	0	2	0	3	Ruim
31	1	1	2	6	Regular
32	0	1	0	1,5	Ruim
34	0	1	0	1,5	Ruim
35	0	0	0	0	Ruim

Fonte: Autoria própria

Com estes resultados (Tabela 6), obteve-se 2 caçambas com classificação “boa”, 4 com “regular” e 5 “ruim”. Se comparado ao IQS do *software* WM, mostrado na Tabela 5, 10 caçambas foram classificadas como “boa” e apenas 1 como “regular”, o que significa que pelo novo método há mais rigor na avaliação da qualidade da segregação dos resíduos.

Se aplicado o conceito de IQS global previsto no *software* WM (Equação 1), pelo novo IQS das caçambas, o IQS global resulta em 4 pontos, o que considera a situação como “ruim”. Já pelo IQS do *software* WM (Tabela 2), o valor global foi de 2,96, o que considera as caçambas como “boas”. Assim, pode-se constatar que os valores de IQS obtidos com o novo método, se comparados ao método utilizado pelo *software* WM, evidenciam o afirmado por alguns autores: que somente uma avaliação qualitativa não expressa a realidade.

6. CONCLUSÃO

- Há a necessidade da inclusão de novos parâmetros ao IQS existente no *software* WM, uma vez que os resultados atualmente registrados não expressam a realidade da segregação das caçambas na obra estudada;
- O principal ponto frágil do atual IQS existente no *software* WM é a subjetividade da avaliação qualitativa feita pelo usuário;
- As oportunidades de melhoria identificadas neste trabalho foram a inserção de dois novos parâmetros ao IQS (proporção da densidade real das caçambas em relação à densidade calculada e tipos de não conformidades observadas nas misturas de resíduos) e a atribuição de pesos maiores a estes parâmetros;
- O novo método proposto mostrou-se mais criterioso e representa com mais precisão a realidade das caçambas estudadas, podendo, portanto, ser utilizado nos momentos de tomada de decisão da empresa geradora de resíduos da construção civil.

7. RECOMENDAÇÕES

Apesar do trabalho ter cumprido o seu objetivo e ter apresentado um novo método de avaliação, principalmente considerando um peso menor para a análise qualitativa, a subjetividade do usuário sempre estará presente, tendo que haver treinamento e capacitação do operador.

O *software* só é capaz de gerar resultados que avaliam a qualidade da segregação quando, preliminarmente, houver um planejamento adequado e um profissional que conscientize e capacite a equipe. Nenhum *software*, por mais ajustado e melhorado, é capaz de gerar resultados reais se estiverem utilizando dados que não retratam a realidade.

Sendo assim, para que este método seja válido e expresse a realidade, é necessário:

- Treinamento do usuário para operar o *software* adequadamente;
- Sensibilização do usuário para que ele faça o preenchimento correto dos itens a serem avaliados;
- Incentivo e cobrança da alta administração da empresa, realizando auditorias periódicas para avaliar o funcionamento do método;
- Monitoramento do processo.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9000**: sistema de gestão de qualidade. Rio de Janeiro, 2015.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9001**: sistema de gestão de qualidade - requisitos. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: resíduos sólidos – classificação. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10006**: procedimentos para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10007**: amostragem de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14000**: sistema de gestão ambiental. Rio de Janeiro, 2004.

ANDRADE, Fábio Fellipe de. **O método de melhorias PDCA**. 2003. 169 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Engenharia da Construção Civil e Urbana, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

ANGULO, Sérgio Cirelli. **Variabilidade de agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados**. 2000. Disponível em: <file:///C:/Users/roberto.lima/Downloads/variabilidade_sergio_angulo.pdf>. Acesso em: 13 set. 2015.

BERTOL, Alessandra Cardoso; RAFFLER, Andréia; SANTOS, Jaqueline Pimentel dos. **Análise da correlação entre a geração de resíduos da construção civil e as características das obras**. 2013. 70 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção Civil, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br:8080/jspui/bitstream/1/1054/1/CT_EPC_2012_2_15.PDF>. Acesso em: 21 abr. 2016.

BRASIL. Resolução CONAMA no 307, de 5 de julho de 2002. **Estabelece diretrizes, critério e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 jul. 2002.

BRASIL. Ministério das Cidades (2005). Ministério do Meio Ambiente. **Área de manejo de resíduos da construção e resíduos volumosos: orientação para o seu licenciamento e aplicação da Resolução Conama 307/2002.** Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/srhu_urbano/_arquivos/4_manual_implantao_sistema_gesto_resduos_construo_civil_cp_125.pdf. Acesso em: 13 set. 2015.

BRASIL. Constituição (2008). Decreto Federal nº 6514, de 22 de julho de 2008. **Dispõe Sobre As Infrações e Sanções Administrativas Ao Meio Ambiente.**

BRASIL. Constituição (2010). Decreto nº 7404, de 23 de dezembro de 2010. **Institui A Política Nacional de Resíduos Sólidos, Cria O Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e O Comitê Orientador Para A Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e Dá Outras Providências.**

BRASIL. Constituição (2010). Lei nº 12305, de 02 de agosto de 2010. **Institui A Política Nacional de Resíduos Sólidos; Altera A Lei no 9.605, de 12 de Fevereiro de 1998; e Dá Outras Providências.** Brasília, DF, 02 ago. 2010.

BRASIL. Resolução nº 431, de 24 de maio de 2011. **Altera O Art. 3o da Resolução no 307, de 5 de Julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente CONAMA, Estabelecendo Nova Classificação Para O Gesso.** Brasília, DF, 25 maio 2011.

BRASIL. Resolução nº 469, de 29 de julho de 2015. **Altera A Resolução Conama no 307, de 05 de Julho de 2002, Que Estabelece Diretrizes, Critérios e Procedimentos Para A Gestão dos Resíduos da Construção Civil.** Brasília, DF, 30 jul. 2015.

BRASIL. **Construção Sustentável.** 2015. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/urbanismo-sustentavel/construcao-sustentavel>. Acesso em: 05 out. 2015.

CAMPOS, Lucila Maria de Souza; MELO, Daiane Aparecida de. **Indicadores de desempenho dos Sistemas de Gestão Ambiental (SGA): uma pesquisa**

teórica. 2008. Disponível em: <<http://www.prod.org.br/files/v18n3/v18n3a09.pdf>>. Acesso em: 31 maio 2016.

CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC - Controle da Qualidade Total: No estilo japonês.** 8. ed. Nova Lima: Indg Tecnologia e Serviços Ltda, 2004. 256 p.

CORAL, Eliza. **Modelo de Planejamento Estratégico para a sustentabilidade empresarial.** 2002. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/82705/189235.pdf?seq>>. Acesso em: 31 maio 2016.

COSTA, Dayana Bastos. **Diretrizes para concepção, implementação de uso de sistemas de indicadores de desempenho para empresas da construção civil.** 2003. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/3457/000388633.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 16 set. 2015.

DALLA ZANNA, Caio. **Proposta de sistema informatizado de monitoramento e controle da gestão de resíduos sólidos de construção civil para empresas construtoras.** 2014. 159 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Edificações e Saneamento, Centro de Tecnologia e Urbanismo, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.

DIAS, Flávia M. G. S.; PIRES, Vanessa Aparecida Vieira; CIRIBELI, João Paulo. **O PDCA COMO METODOLOGIA DE INDICADOR DE DESEMPENHO: uma análise das equipes da empresa ENERGISA.** 2007. Disponível em: <http://www.convibra.org/upload/paper/adm/adm_3378.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2016.

FARIA, Carine Almeida; ARANTES, Daniel. **ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE GESTÃO DE QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL.** 2012. 91 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Engenharia, Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos, Barretos, 2012.

FIGUEIRÓ, Wendell Oliveira. **Racionalização do Processo Construtivo de Edifícios em Alvenaria Estrutural.** 2009. Disponível em: <[http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/Monografia Wendell Oliveira Figueiró - Versão final - 30.01.pdf](http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/Monografia%20Wendell%20Oliveira%20Figueir%C3%B3%20-%20Vers%C3%A3o%20final%20-%2030.01.pdf)>. Acesso em: 30 maio 2016.

FISCHMANN, Adalberto A.; ZILBER, Moisés Ari. **UTILIZAÇÃO DE INDICADORES DE DESEMPENHO COMO INSTRUMENTO DE SUPORTE À GESTÃO**

ESTRATÉGICA. 1999. Disponível em:
<<http://www.anpad.org.br/admin/pdf/enanpad1999-ae-11.pdf>>. Acesso em: 31 mar. 2016.

FRAGA, Samira Vitalino. **A QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL: UMA BREVE REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DO TEMA E A IMPLEMENTAÇÃO DA ISO 9001 EM CONSTRUTORAS DE BELO HORIZONTE.** 2011. 77 f. Monografia (Especialização) - Curso de Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011. Disponível em: <<http://pos.demc.ufmg.br/novocecc/trabalhos/pg2/72.pdf>>. Acesso em: 22 abr. 2016.

FREITAS, Fernando. **SUBJETIVIDADE E AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO.** 2009. Disponível em: <<http://www.webartigos.com/artigos/subjetividade-e-avaliacao-de-desempenho/15089/>>. Acesso em: 08 maio 2016.

FORMOSO, C. T.; CESARE, C. M. C.; LANTELME, E. M. V.; SOIBELMAN, L.; **As perdas na construção civil: Conceitos, classificação e seu papel na melhoria do setor.** Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 1996.

GASPARINI, Vanessa Lupi. **Análise das inter-relações de indicadores econômicos, ambientais e sociais para o desempenho sustentável: um instrumento de monitoramento da sustentabilidade organizacional.** 2003. Disponível em: <<http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/85159>>. Acesso em: 31 maio 2016.

GOMES FILHO, Antonio Costa et al. **Erros humanos: considerações sob um ponto de vista cognitivo aplicado a processos criativos de negócios.** 2009. Disponível em: <<http://pepsic.bvsalud.org/pdf/cc/v14n1/v14n1a14.pdf>>. Acesso em: 07 maio 2016.

HOLANDA JÚNIOR, Osvaldo Gomes de. **Influência de recalques em edifícios de alvenaria estrutural.** 2002. 224 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Estruturas, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2002.

KRAEMER, Maria Elisabeth Pereira. **Indicadores ambientais como sistema de informação.** 2004. Disponível em:
<http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2004_Enegep1002_0087.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2016.

LIMA, Rosimeire Suzuki; LIMA, Ruy Reynaldo Rosa. **Guia para Elaboração de Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil**. 2009. Disponível em: <http://www.cuiaba.mt.gov.br/upload/arquivo/cartilhaResiduos_web2012.pdf>. Acesso em: 03 out. 2015.

LONDRINA. Lei Ordinária nº 4806, de 10 de outubro de 1991. **Estabelece A Política Municipal do Meio Ambiente, Seus Fins e Mecanismos de Formulação e Aplicação, Cria O Conselho Municipal do Meio Ambiente e Instituiu O Fundo Municipal do Meio Ambiente**. Londrina, PR.

LONDRINA (Município). Constituição (2009). Decreto nº 768, de 23 de setembro de 2009. **Institui O Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil no Município de Londrina-pr, Disciplina Os Transportadores de Resíduos em Geral e Dá Outras Providências**. Londrina, PR.

LONDRINA. Lei Municipal nº 11471, de 05 de janeiro de 2012. **Institui O Código Ambiental do Município de Londrina**. Londrina, PR.

MATTOS, Bernardo Bandeira de Mello. **ESTUDO DO REUSO, RECICLAGEM E DESTINAÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO**. 2013. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10009307.pdf>>. Acesso em: 30 maio 2016.

MEIRA, Alexsandra Rocha et al. **METODOLOGIA PARA REDUÇÃO DAS PERDAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL**. 1998. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/8188/1/1998_eve_lfmheineck_metodologia.pdf>. Acesso em: 03 out. 2015.

MELLO, Carlos Henrique Pereira. **Gestão da qualidade**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2011. 173 p.

PALIARI, José Carlos. **Metodologia para a coleta e análise de informações sobre consumos e perdas de materiais e componentes nos canteiros de obras de edifícios**. 1999. 473 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Engenharia, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14. ed. Piracicaba: Nobel, 2000. 477 p.

PINTO, Tarcísio de Paula. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 1999. Disponível em: <<http://www.casoi.com.br/hjr/pdfs/GestResiduosSolidos.pdf>>. Acesso em: 13 set. 2015.

RODRIGUES, Matheus de Luna. **GANHOS NA CONSTRUÇÃO COM A ADOÇÃO DA ALVENARIA COM BLOCOS CERÂMICOS MODULARES**. 2013. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10006647.pdf>>. Acesso em: 31 mar. 2016.

SANTOS, Ana Paula Oliveira dos. **Erro Humano em Sistemas Web**. 21--. Disponível em: <<http://www.ime.usp.br/~ana/Monografias/ErroHumano.pdf>>. Acesso em: 07 maio 2016.

SANTOS, Larissa Carrera Fernandes dos. **AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS DA CONSTRUÇÃO: COMPARAÇÃO ENTRE SISTEMAS CONSTRUTIVOS EM ALVENARIA E EM WOOD LIGHT FRAME**. 2012. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/793/1/CT_CECONS_II_2012_07.pdf>. Acesso em: 01 out. 2015.

SANTOS, Marcus Daniel Friederich dos. **Técnicas construtivas em alvenaria estrutural: contribuição ao uso**. 1998. Disponível em: <<http://www.ceramicapalmadeouro.com.br/downloads/santos1998.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2016.

SICHE, Raúl et al. **ÍNDICES VERSUS INDICADORES: PRECISÕES CONCEITUAIS NA DISCUSSÃO DA SUSTENTABILIDADE DE PAÍSES**. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asoc/v10n2/a09v10n2>>. Acesso em: 03 jun. 2016.

SINDUSCON (Minas Gerais). **GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL**. 2008. Disponível em: <www.projeto reciclar.ufv.br/docs/cartilha/residuos_solidos.pdf>. Acesso em: 20 set. 2015

TANAKA, Oswaldo y; MELO, Cristina. **AVALIAÇÃO DE PROGRAMA DE SAÚDE DO ADOLESCENTE: um modo de fazer**. 2001. Disponível em: <<http://people.ufpr.br/~nilce/metci.contrib.deJoel.abordagensqualiequantii.pdf>>. Acesso em: 17 maio 2016.

ZAMBERLAN, Elizabete Sarzi. **Estatística descritiva**. São Paulo: Usp, 2003.