

**UNIVERSIDADE DE RIBEIRÃO PRETO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS, NATURAIS E TECNOLOGIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA AMBIENTAL**

JÚLIO CÉSAR ROGÉRIO GIMENES

**PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO DO PROGRAMA BRASILEIRO DE
QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DO HABITAT – PBQP-H COMO
FERRAMENTA PARA CONTROLE E DESTINAÇÃO ADEQUADA DOS
RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL - RCC**

**RIBEIRÃO PRETO
2017**

Júlio César Rogério Gimenes

**PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO DO PROGRAMA BRASILEIRO DE
QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DO HABITAT – PBQP-H COMO
FERRAMENTA PARA CONTROLE E DESTINAÇÃO ADEQUADA DOS
RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL - RCC**

**Dissertação apresentada ao Centro de
Ciências Exatas, Naturais e Tecnologias
da Universidade de Ribeirão Preto para
obtenção do título de Mestre em
Tecnologia Ambiental.**

**Orientador: Prof. Dr. Reinaldo Pisani
Junior**

RIBEIRÃO PRETO

2017

Ficha catalográfica preparada pelo Centro de Processamento Técnico da
Biblioteca Central da UNAERP

- Universidade de Ribeirão Preto -

G491p Gimenes, Júlio César Rogério, 1970-
Proposta de utilização do Programa Brasileiro de Qualidade e
Produtividade do Habitat – PBQP-H como ferramenta para controle
e destinação adequada dos Resíduos da Construção Civil – RCC /
Júlio César Rogério Gimenes. – Ribeirão Preto, 2017.
96 f.: il. color.

Orientador: Prof. Dr. Reinaldo Pisani Junior.

Dissertação (mestrado) - Universidade de Ribeirão Preto,
UNAERP, Tecnologia Ambiental. Ribeirão Preto, 2017.

1. Resíduos da Construção Civil. 2. Desperdício. 3. Reciclagem.

I. Título.

CDD 628

JÚLIO CÉSAR ROGÉRIO GIMENES

**PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO DO PROGRAMA BRASILEIRO DE
QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DO HABITAT – PBQP-H COMO
FERRAMENTA PARA CONTROLE E DESTINAÇÃO ADEQUADA DOS
RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL - RCC**

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências Exatas, Naturais e Tecnologias da Universidade de Ribeirão Preto para obtenção do título de Mestre em Tecnologia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Reinaldo Pisani Júnior

Aprovação 03/02/2017

BANCA EXAMINADORA

**Prof. Dr. Reinaldo Pisani Júnior - Orientador
Universidade de Ribeirão Preto**

**Prof. Dr. Olímpio Gomes da Silva Neto
Instituto Federal Sul de Minas Gerais**

**Prof^a Dr^a Luciana Rezende Alves de Oliveira
Universidade de Ribeirão Preto**

Ribeirão Preto

2017

Dedico este trabalho a minha esposa e filhos que sempre me apoiaram em
todos os momentos de minha vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por ter concedido mais esta oportunidade em minha vida.

Ao meu orientador, pela competência, paciência e confiança que possibilitaram a elaboração deste trabalho.

Muito obrigado!

RESUMO

Os resíduos da construção civil (RCC) requerem gerenciamento adequado em razão das quantidades geradas e do potencial poluidor associado. Outro aspecto relevante é o desperdício de materiais durante o processo executivo, que contribui para a elevação das taxas de geração de RCC, em contraposição ao princípio de não geração como melhor maneira de se reduzir o montante de RCC produzido. O presente trabalho propôs a inserção de indicadores de geração de RCC no instrumento de controle da qualidade dos serviços executados presente no Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H). Nas Fichas de Verificação de Serviço (FVS) são previstos os materiais e procedimentos praticados nas diferentes etapas construtivas, que permitiram inferir sobre os tipos de RCC gerados no processo executivo. As estimativas das quantidades de resíduos produzidos foram baseadas nos índices de perdas utilizados Sistema Nacional de Preços e Índices da Construção Civil (SINAPI), que representaria o desperdício mínimo, e índices médios disponíveis na literatura especializada, que corresponderia a valores intermediários. O método proposto foi aplicado a uma obra hipotética de habitação popular com 500 unidades habitacionais, de uma tipologia de casa com 48,00 m² de área construída. A partir do controle dos resíduos gerados e dos preços unitários contidos na planilha orçamentária do empreendimento, foi possível estimar os custos relativos às perdas de material, à destinação de RCC e receita proveniente da venda de materiais recicláveis. A geração de RCC foi estimada em 1.631 t, que corresponderiam a 67 kg/m², com base nas perdas previstas no SINAPI. Já, a partir dos índices médios descritos na literatura técnica, o montante de RCC produzido seria de 4.696 t, que resultariam em 195 kg/m². Em sequência, constatou-se que 5% do custo total das unidades habitacionais ocorreu em decorrência do desperdício de materiais, da necessidade de destinação ambientalmente adequada dos RCC, incluída a receita da venda dos materiais recicláveis. Em consonância com o propósito do PBQP-H de certificar os empreendimentos quanto à qualidade das técnicas e procedimentos utilizados nas obras civis e em alinhamento com os princípios de minimização, reciclagem, tratamento e disposição final ambientalmente adequada, foi disponibilizado um método, que viabilizou estimar, classificar os RCC nas classes A, B, C e D, com referência à Resolução CONAMA 307/2002 e correlatas, além de totalizar as quantidades produzidas e perfazer um indicador de geração na forma de massa de RCC por unidade de área construída. Por fim, foi proposta a estratificação em de 67 kg/m² a 150 kg/m² para qualificar o empreendimento como em condições adequadas, de 150 kg/m² a 195 kg/m² como em condições aceitáveis, porém com possibilidade de melhoria nas práticas utilizadas, e acima de 195 kg/m² como em condições inadequadas.

Palavras-chave: Resíduos da Construção Civil, desperdício, reciclagem, qualidade, processo produtivo.

ABSTRACT

Waste from construction (RCC) requires adequate management due to the quantities generated and the associated potential polluter. Another relevant aspect is the waste of materials during the executive process, which contributes to the increase of the RCC generation rates, in opposition to the principle of non-generation as a way to reduce the amount of RCC produced. The present work proposed the insertion of indicators of RCC generation in the instrument of quality control of the services performed present in the Brazilian Program of Quality and Productivity of Habitat (PBQP-H). In the Service Checks (FVS), the materials and procedures practiced in the different construction stages are provided, which allowed to infer about the types of RCC generated in the executive process. The estimates of the quantities of waste produced were based on the National System of Prices and Indexes of Construction (SINAPI), which would represent the minimum waste, and average indices available in specialized literature, which would correspond to intermediate values. was applied to a hypothetical popular housing project with 500 housing units, a typology of house with 48.00 m² of built area. Based on the control of the generated residues and the unit prices contained in the enterprise budget worksheet, it was possible to estimate the costs related to material losses, the use of RCC and revenue from the sale of recyclable materials. The RCC generation was estimated at 1,631t, which would correspond to 67 kg/m², based on the losses predicted in SINAPI. Already, from the average indices described in the technical literature, the amount of RCC produced would be 4,696 t, which would result in 195 kg/m². Subsequently, it was found that 5% of the total cost of housing units occurred due to waste of materials, the need for environmentally adequate disposal of RCC, including revenue from the sale of recyclable materials. In accordance with the purpose of PBQP-H to certify projects regarding the quality of techniques and procedures used in civil works and in line with the principles of minimization, recycling, treatment and final disposal environmentally adequate, a method was made available, which made feasible to estimate, to classify RCCs in classes A, B, C and D, with reference to CONAMA Resolution 307/2002 and correlates, in addition to total quantities produced and to make an indicator of generation in the form of RCC mass per unit of constructed area. Finally, the stratification was proposed from 67 kg/m² to 150 kg/m² to qualify the project as in adequate conditions, from 150 kg/m² to 195 kg/m² as under acceptable conditions, but with the possibility of improvement in the practices used, and above 195 kg/m² as under inadequate conditions.

Keywords: Construction Waste, waste, recycling, quality, production process.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – RCC no Brasil quanto à sua origem.....	21
Figura 2 – RCC nos EUA quanto à sua origem.....	22
Figura 3 – Baias para separação a acondicionamento de RCC no canteiro.....	32
Figura 4 – Caçamba estacionária para acondicionamento e remoção de RCC.....	32
Figura 5 – Caçamba estacionária para coleta de RCC – mistura de materiais.....	36
Figura 6 – Modelo de PES – Procedimentos Executivos do Serviço.....	40
Figura 7 – Modelo de FVM – Ficha de Verificação de Materiais.....	42
Figura 8 – Modelo de FVS – Ficha de Verificação de Serviços.....	43
Figura 9 – Gabarito de madeira para locação de obra.....	45
Figura 10 – Concretagem de radier.....	46
Figura 11 – Execução de alvenaria em bloco de concreto estrutural.....	47
Figura 12 – Preparação e montagem de laje.....	48
Figura 13 – Execução de estrutura de madeira para cobertura com telha cerâmica...	49
Figura 14 – Cobertura com telha cerâmica.....	50
Figura 15 – Regularização para assentamento de piso cerâmico.....	51
Figura 16 – Assentamento de esquadrias metálicas.....	52
Figura 17 – Fixação de batentes de madeira.....	53
Figura 18 – Instalação de porta de madeira.....	54
Figura 19 – Execução de revestimento com argamassa.....	55
Figura 20 – Revestimento externo.....	56
Figura 21 – Revestimento cerâmico de paredes.....	56
Figura 22 – Assentamento de piso cerâmico.....	57
Figura 23 – Instalação de eletrodutos antes da concretagem da laje.....	58
Figura 24 – Instalação de interruptores e tomadas.....	58
Figura 25 – Tubulações de esgoto instaladas na preparação do radier.....	59
Figura 26 – Instalação de tubulação de água em paredes.....	60
Figura 27 – Instalação de louças e metais sanitários.....	60
Figura 28 – Pintura de parede com tinta látex.....	61
Figura 29 – Campo “Material Utilizado” inserido na FVS.....	64
Figura 30 – Composição de custo do SINAPI.....	64
Figura 31 – Composição de custo FDE.....	65

Figura 32 – Planta baixa da unidade habitacional.....	67
Figura 33 – Modelo de FVS com inserção de campos para controle de materiais utilizados na execução do serviço.....	77
Figura 34 – Exemplo de controle a ser realizado através da FVS.....	78

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Destinação do resíduo conforme sua classe.....	27
Quadro 2 – Reutilização de material no canteiro de obra.....	29
Quadro 3 – Opções para reciclagem de RCC no canteiro de obra.....	30
Quadro 4 – Opções de reciclagem de RCC em indústrias conforme o tipo de material separado no canteiro de obra.....	34
Quadro 5 – Resíduos previstos para cada etapa e sua classe.....	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Índices de perdas de materiais em obras (%).....	25
Tabela 2 – Planilha orçamentária de uma unidade habitacional.....	73
Tabela 3 – Cálculo da quantidade de materiais necessários para execução dos principais serviços geradores de RCC na obra analisada.....	81
Tabela 4 – Estimativa de perdas de materiais no processo executivo.....	82
Tabela 5 – Estimativa de custo dos materiais desperdiçados.....	84
Tabela 6 – Quantidade descartada por tipo de material.....	85
Tabela 7 – Resíduos da Construção Civil – RCC gerados na obra analisada.....	86
Tabela 8 – Valores unitários por tipo de material.....	87
Tabela 9 – Receitas provenientes da venda de materiais recicláveis.....	87
Tabela 10 – RCC não reciclado destinado ao aterro.....	88
Tabela 11 – Estimativa de RCC conforme índices das composições SINAPI.....	89
Tabela 12 – relação entre os índices de geração de RCC.....	89

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

cj	conjunto
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DN	Diâmetro Nominal
FDE	Fundação para Desenvolvimento da Educação do estado de São Paulo
FVM	Ficha de Verificação de Materiais
FVS	Fichas de Verificação de Serviços
IPN	Índice de Perda Normal
IPT	índice de Perda Total
MCMV	Minha Casa Minha Vida – programa habitacional do Governo Federal
MR	Massa do Resíduo
PBQP-H	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat
PEM	Peso Específico do Material
PES	Procedimentos Executivos dos Serviços
PQO	Plano de Qualidade de Obra
QRR	Quantidade de Resíduo Reciclável
QTD	Quantidade Total de Desperdício por tipo de material
QTM	Quantidade Total por tipo de Material
QTMD	Quantidade Total de Material Descartado
QTN	Quantidade Total de material Necessária para execução do serviço
QUH	Quantidade necessária para execução de uma Unidade Habitacional
RCC	Resíduos da Construção Civil
R\$	Real – Moeda corrente no Brasil
SiAC	Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
Sinduscon	Sindicato da Indústria da Construção Civil
UH	Unidade Habitacional
VR	Volume do Resíduo
VRR	Valor total da Receita proveniente do material Reciclável
VTD	Valor Total do Desperdício
VTMD	Valor Total dos Materiais Desperdiçados
VU	Valor Unitário do Serviço

VUM	Valor Unitário pago pelo Mercado
Σ	Somatória

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE TABELAS

LISTA DE QUADROS

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

1	INTRODUÇÃO.....	17
2	OBJETIVOS.....	19
2.1	OBJETIVO GERAL.....	19
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
3	REVISÃO DA LITERATURA.....	20
3.1	RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	23
3.1.1	Índices de Perdas na Construção Civil por Tipo de Material.....	25
3.2	GESTÃO E GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	26
3.3	DESTINAÇÃO AMBIENTALMENTE ADEQUADA.....	27
3.3.1	Reutilização ou Reciclagem no Canteiro.....	27
3.4	ACONDICIONAMENTO E TRANSPORTE.....	31
3.5	RECICLAGEM E TRATAMENTO DO RCC.....	33
3.6	DISPOSIÇÃO FINAL DE RCC.....	35
3.7	O PROGRAMA BRASILEIRO DE QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DO HABITAT – PBQP-H.....	37
3.7.1	O Plano de Qualidade de Obra – PQO.....	39
3.7.2	Controle dos Materiais.....	41
3.7.3	Controle dos Serviços.....	42
3.7.4	Índices de Sustentabilidade no PBQP-H.....	44
3.8	ETAPAS DA OBRA.....	45
3.8.1	Locação da Obra.....	45
3.8.2	Execução de Radier.....	46
3.8.3	Alvenaria em Bloco de Concreto Estrutural.....	46
3.8.4	Laje Pré-moldada em Concreto Armado.....	48
3.8.5	Estrutura de Madeira para Telhado.....	49
3.8.6	Cobertura com Telha Cerâmica.....	50

3.8.7	Regularização para Assentamento de Piso Cerâmico.....	50
3.8.8	Assentamento de Esquadrias Metálicas.....	51
3.8.9	Colocação e fixação de batentes e portas de madeira.....	52
3.8.10	Revestimento interno com argamassa.....	54
3.8.11	Revestimento externo com argamassa	54
3.8.12	Revestimento cerâmico para paredes.....	55
3.8.13	Revestimento cerâmico para pisos.....	56
3.8.14	Instalações Elétricas.....	57
3.8.15	Instalações hidráulicas e sanitárias.....	59
3.8.16	Instalação de louças e metais sanitários.....	60
3.8.17	Pintura interna.....	61
3.8.18	Pintura externa.....	61
3.9	CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE LITERATURA.....	62
4	MATERIAL E MÉTODOS	63
4.1	INSERÇÃO DE INDICADORES DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NAS FICHAS DE VERIFICAÇÃO DE SERVIÇOS.....	63
4.2	CÁLCULO DOS QUANTITATIVOS DE MATERIAIS PARA EXECUÇÃO DA OBRA.....	66
4.3	CÁLCULO DAS ESTIMATIVAS DE RCC.....	68
4.4	CONTROLE DOS SERVIÇOS.....	71
4.5	CONTROLE ATRAVÉS DA FVS.....	71
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	73
5.1	CONTROLE DO RCC E MATERIAL UTILIZADO ATRAVÉS DA FVS.....	76
5.2	CÁLCULO DAS PERDAS E GERAÇÃO DE RCC NO PROCESSO EXECUTIVO.....	81
5.3	CÁLCULO DE PREJUÍZO CAUSADO POR PERDAS NO PROCESSO EXECUTIVO.....	82
5.4	CÁLCULO ESTIMADO DA QUANTIDADE DE RCC GERADO.....	84
5.5	CÁLCULO DA RECEITA PROVENIENTE DA VENDA DE MATERIAIS PARA RECICLAGEM.....	87
5.6	CÁLCULO DO RCC NÃO RECICLADO E DESCARTADO.....	88
6	CONCLUSÕES.....	91
	REFERÊNCIAS.....	92

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, percebe-se na construção civil, a geração de uma grande quantidade e diversidade de resíduos, comumente chamados de entulho, evidenciando um grande desperdício de materiais e um consequente aumento do custo das obras, além de causar grandes prejuízos ambientais, pois esses resíduos tendem a ser depositados clandestinamente em terrenos baldios, margens de rios e córregos, provocando sérios problemas como assoreamento e contaminação da água e do solo.

Pode-se, então, citar os elevados gastos por parte da Administração Pública na limpeza e remoção dos Resíduos da Construção Civil (RCC) de locais inapropriados, onde normalmente são descartados e na sua correta destinação, além da dificuldade em se conseguir espaço físico, uma vez que os aterros disponíveis têm sua capacidade esgotada rapidamente por materiais que foram simplesmente descartados pela falta de qualidade e racionalidade de sua utilização.

Segundo o Sinduscon-SP (2015), os Resíduos da Construção Civil (RCC) são provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como, tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc. A geração dos resíduos ocorre de forma difusa nas cidades, sendo que a maior parcela é proveniente de reformas e da autoconstrução – cerca de 70% do volume gerado.

Ainda segundo o Sinduscon-SP (2015), no conjunto de iniciativas necessárias para o avanço da construção sustentável no país, a gestão de resíduos é, provavelmente, a que mais rápido pode oferecer resultados significativos.

Decorre, ainda, que grande parte destes resíduos é decorrente do desperdício de materiais na obra e que, tal desperdício decorre, na maioria das vezes, de falhas na execução e no processo produtivo.

O presente trabalho consiste num estudo sobre os prejuízos causados pelo desperdício desses materiais, suas consequências para a geração de RCC e a possibilidade de utilização das ferramentas de controle da produção do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat (PBQP-H), além de propor uma

destinação economicamente e ambientalmente mais adequada para estes resíduos, dando uma atenção especial para sua reciclagem ou reaproveitamento no canteiro.

O PBQP-H é um instrumento do Governo Federal que tem como meta organizar o setor da construção civil em torno da melhoria da qualidade do habitat e a modernização produtiva, através da qualificação de construtoras, mão de obra, fornecedores de materiais e serviços.

Este programa segue os princípios da ISO 9001 e é regido pelo Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil – SiAC, cujo regimento passou por revisão em dezembro de 2012, quando nele foram inseridos alguns indicadores de sustentabilidade.

Um dos indicadores refere-se à geração de resíduos da construção civil – RCC, que obriga as empresas a monitorar e quantificar o volume de RCC por mês e, ao final da obra, o volume total por metro quadrado, sem, no entanto, diferenciar o tipo de resíduo ou especificar sua destinação.

A proposta do trabalho é uma melhoria no método de controle dos serviços, inserindo indicadores que proporcionarão quantificar os resíduos gerados em cada etapa do processo, através das Fichas de Verificação de Serviços, chamadas de FVS.

Através deste controle, será possível monitorar desperdícios em diferentes etapas da obra, podendo ser adotadas medidas corretivas visando à redução deste desperdício e conseqüentemente, dos resíduos gerados na obra.

Pretende-se, também, com as melhorias propostas, proporcionar a quantificação de resíduos por tipo, afim de determinar uma destinação economicamente e ambientalmente mais adequada para esses resíduos.

Economicamente pelo fato de que uma possível reutilização ou reciclagem de materiais que seriam descartados, pode gerar redução de custos para a obra e ambientalmente pela possibilidade de se reduzir o volume de RCC a ser descartado e destinado a aterros.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Propor um método para controle da geração de RCC, através da adequação de uma ferramenta do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat – PBQP-H, a Ficha de Verificação de Serviços – FVS, de modo a proporcionar condições de identificar, classificar e quantificar a geração de resíduos da construção civil (RCC), estimar custos de destinação final e quantificar os possíveis prejuízos causados pelo desperdício de materiais.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Propor uma readequação no modelo de Fichas de Verificação de Serviços – FVS, utilizada para controle do processo executivo pelo Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat – PBQP-H, visando possibilitar a quantificação dos resíduos gerados em cada etapa do processo;
- Simular a quantidade de resíduos (RCC) gerados em uma obra de habitação popular contendo 500 unidades habitacionais de 48,23 m² cada;
- Estimar os custos ocasionados pelo gerenciamento inapropriado dos RCC na referida obra;
- Propor destinação adequada para o RCC gerado, demonstrando custos e possibilidade de retorno financeiro proveniente de reciclagem e reaproveitamento de materiais no canteiro de obras.

3 REVISÃO DA LITERATURA

Dados da UNEP (2007) indicam que o setor de Construção Civil consome aproximadamente 50% de todos os recursos naturais, responde por 25 a 40% do consumo de energia, 30 a 50% da geração de resíduos sólidos e 30 a 40% da emissão de gases de efeito estufa.

A indústria da construção civil, de acordo com Costa e Nascimento (2011) é considerada um dos mais importantes setores industriais, por ser destino final de vários outros setores.

Segundo John e Barros (2015), entre 40 e 75% dos materiais extraídos da natureza são utilizados na produção e manutenção do ambiente construído.

A geração de resíduos é proporcional à massa de materiais consumidos, pois, qualquer produto, ao final da vida útil, se transforma em resíduo. Como o setor é o maior consumidor de materiais, é também o maior gerador de resíduos.

Sendo assim, é de fundamental importância estudar-se soluções para a redução desses resíduos, principalmente aqueles que são descartados em aterros, sem tratamento.

Para John (2001), nenhuma sociedade poderá atingir o desenvolvimento sustentável sem que a construção civil, que lhe dá suporte, passe por profundas transformações.

A cadeia produtiva da construção civil apresenta importantes impactos ambientais em todas as etapas do seu processo: extração de matérias-primas, produção de materiais, construção, uso e demolição (MESQUITA, 2012).

Qualquer sociedade seriamente preocupada com esta questão deve colocar o aperfeiçoamento da construção civil como prioridade.

Kuster (2007) afirma que o setor da construção civil deve pensar na diminuição do impacto ambiental causado pelos resíduos, através da adoção da reciclagem ou reuso dos resíduos gerados. Mas com a enorme quantidade de resíduos gerados atualmente, o autor afirma que é preciso haver mais alternativas.

A redução do desperdício através de melhorias no processo produtivo seria uma delas.

Segundo Delongui et al. (2011), a grande quantidade de geração de RCC está diretamente ligada ao grande desperdício de materiais de construção que ocorre na realização dos empreendimentos da indústria da construção civil.

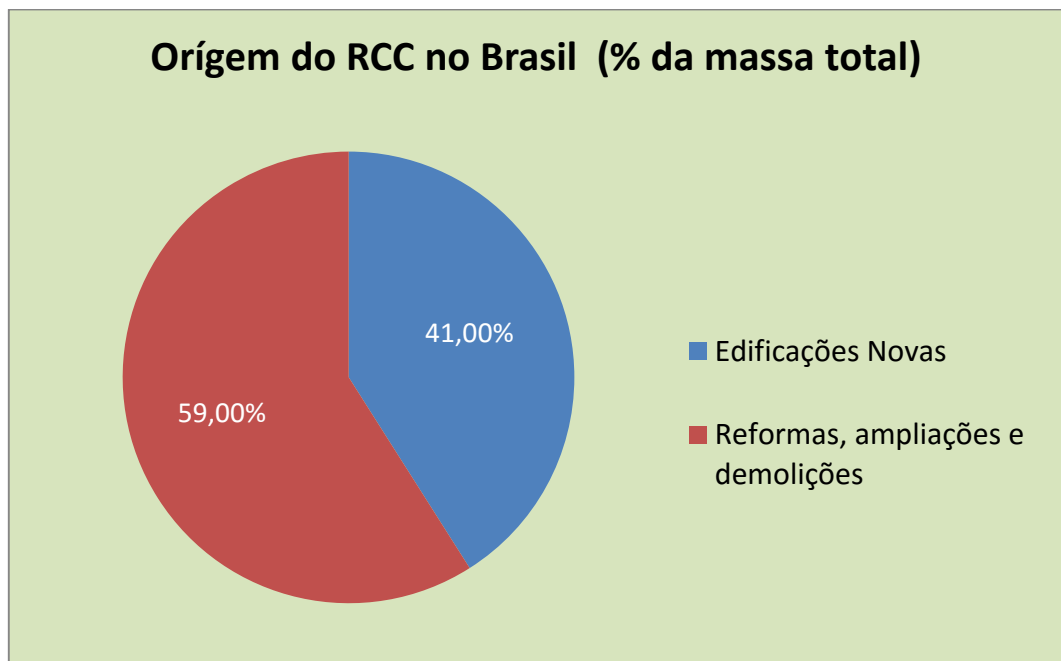
Este trabalho apresenta um estudo sobre a questão dos resíduos gerados no setor de construção de edificações habitacionais e sua ocorrência em função do desperdício de materiais durante o processo construtivo.

Segundo Costa e Rosa (2002), no setor de construção civil, um dos temas mais discutidos é a questão do desperdício. Este é caracterizado por um elevado índice do setor e uma das principais causas da redução dos recursos naturais.

O gráfico apresentado na Figura 1 mostra uma estatística dos resíduos da construção civil no Brasil conforme sua origem, de acordo com Mattos (2013). Por este gráfico, pode-se observar que um grande percentual de RCC, 41%, é gerado na execução de novas edificações.

Isto demonstra que grande parte do material utilizado é desperdiçado na execução, tendo como origem a má qualidade dos serviços, advinda principalmente da baixa qualificação da mão-de-obra, bem como, pouco investimento em tecnologias e equipamentos visando a melhoria dessa qualidade e diminuindo o desperdício de materiais.

Figura 1 – RCC no Brasil quanto à sua origem

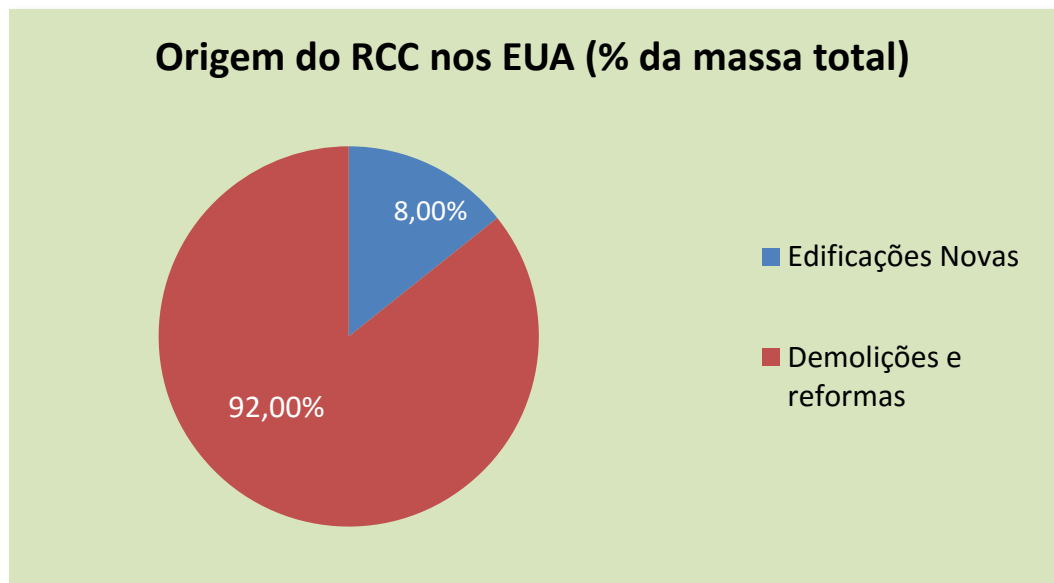


Fonte: Mattos (2013)

O gráfico apresentado na Figura 2, demonstra, segundo Mattos (2013) que, a grande maioria do RCC gerado nos Estados Unidos advém das reformas e

demolições e, um percentual bem menor que o do Brasil, somente 8%, de edificações novas, demonstrando que o desperdício de materiais no processo produtivo de novas edificações é bem menor graças à utilização de técnicas mais apuradas no processo produtivo, além da utilização de materiais pré-fabricados, cuja, montagem gera menos resíduos que o método tradicional de construção.

Figura 2 –Volume de RCC nos EUA quanto à sua origem



Fonte: Mattos (2013)

Quando se fala em desperdício a primeira ideia que vem à mente é de uma quantidade extra de um determinado produto que, durante o seu processo de fabricação ou utilização, se perdeu.

Um tipo de desperdício de materiais que não fica tão explícito são as perdas incorporadas. São perdas decorrentes de erros na execução de um determinado serviço, quando são requeridas quantidades maiores de um determinado tipo de material se comparadas às quantidades inicialmente previstas em orçamento.

Segundo Helene e Terzian (1992), o processo de produção na construção civil é dividido em quatro grandes etapas: planejamento, projeto, fabricação de materiais e componentes fora do canteiro de obras e a execução propriamente dita.

Dessas etapas, pode-se dizer que inicialmente deve-se planejar e projetar a obra com o objetivo de possibilitar o mínimo possível de desperdício de materiais. A possibilidade de se comprar materiais ou componentes fora do canteiro, pré-

fabricados em uma linha de produção industrial adequada, possibilita reduzir sistematicamente o desperdício nas etapas envolvidas.

De acordo com Soibelman (1993), no método tradicional de construção, cada etapa da obra interfere em várias outras subsequentes. Por exemplo, erros de concretagem ou deformações provocadas nas formas de madeira, podem prejudicar os alinhamentos das alvenarias, causando perdas de argamassa de revestimento. Alvenarias executadas sem levar em conta os serviços de instalações, podem levar a demolição de parte do trabalho executado, gerando uma grande quantidade de resíduos.

Nestes casos a solução é investir na qualificação dos profissionais, uma vez que, somente com o conhecimento das técnicas adequadas é possível reduzir os desperdícios, evitando retrabalhos desnecessários, tornando as construções mais sustentáveis e ainda aumentando a produtividade.

3.1 RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), através da Resolução Nº 307 de 05/07/2002, estabeleceu diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais, tendo para esse fim definido as especificações de resíduos da construção civil.

Foram definidas as responsabilidades dos geradores, dos transportadores, o gerenciamento interno e externo, a reutilização, a reciclagem, o beneficiamento, aterro de resíduos, áreas de destinação de resíduos, assim como a classificação segundo as características físico-químicas.

Esta resolução prevê, ainda o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil como instrumento para implementação da gestão da construção civil, a ser elaborado pelos Municípios e Distrito Federal.

Os resíduos da construção civil – RCC decorrem, principalmente, das perdas no processo construtivo, cujo controle é ineficaz e muitas vezes inexistente por parte dos construtores.

De acordo com a Resolução CONAMA 307 (2002) e suas alterações, resoluções CONAMA 348 (2004), 431 (2011) e 469 (2015), os resíduos da construção civil são classificados em:

Classe A - resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;

b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;

c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fio, etc.) produzidas nos canteiros de obras;

Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso;

Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação;

Classe D: são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

As mudanças implantadas pela Resolução CONAMA 307/2002 e suas alterações forçaram os governos a tomarem providências sobre a correta destinação de resíduos sólidos nos municípios brasileiros. Isso estabeleceu um controle através de uma política vinculada aos órgãos de controle.

O artigo 4º da Resolução CONAMA 307/2002 estabelece que “*os geradores deverão ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento dos resíduos sólidos e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos*”.

Sendo assim, é de grande importância que haja um aperfeiçoamento do processo produtivo, melhorando a sua eficiência, racionalizando o consumo de materiais, contribuindo assim para a não geração de resíduos, objetivo prioritário segundo a Resolução CONAMA 307/2002.

As perdas decorrentes de deficiências no processo produtivo e do desperdício de materiais provocam grandes prejuízos financeiros às empresas construtoras e, o descarte desses materiais, decorrente do desperdício, aplicação inadequada e ineficiente, provocam, por sua vez, prejuízos ainda maiores ao meio ambiente.

Os programas de qualidade implantados pelas empresas da construção civil tendem a melhorar o processo produtivo através da qualificação da mão-de-obra e padronização dos procedimentos executivos, proporcionando uma redução nas perdas e, conseqüente redução na quantidade de resíduos gerados.

3.1.1 Índices de Perdas na Construção Civil por Tipo de Material

Formoso (1996), realizou um estudo em cinco obras de empreendimentos habitacionais e comprovou que as perdas de materiais nos canteiros são maiores que as normalmente aceitas pela indústria da construção em suas estimativas de custo. Outros estudos foram realizados por Souza e Paliari (1998) e Rosa (2001).

Na Tabela 1 são mostrados os índices de perdas de matérias em obras conforme os estudos dos autores pesquisados. Esses índices serão utilizados no cálculo da estimativa de custo do desperdício na obra analisada neste trabalho.

Tabela 1 – Índices de perdas de materiais em obras

Material	Média (%)	Índice normal (%) considerado no custo (SINAPI)
Aço*	19,07	10
Concreto*	13,18	5
Argamassa*	91,25	15
Bloco de concreto*	27,64	10
Madeira para estrutura de telhado***	15	0
Telha cerâmica***	10	5
Revestimento Cerâmico**	14	10
Eletrodutos**	15	5
Condutores elétricos**	27	19
Tubos PVC**	15	5

Fontes: *Formoso (1996)

**Souza e Paliari (1998)

***Rosa (2001)

3.1.2 Índice de Geração de Resíduos da Construção Civil

Segundo Pinto (1999), a taxa de geração de resíduos da construção civil é na ordem de 150 quilos por metro quadrado.

3.2 GESTÃO E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

De acordo com a Resolução CONAMA 307/2002, os grandes geradores de resíduos da construção civil, deverão implementar planos de gerenciamento, tendo como objetivo estabelecer os procedimentos necessários para seu manejo e destinação ambientalmente adequados, devendo contemplar as seguintes etapas:

- I – Caracterização: nesta etapa o gerador deverá identificar e quantificar os resíduos;
- II – Triagem: deverá ser realizada, preferencialmente, pelo gerador na origem, ou nas áreas de destinação licenciadas para essa finalidade, respeitadas as classes de resíduos;
- III – Acondicionamento: o gerador deve garantir o confinamento dos resíduos após a geração até a etapa de transporte, assegurando a possibilidade de reutilização e de reciclagem;
- IV – Transporte: deverá ser realizado em conformidade com as etapas anteriores e de acordo com as normas técnicas vigentes para o transporte de resíduos;
- V – Destinação: deverá ser prevista de acordo com o estabelecido na Resolução CONAMA 307/2002.

Assim, segundo a Resolução CONAMA 307/2002, o RCC, após triagem, deverá ser destinado de acordo com sua classe, conforme demonstrado no Quadro 1.

Quadro 1 – Destinação do resíduo conforme sua classe

Classe	Destinação
A	Reutilização, reciclagem na forma de agregados ou encaminhamento a aterro de resíduos classe A de reservação de material para uso futuro.
B	Reutilização, reciclagem ou encaminhamento a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.
C	Armazenamento, transporte e destinação em conformidade com as normas técnicas específicas.
D	Armazenamento, transporte e destinação em conformidade com as normas técnicas específicas.

Fonte: Resolução CONAMA 307/2002

3.3 DESTINAÇÃO AMBIENTALMENTE ADEQUADA

A Resolução CONAMA 307/2002 prevê que os resíduos gerados na obra deverão ter uma destinação adequada, devendo ser observadas as normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos. Segundo Silva e Barbosa (2014), as construtoras e o setor público devem trabalhar em sintonia para que haja uma diminuição do impacto ambiental decorrente dos resíduos da construção civil.

A destinação mais usual tem sido a disposição em aterros. Porém, o encaminhamento do RCC para os aterros deve ocorrer somente depois de esgotadas as alternativas mais sustentáveis como a reutilização dos materiais e a reciclagem.

3.3.1 Reutilização ou Reciclagem no Canteiro

De acordo com John e Barros (2015), no século 20, a quantidade de materiais usados exclusivamente pela construção, aumentou em 34 vezes e a concentração da demanda em grandes cidades, aliada à proteção do ambiente no entorno, tem causado a escassez local de materiais como argila e areia e, aumentado as distâncias de transporte.

Estima-se, ainda, que a demanda por materiais à base de cimento cresça 2,5 vezes entre 2010 e 2050. Crescimento similar é esperado para a produção dos demais materiais de construção.

A extração, processamento e transporte, consomem energia, geram poluentes e resíduos, afetando biomas importantes.

Nesse contexto, a reutilização ou reciclagem do RCC no próprio canteiro de obras, é uma das alternativas mais sustentáveis para destinação do RCC.

De acordo com a Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (2014), o aproveitamento dos resíduos dos materiais dentro do próprio canteiro faz com que os materiais que seriam descartados com um determinado custo financeiro e ambiental, retornem em forma de materiais novos e sejam reinseridos na construção, evitando a retirada de novas matérias-primas do meio ambiente, reduzindo, ainda, as cargas nos aterros, o número de viagens para transporte de resíduos e as suas consequências para as cidades (trânsito) e o meio ambiente.

De acordo com o Sinduscon-SP (2005), o primeiro passo é fazer a separação dos resíduos dentro do próprio canteiro, podendo ser separados em madeira, metais, materiais cimentícios, cerâmicos, plásticos e outros. Esta separação é, de certa maneira, fácil, uma vez que, o resíduo é gerado de forma separada, ou seja, ao se trabalhar com argamassa, só poderá ser gerado resíduo cimentício; trabalhando-se no setor de marcenaria, o resíduo será de madeira, por exemplo.

No Quadro 2 são identificados alguns materiais que podem ser reutilizados no canteiro de obra.

Quadro 2 – Reutilização de material no canteiro de obra

RESÍDUO	REUTILIZAÇÃO NO CANTEIRO
Revestimentos de parede ou pavimentação	Bases para as instalações provisórias, pavimentação e revestimentos finais
Cacos de revestimentos de piso ou parede das construções pré-existentes	Revestimentos em mosaico, revestimentos das instalações Provisórias
Rochas de escavações	Pedras decorativas do paisagismo, muros de arrimo
Louças, metais, esquadrias e telhas	Aproveitamento nas instalações provisórias ou até mesmo na construção nova
Resíduos classe A (inertes) dos processos de demolição	Enchimento de valas e aterros sem necessidade de controle tecnológico mais rigoroso
Resíduos classe B (recicláveis de outras indústrias) -Embalagens	Aproveitamento de embalagens para acondicionamento de outros materiais, sempre que não houver riscos de contaminação ou alteração das características do material acondicionado
Resíduos classe B (recicláveis de outras indústrias) – metais e madeira	Aproveitamento para confecção de sinalizações, construções provisórias para estoque de materiais e baias para resíduos, por exemplo, cercas e portões
Escoramento e andaimes metálicos	Reaproveitáveis durante toda a obra
Solos	Reaterros

Fonte: Sinduscon-SP (2005)

Segundo o Sinduscon-SP (2005), o correto manejo dos resíduos no interior do canteiro permite a identificação de materiais reutilizáveis, que geram economia tanto por dispensarem a compra de novos materiais como por evitar sua identificação como resíduo e gerar custo de remoção.

Ainda de acordo com o Sinduscon-SP (2005), alguns cuidados são necessários para a reutilização e/ou reciclagem do RCC no canteiro de obra:

a) Planejar a obra já considerando as possibilidades de aproveitamento e reutilização dos materiais, conciliando os fluxos de geração de resíduos e as possibilidades de estocagem.

b) Segregação imediata para evitar contaminação e mistura dos resíduos.

c) Acondicionamento adequado e sinalização para identificação dos resíduos reutilizáveis.

d) Acompanhamento sistemático da obra, visando localizar possíveis sobras de materiais como: sacos de argamassa contendo apenas parte do conteúdo inicial, alguns blocos ou cortes de bloco inutilizados, recortes de conduítes com medida suficiente para reutilização, com a finalidade de recuperá-los de forma classificada.

No Quadro 3 são identificadas algumas opções de reciclagem do RCC no canteiro de obra.

Quadro 3 – Opções para reciclagem de RCC no canteiro de obra

RESÍDUO	RECICLAGEM NO CANTEIRO
RCC classe A inerte (concretos, pedras, cerâmicas, argamassas)	Britagem para confecção de agregados a serem utilizados no canteiro para enchimento de valas, reforço de bases de pavimentação, aterro sem necessidade de controle tecnológico, contrapisos, argamassas, blocos de vedação, meio fios, todos estes elementos desde que não tenham exigências estruturais.
Madeiramento dos tapumes e formas	Processamento das peças para novas funções no canteiro, tais como sinalizações, caixas e baias

Fonte: Sinduscon-SP (2005)

Ferreira e Thomé (2011), como exemplo para reaproveitamento do RCC, demonstraram que a utilização de uma mistura de 50% de RCC classe A com 50% de solo, melhoraram em 24% a capacidade de suporte do aterro.

Esgotadas as possibilidades de reaproveitamento ou reciclagem dentro do canteiro, os materiais separados, poderão ser destinados à reciclagem nas indústrias, conforme o tipo de material.

3.4 ACONDICIONAMENTO E TRANSPORTE

De acordo com o Sinduscon-MG (2008), devem ser adotados procedimentos para acondicionamento dos resíduos sólidos, por classe ou tipo, de forma a garantir a integridade dos materiais, sendo identificados em planta, os locais destinados à armazenagem de cada tipo de resíduo, o sistema de armazenamento, as características construtivas dos equipamentos e/ou abrigos (dimensões, capacidade volumétrica, material construtivo).

O plano de gerenciamento de resíduos da obra deverá informar os responsáveis pela coleta e transporte dos resíduos gerados no empreendimento que não possam ser reutilizados ou reciclados no canteiro de obras, os tipos de veículos e equipamentos a serem utilizados, bem como, horário de coleta, frequência e itinerário e o local de destinação do RCC.

O acondicionamento mais adequado do RCC no canteiro é através de baias que, de acordo com o Sinducon-SP (2005) são recipientes confeccionados em chapas ou placas, em madeira, metal ou tela, nas dimensões convenientes ao armazenamento de cada tipo de resíduo. Em alguns casos a baia é formada apenas por placas laterais delimitadoras e em outros casos há a necessidade de se criar um recipiente estilo “caixa”, sem tampa.

Na Figura 3 tem-se um exemplo de baias em um canteiro de obras para acondicionamento de resíduos da construção civil, separando-os por tipo de material.

O tipo mais comum de recipiente para acondicionamento de RCC antes de sua remoção do canteiro de obras, é a caçamba estacionária, que, ainda segundo o Sinduscon-SP (2015) é confeccionada com chapas metálicas reforçadas e com capacidade para armazenagem em torno de 5 m³, conforme demonstrado na Figura 4.

Deverá, ainda, ser indicado em planta o local do transbordo do resíduo dentro do canteiro de obra.

Figura 3 – Baias para separação e acondicionamento de RCC no canteiro



Fonte: Sinduscon-SP (2005)

Figura 4 – Caçamba estacionária para acondicionamento e remoção de RCC



Fonte: Sinduscon-SP (2015)

O Sinduscon-SP (2005) identifica alguns fatores que devem ser conciliados quando da coleta e remoção do RCC da obra:

- I - Compatibilização com a forma de acondicionamento final dos resíduos na obra;
- II - Minimização dos custos de coleta e remoção;
- III - Possibilidade de valorização dos resíduos;
- IV - Adequação dos equipamentos utilizados para coleta e remoção aos padrões definidos em legislação.

Os coletores de resíduos das obras são os agentes que devem remover os resíduos para os locais de destinação previamente qualificados pelos geradores e, portanto, devem cumprir rigorosamente o que lhes for determinado.

3.5 RECICLAGEM DE RCC

Para John (2001), a reciclagem é uma oportunidade de transformação de uma fonte importante de despesa, numa fonte de faturamento ou, pelo menos, de redução das despesas de deposição. Se na ponta geradora do resíduo a reciclagem significa redução de custos e até mesmo novas oportunidades de negócios, na outra ponta do processo, a cadeia produtiva que recicla reduz o volume de extração de matérias-primas, preservando recursos naturais.

Segundo o Sinduscon-SP (2015), no âmbito nacional, são gerados aproximadamente 65 milhões de toneladas de resíduos anualmente e desse montante apenas 5% são reciclados ou reutilizados. Assim, pode-se vislumbrar o quanto inexplorado é este mercado no Brasil.

De acordo com Baptista Junior e Romanel (2013), uma das maiores dificuldades para a reciclagem do RCC é que a segregação por tipo de material ocorre somente em grandes obras, sendo que, a maior quantidade de RCC é produzida nas pequenas obras.

Para Evangelista, Costa e Zanta (2010), o sucesso do processo de reciclagem depende da correta segregação dos resíduos por classe.

No Quadro 4 são demonstrados alguns exemplos de resíduos da construção civil que podem ser direcionados para a reciclagem conforme o tipo de material, indicando sua origem dentro do processo executivo da obra e sua destinação como produto final após a reciclagem.

Quadro 4 – Opções de reciclagem do RCC por tipo de material

TIPO DE MATERIAL	ORIGEM DO RESÍDUO	FORMA DE RECICLAGEM
Plásticos	Fiação, tubulações de água e esgoto	Após reprocessamento, poderá ser recolocado no mercado em outras aplicações. Ex. embalagens
Materiais cimentícios	Argamassa, concreto, blocos de alvenaria	Materiais são britados e reaproveitados como agregados.
Madeiras	Fôrmas, escoramentos, sobras da carpintaria.	Produção de chapas de madeira aglomerada.
Materiais cerâmicos	Blocos, telhas, pisos, pastilhas de revestimentos.	Os materiais são britados e reaproveitados como agregado não estrutural
Metais	Tubulações, esquadrias, fôrmas, ferramentas, cabos elétricos.	São encaminhados como sucata para depósitos de ferro-velho ou siderúrgicas

Fonte: John (2001)

Segundo John e Ângulo (2003), de forma geral, as pesquisas de reciclagem de resíduos da construção civil se limitam a aspectos do desenvolvimento técnico do material. Entretanto, a ênfase em viabilidade do mercado é um compromisso com a eficácia da pesquisa, pois os benefícios sociais de um processo de pesquisa somente vão se realizar na sua totalidade se o novo produto produzido gerar empregos, reduzir o volume de aterros, consumir resíduos ao invés de recursos naturais e evitar a contaminação do meio ambiente ou o comprometimento da saúde da população.

A viabilidade em um determinado mercado depende da viabilidade econômica do processo, da adequação do produto às normas legais e de sua aceitação pela sociedade.

Ainda de acordo com John e Ângulo (2003), o resíduo, frequentemente não é tratado como produto. O processo de gerenciamento do resíduo da construção civil afeta suas características, incluindo as possibilidades de reciclagem.

Os processos de transporte e estocagem dos resíduos gerados pela construção civil afetam decisivamente a sua reciclagem, pois, resíduos de natureza diferente são misturados nessas etapas, provocando contaminações recíprocas.

No caso de RCC, um exemplo é a colocação de caçambas junto ao meio-fio, que são contaminadas por outros tipos de resíduos, como restos de comida e até resíduos volumosos como mobílias fora de uso.

A existência de tubulação de descida e de caçamba única faz com que os resíduos gerados no canteiro de obras misturem fases diferentes, dificultando a reciclagem.

A reciclagem de RCC exige que os procedimentos de manejo e estocagem passem a ser controlados, alterando processos internos. Alteração esta que pode ser de difícil implantação por limitações de espaço e custo ou até mesmo por questões culturais.

3.6 DISPOSIÇÃO FINAL DE RCC

Segundo o Sinduscon-SP (2005), as soluções para a gestão dos resíduos da construção civil nas cidades devem ser viabilizadas de um modo capaz de integrar a atuação dos seguintes agentes:

- órgão público municipal – responsável pelo controle e fiscalização sobre o transporte e destinação dos resíduos;
- geradores de resíduos – responsáveis pela observância dos padrões previstos na legislação específica no que se refere à disposição final dos resíduos, fazendo sua gestão interna e externa.
- transportadores – responsável pela destinação aos locais licenciados e apresentação do comprovante da destinação.

De acordo com Karpinsk (2009), a redução da geração de resíduos mostra-se como a alternativa mais eficaz para a diminuição do impacto ambiental, além de ser a melhor alternativa do ponto de vista econômico.

Atualmente, a disposição final ambientalmente adequada mais utilizada pela construção civil do Brasil é a distribuição ordenada dos resíduos em aterros licenciados para este fim.

Segundo o Sinduscon-SP (2012) a geração de resíduos da construção civil ocorre de forma difusa e se concentra na sua maior parcela no pequeno gerador, cerca

de 70% do resíduo gerado, provenientes de reformas, pequenas obras e nas obras de demolição.

Em muitos municípios brasileiros, a coleta desses resíduos é feita através de caçambas estacionárias, que são fornecidas por empresas especializadas, que se responsabilizam pela coleta, transporte e destinação final em aterros devidamente licenciados.

Neste tipo de coleta, como mostra a Figura 5, ocorre a mistura de diversos tipos de materiais, inclusive materiais orgânicos, que inviabilizam a reciclagem.

Figura 5 – Caçamba estacionária para coleta de RCC – mistura de materiais



Fonte: Costa (2011)

Neste caso, a reciclagem torna-se uma alternativa pouco provável se depender da iniciativa do gerador. Uma possibilidade neste caso, seria a empresa fornecedora da caçamba proporcionar algum tipo de incentivo para que o construtor separe o material por tipo, em caçambas distintas, possibilitando assim sua reciclagem.

Reciclagem essa que seria de iniciativa da empresa coletora dos resíduos que poderia explorar economicamente esta atividade.

3.7O PROGRAMA BRASILEIRO DE QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DO HABITAT – PBQP-H

Segundo John e Barros (2015), o setor da construção civil emprega grande parcela de trabalhadores de baixa qualificação e envolve uma complexa cadeia produtiva com empresas de escalas muito diferentes, onde a informalidade é uma prática comum.

Segundo Costa e Nascimento (2011), ainda é baixo o grau de conscientização das empresas do setor quanto a adotar normas técnicas apropriadas, treinar e elevar a qualificação da mão-de-obra para elevar a produtividade.

A aplicação de estratégias para o controle e redução de perdas, inclui políticas específicas que estimulem a formação de recursos humanos de operários e gerentes, com a difusão de conhecimentos e inovações tecnológicas para a melhoria do processo construtivo, uma vez que, essas perdas, na maioria das vezes, são consequências de aspectos gerenciais do canteiro, detalhes de projeto, políticas de compras e soluções técnicas adotadas pela empresa.

O PBQP-H, Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat, é um instrumento do Governo Federal para cumprimento dos compromissos firmados pelo Brasil quando da assinatura da Carta de Istambul (Conferência do Habitat II/1996). A sua meta é organizar o setor da construção civil em torno de duas questões principais: a melhoria da qualidade do habitat e a modernização produtiva.

A busca por esses objetivos envolve um conjunto de ações, entre as quais se destacam: avaliação da conformidade de empresas de serviços e obras, melhoria da qualidade de materiais, formação e requalificação de mão-de-obra, normalização técnica, capacitação de laboratórios, avaliação de tecnologias inovadoras, informação ao consumidor e promoção da comunicação entre os setores envolvidos.

O PBQP-H é definido como um Sistema de Gestão da Qualidade específico para a construção civil e é regido pela Portaria número 582 de 5 de dezembro de 2012 que alterou a Portaria nº 118 de março de 2005 e segue os princípios da norma ISO 9001.

Esta portaria instituiu o Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil – SiAC, cujo regimento estabelece as diretrizes do programa.

A conformidade com o PBQP-H é pré-requisito para as empresas construtoras aprovarem projetos junto à Caixa Econômica Federal para participação em programas de habitação do Governo Federal, sendo também necessário para diversas linhas de financiamentos junto à Caixa e outras instituições de crédito.

De acordo com a Portaria nº 118 de 2005 do Ministério das Cidades, as empresas eram certificadas seguindo uma escala de A a D, sendo o nível D o mais baixo, que a empresa obtinha ao aderir ao programa e iniciar sua implantação e o nível A o mais alto dentro dessa escala.

De acordo com o Ministério das Cidades (2005), o nível D era concedido à empresa no momento da adesão ao programa, sendo que o processo de implantação do mesmo ocorria em duas fases e as certificações ocorriam mediante auditorias realizadas por empresas certificadoras credenciadas para este fim:

Fase 1 — Revisão realizada para verificar se a organização está pronta para certificação;

Fase 2 — Avaliação da implementação, incluindo a eficácia do sistema de gestão da organização.

Níveis B e C:

Certificação válida por um ano, emitida mediante resultados obtidos nas fases 1 e 2

Nível A:

Certificação, válida por três anos, emitida mediante resultados satisfatórios da auditoria fase 2.

Em dezembro de 2012, o Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e obras da Construção Civil – SiAC realizou mudanças em seu regimento, reduzindo para apenas dois níveis de certificação, A e B.

O PBQP-H procura se articular com o setor privado afim de que este potencialize a capacidade de resposta do Programa na implementação do desenvolvimento sustentável do habitat urbano.

Uma de suas grandes virtudes é a criação e a estruturação de um novo ambiente tecnológico e de gestão para o setor, no qual os agentes podem pautar suas ações específicas visando a modernização, não só em medidas ligadas à tecnologia

no sentido estrito (desenvolvimento ou compra de tecnologia; desenvolvimento de processos de produção ou de execução; desenvolvimento de procedimentos de controle; desenvolvimento e uso de componentes industrializados), mas também em tecnologias de organização, de métodos e de ferramentas de gestão (JANUZZI e VERCESI, 2010).

As dificuldades na implantação do PBQP-H ocorrem principalmente em função da baixa qualificação e da grande rotatividade de mão-de-obra observada atualmente na indústria da construção civil.

3.7.1 Plano de Qualidade de Obra – PQO

Em conformidade com o programa PBQP-H, de acordo com o SiAC (2012), antes do início da obra, é elaborado o Plano de Qualidade de Obra – PQO, que deverá conter as principais informações da obra em questão, como sua localização, características físicas, especificações técnicas e qualquer informação que se julgar pertinente constar neste plano.

Uma vez apresentadas as características físicas da obra, deverá ser definida sua estrutura organizacional, através de um organograma com funções e cargos necessários para a execução da obra e a relação entre eles.

Deverá conter um projeto do canteiro de obras, demonstrando onde estarão locadas as instalações provisórias da obra.

Nesta etapa, são estabelecidos os serviços que serão controlados e os procedimentos executivos para cada um desses serviços.

Os procedimentos executivos de cada serviço são descritos em fichas, as quais normalmente são denominadas (e assim o serão neste trabalho) PES – Procedimentos Executivos dos Serviços. Tais fichas têm como objetivo padronizar a execução de cada serviço de modo que todo funcionário deverá proceder da mesma maneira, seguindo os padrões de qualidade adotados pelo programa e estabelecidos no PQO.

Cada ficha PES determina os procedimentos padrões para execução do serviço conforme exemplo da Figura 6.

Nessas fichas, que podem e devem ser consultadas pelos funcionários da obra sempre que necessário, constam também os equipamentos e ferramentas necessários para a realização dos serviços, os materiais que serão utilizados, os

procedimentos executivos, o que deverá ser controlado, podendo ser definidos os limites de tolerância para cada item a ser verificado, como por exemplo, na execução de alvenarias, um limite de tolerância de cinco milímetros para paredes fora de esquadro.

Também deverá constar no PQO a destinação adequada para os resíduos sólidos e efluentes gerados pela obra, em consonância com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12305/2010) e Resolução CONAMA 307/2002.

Partindo-se do princípio de que o treinamento da mão-de-obra é a melhor maneira de se evitar retrabalho, desperdício de materiais e de mão-de-obra, o PQO deverá conter um programa de treinamentos, sendo que a empresa deverá definir qual tipo deverá ser aplicado a cada funcionário de acordo com a sua função.

Figura 6 - Modelo de PES – Procedimentos Executivos do Serviço

SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE		Versão	01
PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO DE SERVIÇO - PES		Elaborado em	Alterado em
EXECUÇÃO DE PINTURA INTERNA		01/10/2016	
EQUIPAMENTOS/FERRAMENTAS		MATERIAIS/DOCUMENTOS	
Desempenadeira de aço ou PVC; espátula; rolo de lã, pincel		Lixa nº 60, 80, 120 e 150; selador acrílico; tinta PVA ou acrílica; selador para madeira; verniz; fundo anti-ferrugem; esmalte sintético; solvente para tinta e verniz acrílico.	
Procedimentos executivos		Atenção	O que controlar
1	Lixar as paredes para remover todas as partículas soltas de poeira e sujeira; limpar e lixar esquadrias metálicas e de madeira.	Verificar se o reboco apresenta irregularidades antes de aplicação da lixa, se necessário, solicitar correções	
2	Aplicar uma demão de selador acrílico.	Verificar falhas e imperfeições no reboco. Se necessário, corrigir com argamassa de cimento branco e areia fina.	
3	Após 24h, aplicar a 1ª demão de tinta em movimentos paralelos com rolo de lã. Logo após, deverão ser colocadas as guarnições das portas e janelas e todas as tomadas e interruptores. Liberar a 2ª demão de tinta.	Verificar se portas e janelas não apresentam manchas de tinta. Manter local limpo e organizado.	Verificar acabamento na junção da laje e no encontro com os vãos de esquadrias.
4	Nas esquadrias metálicas, aplicar uma demão de fundo e duas demãos de tinta esmalte sintético. Nas esquadrias de madeira, aplicar uma demão de selador nitrocelulose e duas demãos de verniz sintético.		Verificar acabamento da pintura.

Fonte: O Autor (2016)

Deve constar no PQO tudo o que diz respeito à qualidade da obra: os procedimentos de controle dos serviços e materiais, treinamentos que deverão ser dados aos empregados da obra, procedimentos para entrega da obra, inclusive descrevendo o tipo de assistência técnica que será disponibilizada para o usuário final após a entrega.

3.7.2 Controle dos Materiais

Conforme SiAC (2012), os materiais adquiridos devem atender a todos os requisitos necessários para que o produto da empresa consiga atingir a qualidade final desejada. Para isso, são estabelecidos procedimentos padronizados para requisição, compra e recebimento de materiais na obra.

Os materiais recebidos e estocados sofrem um rigoroso controle de qualidade e rastreamento.

Através das Fichas de Verificação de Materiais – FVM, conforme modelo da Figura 7, esses materiais são inspecionados no momento de seu recebimento na obra, sendo verificados itens pré-estabelecidos para seu controle.

Os itens que deverão ser verificados constam na FVM e são estabelecidos no Plano de Qualidade da Obra – PQO.

Se o material for aprovado, é liberado e vai para o estoque, podendo ser liberado para uso. Caso contrário, deverá ser armazenado em local separado, recebendo uma sinalização de que não deverá ser utilizado, sendo seu destino definido pelo encarregado da obra, podendo ser devolvido ao fornecedor.

Também são realizados ensaios dos materiais e, a necessidade deste ensaio está estabelecida no PQO e na FVM, sendo realizados de acordo com norma técnica específica e por laboratório e profissional habilitado, podendo ser feito em laboratório montado no próprio canteiro, quando o porte da obra justificar ou em laboratório externo, contratado para este fim. Tais ensaios são realizados antes que o material seja liberado para uso. Os resultados deverão estar disponíveis na FVM.

Figura 7 - Modelo de FVM – Ficha de Verificação de Materiais

SISTEMA DA QUALIDADE								
FVM - Ficha de Verificação de Materiais								
Fornecedor/Fabricante:				Obra:				
Material:				Tipo:		Quant. Anterior	Quant. Recebida	Quant. Total
ESQUADRIAS								
Nº Nota Fiscal						Data da entrega:		
Ensaio e/ou verificação	Itens de Avaliação	SIM	NÃO	DISPOSIÇÃO DO PRODUTO				
Quantidade	A quantidade recebida está de acordo com a quantidade solicitada?			Observações:				
Aspecto Geral	Apresentam arranhões, empeno, quebraimento, ferrugem e defeitos de um modo geral?							
Esquadro	Desvio máximo de 8mm em 1m			Aprovação:				
Dimensões (Largura/Altura)	Desvio máximo de 5mm			Sim		Não		
Responsável pelo recebimento		Visto do Engenheiro/técnico/mestre-de-obra						
OBS: Os materiais serão aprovados quando todos os itens avaliados forem marcados nos quadros hachurados na cor verde								

Fonte: O Autor (2016)

De acordo com a ficha demonstrada na Figura 7, os materiais estarão aprovados para uso na obra quando todos os itens avaliados forem marcados nos quadros hachurados na cor verde.

3.7.3 Controle dos Serviços

O controle dos serviços, de acordo com o SiAC (2012), depois de ter os critérios estabelecidos no PQO, é realizado através de fichas, comumente chamadas de Fichas de Verificação de Serviços – FVS, conforme modelo da Figura 8.

Figura 8 - Modelo de FVS – Ficha de Verificação de Serviços

FVS - FICHA DE VERIFICAÇÃO DE SERVIÇO		Obra:				
		LOCAÇÃO DA OBRA				
Item de inspeção	Método de verificação	Tolerância	UH:			
			VERIFICAÇÃO			
Nível das taliscas	Através de nível a laser ou mangueira de nível após a execução das taliscas	2 mm por metro				
Acabamento da superfície	Visual após a conclusão do contrapiso	-				
Caimento nas áreas molhadas	Com utilização de água após a conclusão do contrapiso	-				
Verificação da cura	Visual após um dia	-				
Aderência com a base	Através de batidas no piso com peça metálica após 14 dias	-				
		LEGENDA	Ainda não inspecionado	Aprovado	Reprovado	Aprovado reinspeção
			Em branco	A	R	AR
OCORRÊNCIA DE NÃO-CONFORMIDADE E TRATAMENTO						
DESCRIÇÃO DO PROBLEMA		SOLUÇÃO PROPOSTA			Data	Data reinspeção
Inspeccionado por		Data de abertura da FVS		Data de fechamento da FVS		

Fonte: O Autor (2016)

Nessas fichas estão previstos os itens do serviço que serão observados na inspeção, o método de verificação, os critérios para aceitação ou rejeição do serviço, limites de tolerância para eventuais desvios e irregularidades executivas, como por exemplo, níveis das taliscas de um contrapiso ou reboco a ser executado.

Constam, ainda, nas FVS: datas de início e fim dos serviços, local, descrição de cada etapa, campo para identificação de inconformidades verificadas e para o tratamento dado à não conformidade, data da solução e liberação da etapa.

É realizada uma inspeção pelo encarregado da obra antes do início do serviço, para que o mesmo possa ser liberado para a execução.

Ao concluir a etapa, o funcionário que executou o serviço deve chamar o mestre-de-obras ou o encarregado do setor para verificação e aprovação do serviço executado.

Na FVS são anotados os resultados da verificação, ocorrendo assim a aprovação ou não do serviço realizado.

Se todos os itens verificados estiverem dentro dos limites de tolerância estabelecidos, o serviço estará aprovado e poderá ser iniciada nova etapa.

Se for verificado algum item que esteja fora do limite de tolerância, o serviço é reprovado, devendo ser anotada na ficha a solução proposta que poderá ser simplesmente refazer o serviço ou até a realização de treinamento para que o funcionário possa aperfeiçoar sua técnica de execução para aquele serviço.

Após a conclusão da correção, é realizada nova inspeção seguindo o mesmo procedimento.

3.7.4 Indicadores de Sustentabilidade no PBQP-H

O Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil –SiAC (2012) estabeleceu na lista de indicadores obrigatórios da qualidade, as seguintes métricas relacionadas a sustentabilidade:

- Indicador de consumo de água ao longo da obra: consiste em quantificar o consumo de água potável no canteiro de obras, medido mensalmente e de modo acumulado ao longo da obra em metros cúbicos por trabalhador.
- Indicador de consumo de água ao final da obra: consumo total de água potável no final da obra, em metros cúbicos por metro quadrado de área construída.
- Indicador de consumo de energia ao longo da obra: consumo de energia elétrica no canteiro de obras, medido mensalmente e de modo acumulado ao longo da obra em kWh de energia elétrica por trabalhador.
- Indicador de consumo de energia ao final da obra: consumo total de energia elétrica ao final da obra em kWh de energia elétrica por metro quadrado de área construída.
- Indicador de geração de resíduos ao longo da obra: volume de resíduos descartados (excluído solo), medido mensalmente e de modo acumulado ao longo da obra, em metros cúbicos por trabalhador.

- Indicador de geração de resíduos ao final da obra: volume total de resíduos descartados (excluído solo) medido ao final da obra em metros cúbicos por metro quadrado de área construída.

O SiAC não define metas, pois o desempenho deve ser diferente dependendo da obra e da construtora, mas é obrigatório o monitoramento.

3.8 AS ETAPAS DA OBRA

Cada etapa construtiva deve seguir os procedimentos executivos padronizados e definidos no Plano de Qualidade da Obra. Para um melhor entendimento dessas etapas, tem-se a seguir, um resumo das descrições de cada etapa controlada da obra a ser analisada.

3.8.1 Locação da Obra

De acordo com Meyer (2010), após a limpeza e nivelamento dos terrenos, as unidades habitacionais devem ser locadas conforme projeto de implantação, devendo ser utilizado gabarito em madeira para marcação dos radiers e logo após, a alvenaria da casa, conforme demonstrado na Figura 9.

Figura 9 – Gabarito de madeira para locação de obra



Fonte: Sampaio (2012)

3.8.2 Execução de Radier

Segundo Pescarini (2011), deve ser realizado o preparo manual do terreno para colocação das formas, logo em seguida, devem ser instaladas as tubulações de esgoto e entrada de água, locadas seguindo projeto específico. A seguir, aplica-se três centímetros de lastro de brita nº 1 em toda área de concretagem do radier.

Coloca-se a tela soldada sobre o lastro de brita e solicita-se a vistoria do mestre-de-obras, que irá verificar o serviço executado e liberar para concretagem.

Na Figura 10, pode-se visualizar a concretagem de um radier.

A liberação para início da próxima etapa ocorre após a verificação do resultado do ensaio de resistência à compressão após sete dias da concretagem.

Figura 10 – Concretagem de radier



Fonte: Barra (2013)

3.8.3 Alvenaria em Bloco de Concreto Estrutural

Após a aprovação da etapa de execução de radier, é liberado o início da etapa de execução de alvenarias. O encarregado da obra deverá auxiliar o profissional que irá executar o serviço, na marcação e assentamento da primeira fiada de blocos.

De acordo com Bonatelli (2016), na alvenaria estrutural, as paredes exercem as funções de sustentação e de fechamento, eliminando pilares e vigas, além de reduzirem o uso de armaduras e de fôrmas - fatores que contribuem para a redução dos custos de produção. Por outro lado, a planta precisa ser bem compartimentada, com limite para o tamanho dos vãos, uma vez que as paredes sustentam as cargas.

As paredes devem ser executadas conforme projeto específico, devendo ser observada na fase de elevação das paredes, a colocação de tubulações das instalações elétricas e de água fria que deverão estar embutidas na alvenaria que, por ter função estrutural, não poderá sofrer grandes rupturas para posterior instalação dessas tubulações.

Na Figura 11 é demonstrada a execução de paredes em alvenaria de blocos de concreto estrutural.

Deve ser efetuada uma inspeção por parte do encarregado no momento em que for atingida a altura de 1,80m nas paredes e posteriormente no momento do respaldo das paredes, uma vistoria final para liberação de nova etapa.

Nessas inspeções, são anotadas nas fichas FVS os resultados verificados e é feita a liberação para a etapa seguinte.

Figura 11 – Execução de alvenaria em bloco de concreto estrutural



Fonte: IBDA (2016)

3.8.4 Laje Pré-moldada em Concreto Armado

Após conclusão da etapa de execução da alvenaria, inicia-se a montagem da laje.

Conforme descrito por Meyer (2010), são colocados os trilhos pré-moldados, com espaçamento definido conforme tamanho da lajota a ser utilizada. Em seguida, inicia-se a montagem do escoramento.

Concluída a montagem do escoramento, inicia-se a colocação das lajotas e logo em seguida a tubulação e caixas para instalações elétricas que ficam embutidas na laje.

Tem-se na Figura 12, um exemplo da preparação de uma laje pré-moldada.

Figura 12 – Preparação e montagem de laje



Fonte: PP Paineis (2016)

Todo o serviço é concluído e, após inspeção do encarregado, libera-se a laje para concretagem.

Segue-se o procedimento padrão de concretagem, com atenção especial para o rastreamento dos ensaios que devem ocorrer com 7 e 28 dias. Este rastreamento deverá ser feito com o auxílio das fichas FVM.

Após resultado do ensaio de 7 dias do concreto e, tendo este atingido a resistência mínima esperada para a idade dos corpos de prova, a unidade habitacional será liberada para execução do telhado.

3.8.5 Estrutura de Madeira para Telhado

De acordo com Meyer (2010), deverão ser executadas as empenas (oitões), seguindo a inclinação do telhado, que é definida de acordo com o tipo de telha escolhida.

A estrutura de madeira deve ser executada seguindo os detalhes do projeto executivo, sendo que, deve ser utilizada madeira serrada de 1ª qualidade.

Após conclusão e inspeção do encarregado, o mesmo é liberado para o telhamento.

Na Figura 13, exemplo de execução de estrutura de madeira para cobertura com telha cerâmica.

Figura 13 – Execução de estrutura de madeira para cobertura com telha cerâmica



Fonte: Katiúscia (2016)

3.8.6 Cobertura com Telha Cerâmica

Ainda de acordo com Katuscia (2016), a cobertura com telha cerâmica pode ser iniciada assim que for concluída e aprovada a estrutura de madeira, sendo que foi considerada para este projeto a utilização de telha cerâmica do tipo portuguesa.

Na Figura 14 pode-se observar o andamento do serviço de cobertura com telha cerâmica.

Figura 14 – Cobertura com telha cerâmica



Fonte: Telhados SRV (2016)

3.8.7 Regularização para Assentamento de Piso Cerâmico

Segundo Meyer (2010), antes do assentamento do piso cerâmico, para a correção de pequenas irregularidades, deve ser feita uma regularização do radier com argamassa de cimento e areia na proporção 1:3, verificando-se o nível do radier, devendo ser assentadas taliscas conforme o nível projetado, sendo liberado, em seguida, a colocação da argamassa.

Na Figura 15 é demonstrada a execução desta etapa.

Figura 15 – Regularização para assentamento de piso cerâmico



Fonte: Habitíssimo (2016)

Deverão ser observados os caimentos conforme definido em projeto e rebaixos nos boxes dos banheiros.

3.8.8 Assentamento de Esquadrias Metálicas

De acordo com Sasazaki (2016), antes do assentamento das esquadrias metálicas, devem ser verificados os vãos na alvenaria e as dimensões das peças conforme projeto arquitetônico.

Pode-se visualizar o serviço de assentamento de esquadrias metálicas na Figura 16.

Após o assentamento, deverão ser conferidos os níveis das peças assentadas antes da aprovação dos serviços.

Figura 16 – Assentamento de esquadrias metálicas



Fonte: Ullian (2016)

3.8.9 Colocação e Fixação de Batentes e Portas de Madeira

Conforme manual de instalação da Cruzeiro (2016), devem ser verificados os vãos na alvenaria e as dimensões das peças conforme projeto arquitetônico.

Os batentes de madeira devem ser preparados, devendo ser colocados grampos metálicos para auxiliar a fixação na alvenaria.

Na Figura 17 é mostrada uma imagem da colocação e fixação de batentes e na Figura 18 a instalação de uma porta de madeira.

Após o assentamento, devem ser conferidos os níveis das peças assentadas antes da aprovação dos serviços.

Figura 17 – Fixação de batente de madeira



Fonte: Meia Colher (2016)

Figura 18 – Instalação de porta de madeira



Fonte: WLM (2016)

3.8.10 Revestimento Interno com Argamassa

Conforme ABCP (2016), nas paredes a serem revestidas, deve ser aplicado chapisco de cimento areia na proporção 1:3.

Logo em seguida, devem ser assentadas taliscas como guias para o revestimento a ser aplicado, respeitando-se o prumo e esquadro.

Na Figura 19, tem-se um exemplo de aplicação de revestimento interno com argamassa (reboco).

A argamassa a ser aplicada deve ser preparada em betoneira, sendo composta de cimento, cal e areia fina na proporção 1:2:9.

Figura 19 – Execução de revestimento com argamassa



Fonte: Meia Colher (2016)

3.8.11 Revestimento Externo com Argamassa

Seguem-se os mesmos procedimentos do revestimento interno, porém, deve ser adicionado aditivo impermeabilizante na argamassa a ser aplicada nas paredes externas.

Na Figura 20 pode ser visualizado o revestimento em paredes externas com argamassa de cimento cal e areia (reboco externo).

Figura 20 – Revestimento externo



Fonte: Meia colher (2016)

3.8.12 Revestimento Cerâmico para Paredes

Projetou-se para a obra a ser analisada, a aplicação de revestimento cerâmico nas paredes dos banheiros, cozinha e na parede do tanque de lavar roupas.

De acordo com Meyer (2010), as paredes onde haverá aplicação do revestimento cerâmico devem estar previamente revestidas com emboço de cimento e areia, devidamente nivelado.

Este serviço prévio deve ser conferido pelo encarregado antes do início do assentamento das peças cerâmicas.

O revestimento cerâmico deve ser aplicado com argamassa colante industrializada, utilizando-se juntas na espessura especificada pelo fabricante das peças cerâmicas e rejuntado com rejunte flexível.

Na Figura 21, tem-se uma imagem da execução do serviço de revestimento com peças cerâmicas em paredes.

Figura 21 – Revestimento cerâmico de paredes



Fonte: Meia colher (2016)

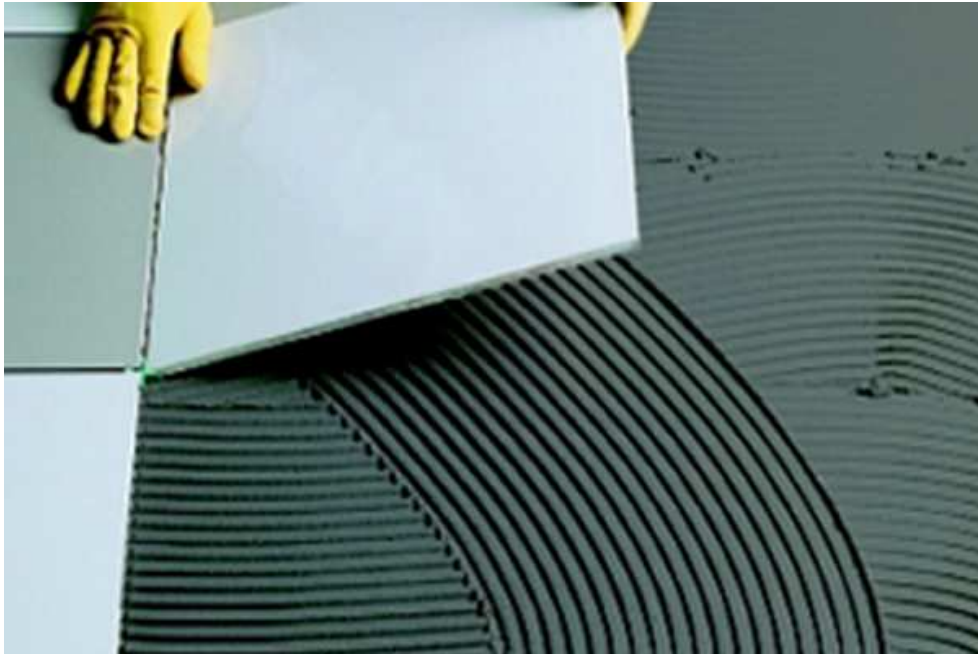
3.8.13 Revestimento Cerâmico para Pisos

De acordo com Gail (2016), o piso cerâmico deve ser executado após a conclusão da regularização da superfície, conforme item 3.8.7 e deve ser assentado utilizando-se argamassa de cimento colante industrializada, devendo ser rejuntado com rejunte flexível, seguindo-se as orientações do fabricante do piso.

Devem ser observados os caimentos e demais critérios de verificação contidos na ficha PES.

Na Figura 22 pode ser visualizada uma imagem de assentamento de revestimento cerâmico para piso.

Figura 22 – Assentamento de piso cerâmico



Fonte: IBDA (2016)

3.8.14 Instalações Elétricas

Para Meyer (2010) as instalações elétricas devem ser executadas conforme projeto específico.

Esta etapa tem início após a execução das alvenarias e antes do início do revestimento, com a execução de tubulações e colocação de caixas, sendo concluída somente após a etapa de pintura.

Na Figura 23 é mostrada a imagem da instalação de eletrodutos antes da concretagem da laje, de modo a ficarem nela embutidos e na Figura 24 a instalação de fiação e colocação de tomadas e interruptores.

Nota-se que o serviço de instalação elétrica está presente em várias fases da obra, devendo sua ficha de verificação ser concluída somente ao final da última etapa.

Figura 23 – Instalação de eletrodutos antes da concretagem da laje



Fonte: Faz fácil (2016)

Figura 24 – Instalação de interruptores e tomadas



Fonte: Secapp (2016)

3.8.15 Instalações Hidráulicas e Sanitárias

Devem ser executadas conforme projeto de instalações hidrossanitárias, considerando que algumas tubulações se encontram embutidas no radier e nas alvenarias.

Tem-se nas Figuras 25 e 26, imagens de instalações hidráulicas e sanitárias em uma unidade habitacional, em diferentes fases da obra.

A exemplo do que ocorre com as instalações elétricas, também este serviço terá sua ficha de verificação finalizada somente após concluído todo o serviço nas diferentes etapas.

Figura 25 – Tubulações instaladas na preparação do radier



Fonte: Tosetto (2016)

Figura 26 – Instalação de tubulação de água em paredes



Fonte: Miranda (2014)

3.8.16 Instalação de Louças e Metais Sanitários

Segundo Meyer (2010), deverão ser instaladas após a conclusão dos revestimentos de paredes e pisos, conforme projeto arquitetônico.

Foi demonstrada na Figura 27, imagem de louças e metais instalados.

Figura 27 – Instalação de louças e metais sanitários



Fonte: FDM (2016)

3.8.17 Pintura Interna

De acordo com Hidracor (2016), paredes internas e tetos devem ser lixados com lixa nº 60, para correção de irregularidades no reboco. Logo após, devem ser aplicadas duas demãos de selador acrílico, devendo logo em seguida serem aplicadas duas demãos de tinta látex PVA.

Todas as portas e batentes internos de madeira devem ser lixadas e logo em seguida aplicadas duas demãos de verniz incolor para madeira.

3.8.18 Pintura Externa

Ainda conforme Hidracor (2016), as paredes externas devem ser lixadas com lixa nº 60, para correção de irregularidades no reboco. Logo após, devem ser aplicadas duas demãos de selador acrílico, devendo logo em seguida serem aplicadas duas demãos de tinta látex acrílico.

Todas as esquadrias metálicas devem estar limpas e com uma demão de fundo antiferrugem, para logo em seguida serem aplicadas duas demãos de esmalte sintético.

Na Figura 28 tem-se uma imagem de pintura de parede com tinta látex.

Figura 28 – Pintura de parede com tinta látex



Fonte Aecweb (2016)

3.9 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE A LITERATURA

Ao considerar-se a literatura consultada, sobre resíduos da construção civil – RCC, o volume de RCC gerado e que este segmento é o maior gerador de resíduos sólidos, entende-se a importância de se dedicar maiores esforços no sentido de minimizar a geração desses resíduos.

De acordo com a literatura sobre o Programa Brasileiro de Qualidade no Habitat – PBQP-H, constatou-se que o mesmo ainda trata do assunto RCC muito discretamente, bem aquém do necessário e abaixo do potencial que tal programa possui no sentido de proporcionar mecanismos para redução na geração de resíduos da construção civil. Sendo assim, analisando este potencial do programa, entende-se ser necessário o aprimoramento de medidas visando este objetivo.

Nas mudanças realizadas em 2012 no regimento do SiAC - Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e obras da Construção Civil, foi incluída, para obtenção da certificação, a obrigatoriedade de monitoramento da geração de resíduos da construção civil, estabelecendo um indicador de resíduos ao longo da obra e ao final da obra.

Porém, tal indicador refere-se ao volume total de resíduos por trabalhador mês e volume total de RCC por área construída no final da obra, sem identificar ou separar os resíduos por tipo de material.

Percebe-se a necessidade de estabelecer tais indicadores por tipo de material ao longo e ao final da obra, facilitando a identificação dos materiais por tipo, quantificando separadamente cada tipo de material, proporcionando, além de ações corretivas no processo produtivo, uma destinação mais adequada aos resíduos gerados.

4 MATERIAL E MÉTODOS

No primeiro momento da pesquisa foi realizado levantamento de bibliografia especializada, tendo como referência importantes autores que abordam a temática Resíduos da Construção Civil - RCC e legislação relacionada ao tema.

Concomitantemente foi realizada a organização de documentos que normatizam a implantação do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat–PBQP-H, referentes ao processo produtivo, as resoluções CONAMA relacionadas a resíduos da construção civil e outros documentos e normas.

Dentre os documentos utilizados como ferramentas para controle da qualidade durante o processo produtivo, destacou-se a FVS – Ficha de Verificação de Serviços, conforme demonstrado na Figura 8.

4.1 INSERÇÃO DE INDICADORES DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NAS FICHAS DE VERIFICAÇÃO DE SERVIÇOS

Uma das propostas deste trabalho foi inserir no procedimento de execução dos serviços, um controle do resíduo gerado em cada etapa, além de mecanismos para quantificar o desperdício de materiais a fim de detectar suas causas e corrigi-las pontualmente com o objetivo de reduzir os desperdícios e consequentemente a redução do RCC gerado.

Para isso, foi proposta a quantificação do material necessário para a execução do serviço, sendo este quantitativo informado na ficha de Procedimento de Execução do Serviço – PES e registrado na Ficha de Verificação do Serviço – FVS a quantidade de cada material requisitado e liberado para a execução do serviço, sendo que, ao término do mesmo, no momento em que o encarregado da obra for realizar a verificação e aprovação do serviço, deverá ter sido registrada a quantidade final do material utilizado.

A diferença entre o total de material utilizado e o material calculado como necessário para realização do serviço, foi considerada como perda e, no caso, desperdício.

No modelo proposto na Figura 8, foi inserido o campo “Material Utilizado”, como demonstrado na Figura 29, onde deverão ter sido descritos os materiais utilizados para execução do serviço em questão e anotadas as quantidades necessárias para

execução e as quantidades efetivamente utilizadas para posterior cálculo de desperdícios e da quantidade de RCC gerada.

Figura 29 – Campo “Material Utilizado” inserido na FVS

MATERIAL UTILIZADO				
Descrição	QUANTIDADE NECESSÁRIA PARA EXECUÇÃO	QUANTIDADE UTILIZADA NA EXECUÇÃO	DIFERENÇA (DESPERDÍCIO)	Quantidade de RCC

Fonte: O Autor (2016)

Durante a execução dos serviços, existe uma perda normal de material, sendo que esta perda, normalmente, já foi considerada na composição de custo do serviço.

Esta perda refere-se ao material que inevitavelmente é descartado durante o processo executivo como os resíduos proveniente de recortes em peças cerâmicas a serem assentadas para revestimento de pisos ou paredes, ou sobras no corte e dobra do aço para execução de concreto armado.

Como exemplo dessa perda normal considerada na composição do custo do serviço tem-se na Figura 30, uma composição de custo do SINAPI, onde para um metro cúbico do serviço concreto usinado, foi utilizado o coeficiente de 1,05 metro cúbico de concreto.

Figura 30 – Composição de custo do SINAPI

SINAPI - SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL							
LISTA DE ITENS DA COMPOSIÇÃO							
Código Seleccionado: FUES.0043.74138/1				Localidade: SAO PAULO			
Descrição: CONCRETO USINADO NÃO BOMBEÁVEL FCK=15MPA, INCLUSIVE LANCAMENTO E ADENSAMENTO						Data Preço: 01/05/2016	
Total de Ocorrências: 6							
	Código	Descrição Básica	Unidade	Coeficiente	Custo Unitário	Total	Situação
IN x	1523	CONCRETO USINADO CONVENCIONAL (NAO BOMBEAVEL) CLASSE DE RESISTENCIA C15, COM BRITA 1 E 2, SLUMP = 80 MM +/- 10 MM (NBR 8963)	M3	1,0500000	213,08	223,73	ATIVO
CN E	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,8000000	20,46	12,27	ATIVO
CN E	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,8000000	17,55	28,08	ATIVO
CN E	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,8000000	20,46	12,27	ATIVO
CN E	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,8000000	20,46	12,27	ATIVO
CN E	90586	VIBRADOR DE IMERSÃO, DIÂMETRO DE PONTEIRA 45MM, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV - CHP DIURNO. AF_08/2015	CHP	0,3000000	1,89	0,56	ATIVO

Fonte: SINAPI (2016)

Outro exemplo dessa perda normal considerada na composição do custo do serviço pode ser visualizado na Figura 31. Nela é apresentada uma composição de custo da Fundação para o Desenvolvimento da Educação do Estado de São Paulo – FDE, onde para um quilograma do serviço Aço CA-50, foi utilizado um coeficiente de 1,15 kg do material aço CA-50.

Figura 31 – Composição de custo FDE

Relatório de Listagem de PREÇOS/Descrição Detalhada					
SERVIÇO	Descrição				Mês/Ref.
03.02.002	ACO CA 50 (A OU B) FYK= 500 M PA				Jul/2016
Código	Descrição	Unidade	Coeficiente	Preço	Sub Total
10121	FERREIRO	H	0,10000	8,00	0,80000
10122	AJUDANTE DE FERREIRO	H	0,10000	6,60	0,66000
21525	ACO CA-50-A \$MD BITOLAS	KG	1,15000	3,16	3,63400
27010	ARAME RECOZIDO N.18	KG	0,02000	6,44	0,12880
Mão Obra:	1,46000	*LS:	2,00546	SubMO:	3,46546
Materiais:	3,76280	*BDI:	2,14752	TOTAL:	9,37
*LS - Leis Sociais					
*BDI - Benefícios e Despesas Indiretas					

Fonte: FDE (2016)

Sendo assim, o quantitativo orçado é o que foi considerado como necessário para a realização do serviço, sendo que, o que excedeu este quantitativo foi considerado desperdício.

Vale lembrar que, nem sempre material desperdiçado é sinônimo de resíduo, bem como, poderá haver resíduo, mesmo que não haja desperdício na realização do serviço.

O material gasto a mais em um reboco mais espesso que o projetado em virtude de uma parede fora de prumo, por exemplo, é um desperdício de material que não foi considerado no custo da obra. Porém este desperdício foi incorporado na obra, ou seja, não foi descartado como resíduo, mas gerou prejuízo para a empresa em virtude de ter sido gasto um material desnecessário.

Por outro lado, na execução de um revestimento cerâmico de piso ou parede, poderá ter sido gasto exatamente a quantidade orçada, não havendo assim, desperdício, porém, poderá ter sido gerado um resíduo proveniente dos recortes e retalhos das peças cerâmicas utilizadas, considerada uma perda normal, cujo quantitativo já foi considerado no custo do serviço.

Por isso, foi inserido na FVS um campo para o cálculo da diferença entre material utilizado e material necessário, que funciona como indicador do desperdício de material na etapa e outro campo para se registrar a quantidade de RCC gerado no serviço.

Sendo assim, a quantidade de RCC deverá ter sido medida pelo encarregado no momento do recebimento e aprovação do serviço.

O RCC gerado em cada etapa deverá ter sido transportado e armazenado em local destinado à separação do material para posterior destinação.

Conseguiu-se, dessa forma, mais um indicador de qualidade, ou seja, estando o valor registrado no campo “desperdício” próximo de zero, pode-se considerar que o serviço realizado anteriormente foi realizado com uma boa qualidade.

Exemplo: na execução de um serviço de reboco em uma parede de alvenaria de bloco estrutural, sendo o volume de massa calculado no campo “diferença” da FVS próximo de zero, significa que a alvenaria executada anteriormente está com o prumo e esquadro corretos, ou, dentro dos limites toleráveis, demonstrando assim, a qualidade do serviço executado anteriormente ao reboco.

4.2 CÁLCULO DOS QUANTITATIVOS DE MATERIAIS PARA EXECUÇÃO DA OBRA

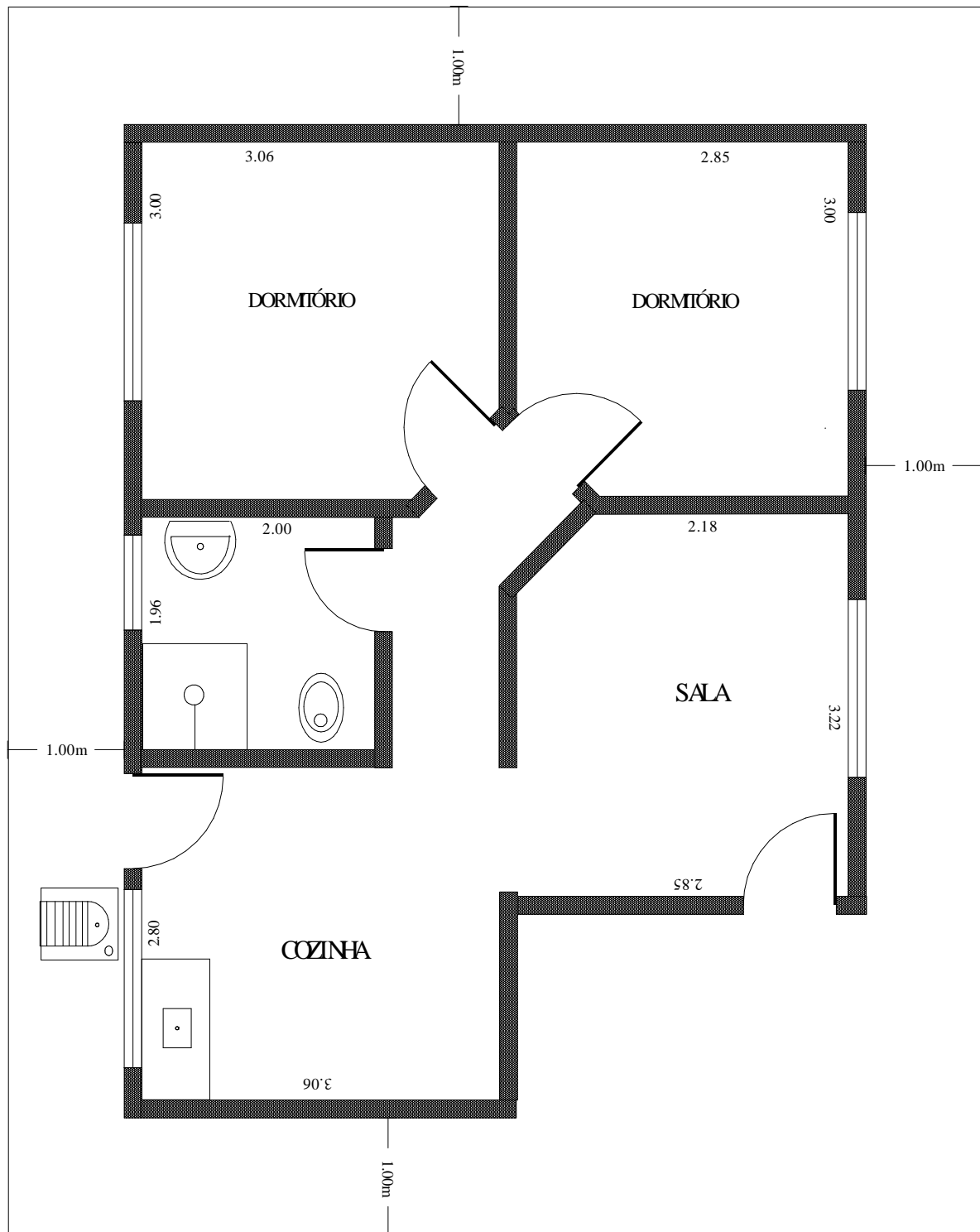
Como referência para as estimativas calculadas neste trabalho, foi considerada uma obra de habitação popular cuja tipologia é demonstrada na Figura 32. Foi estimada a construção de quinhentas unidades habitacionais desta tipologia.

Tal tipologia com área de 48,23 m² por unidade foi projetada pelo autor seguindo as especificações mínimas dos programas habitacionais de interesse social do governo federal em maio de 2016.

Com base nesta tipologia de unidade habitacional apresentada na Figura 32, foram quantificados e calculados os valores dos serviços da planilha orçamentária.

Como referência para os valores unitários da planilha da Tabela 2, foram utilizados os valores do SINAPI de maio de 2016.

Figura 32 – Planta baixa de unidade habitacional



Fonte: O Autor (2016)

A quantidade total, por tipo de material necessário para realização das unidades habitacionais foi calculada por:

$$QTM = QUH * 500 \quad (1)$$

Onde:

QTM = Quantidade total por tipo de material

QUH = Quantidade necessária para execução de uma unidade habitacional

Tomou-se por base a quantidade orçada para uma unidade, multiplicando-se por quinhentas unidades, que é a quantidade de UH total da obra. Os resultados foram relacionados na Tabela 3.

4.3 CÁLCULO DAS ESTIMATIVAS DE RCC

Uma vez quantificados os serviços necessários para a construção dessas unidades e, baseando-se nos índices de desperdício de materiais obtidos na literatura especializada pesquisada, foram calculadas as estimativas de perda de materiais no processo executivo por:

$$QTD = QTN * (IPT - IPN) \quad (2)$$

Onde:

QTD = Quantidade total de desperdício por tipo de material

QTN = Quantidade total de material necessária para execução do serviço

IPT = Índice de perda total (da literatura)

IPN = Índice de perda normal (SINAPI)

Baseado nos custos unitários dos serviços e no quantitativo de desperdício levantado, também foi estimado o valor total do material desperdiçado por:

$$VTD = \sum (QTD * VU) \quad (3)$$

Onde:

VTD = Valor total do desperdício (R\$)

QTD = Quantidade total de desperdício por material

VU = Valor unitário do serviço (R\$)

Para se chegar aos quantitativos de material desperdiçado e RCC gerado, propõe-se a aplicação de um controle dos desperdícios e resíduos gerados em cada etapa do processo produtivo, utilizando-se das Fichas de Verificação de Serviços, ferramenta de controle do PBQP-H.

Com o controle proposto, foi possível monitorar a quantidade de material desperdiçado e também o resíduo gerado, possibilitando tratar o problema pontualmente, objetivando-se a redução desse desperdício.

A quantidade total de material descartado considera também a perda normal, uma vez que o objetivo é chegar-se ao quantitativo total de RCC gerado.

O quantitativo total de material descartado, demonstrado na Tabela 6, foi calculado por:

$$QTMD = QTN * IPT \quad (4)$$

Onde:

QTMD = Quantidade total de material descartado

QTN = Quantidade total de material necessária para execução do serviço

IPT = Índice de perda total (da literatura)

Foi estimado o custo total dos materiais desperdiçados na execução das unidades habitacionais por:

$$VTMD = \sum QTD * VU \quad (5)$$

Onde:

VTMD = Valor total dos materiais desperdiçados

QTD = Quantidade total de desperdício por material

VU = Valor unitário do serviço (R\$)

Para a estimativa do total de RCC por tipo de material, foram obtidos os resultados demonstrados na Tabela 7, conforme método específico para cada tipo de material informado na referida Tabela.

Foi estimada, ainda, a quantidade mínima de RCC gerada considerando-se somente os índices de perda contidos nas composições de serviços do SINAPI, conforme demonstrado na Tabela 11.

Uma vez quantificado o RCC por tipo de material, pôde-se definir os materiais que podem ser destinados à reciclagem, destinação esta, mais adequada que aquela usualmente utilizada na construção civil no Brasil, que é a disposição em aterros licenciados, após realizada a coleta dos resíduos que foram dispostos sem qualquer critério em caçambas estacionárias.

Assim, após estimado o volume de RCC com possibilidade de ser destinado à reciclagem e, de acordo com os valores pagos pelo mercado por cada tipo de material, estimou-se a possível receita proveniente de sua venda às indústrias que utilizam este material reciclado, demonstrada na Tabela 9, por:

$$VRR = \sum QRR * VUM \quad (6)$$

Onde:

VRR = Valor total da receita proveniente do material reciclável

QRR = Quantidade de resíduo reciclável

VUM = Valor unitário pago pelo mercado

Amassa total de RCC descartado foi definido por:

$$MR = VR * PEM \quad (7)$$

Onde:

MR = massa do resíduo

VR = volume do resíduo

PEM = peso específico do material

4.4 CONTROLE DOS SERVIÇOS

Dentro do contexto de controles de serviços do programa PBQP-H, são estabelecidos no PQO, os serviços a serem controlados.

Os serviços para os quais foram previstos o controle na obra analisada e cujos procedimentos executivos já foram descritos anteriormente, foram elencados a seguir:

- 1 – Locação da obra
- 2 – Execução de radier
- 3 – Alvenaria em bloco de concreto estrutural
- 4 – Execução de laje pré-moldada em concreto armado
- 5 – Execução de estrutura de madeira para telhado
- 6 – Telhamento com telha cerâmica
- 7 – Regularização para piso cerâmico
- 8 – Assentamento de esquadrias metálicas
- 9 – Colocação e fixação de batentes e portas de madeira
- 10 – Revestimento de paredes internas em argamassa
- 11 – Revestimento de paredes externas em argamassa
- 12 – Revestimento cerâmico para paredes
- 13 – Revestimento cerâmico para pisos
- 14 – Instalações elétricas
- 15 – Instalações hidráulicas
- 16 – Colocação de louças e metais
- 17 – Pintura interna
- 18 – Pintura externa
- 19 – Limpeza final da obra

4.5 O CONTROLE DOS SERVIÇOS ATRAVÉS DA FVS

Cada etapa da obra deve ser controlada através das fichas FVS.

Antes do início da execução dos serviços, deverão ser anotados no campo referente, a quantidade necessária para a execução, quantidade esta que consta na planilha orçamentária e foi quantificada de acordo com o projeto e método construtivo proposto.

No término da execução, deverá ser anotado pelo responsável a quantidade efetivamente utilizada, quantidade esta que poderá ser calculada de acordo com as requisições de materiais feitas pelo profissional que executou o serviço.

A diferença entre os dois campos, será anotada no campo “desperdício” e quantidade de resíduo gerado na etapa deverá ser calculada in loco, medindo-se o material descartado e anotando-se no campo “RCC gerado”.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 é apresentada a planilha orçamentária com a quantificação e custo dos serviços para execução das unidades habitacionais, obtidos tomando como base a planta de unidade habitacional da Figura 9, sendo que esta planilha foi utilizada como referência para os cálculos das estimativas de quantidade e custos dos resíduos gerados na obra em questão.

Tabela 2 – Planilha orçamentária de uma unidade habitacional

ITEM	DESCRIÇÃO	UN	QUANT	V.unit (R\$)	V. Total (R\$)
1.0	SERVIÇOS PRELIMINARES				
1.1	Limpeza do terreno	m ²	71,40	4,85	346,29
1.2	Locação da obra	m ²	48,23	8,07	389,22
	Sub-total				735,51
2.0	FUNDAÇÃO				
2.1	Escavação manual de valas	m ³	6,70	56,61	379,29
2.2	Forma para fundação tipo radier	m ²	3,21	35,20	112,99
2.3	Lastro de brita	m ³	1,93	89,54	172,81
2.4	Armação em tela de aço soldada, aço CA-60, 4,2mm, malha 10x10cm	kg	143,00	5,47	782,21
2.5	Concreto Fck 20MPa	m ³	6,41	354,07	2.269,59
2.6	Lançamento de concreto	m ³	6,41	27,07	173,52
	Sub-total				3.890,41
3.0	ESTRUTURA				
3.1	Vergas e cintas de amarração em concreto armado	m ³	1,89	1.432,93	2.708,24
3.2	Laje pré-moldada para forro	m ²	48,23	60,70	2.927,56
	Sub-total				5.635,80
4.0	ALVENARIA				
4.1	Alvenaria em bloco de concreto estrutural espessura 11,5cm	m ²	121,94	66,72	8.135,84
	Sub-total				8.135,84
5.0	COBERTURA				
5.1	Estrutura de madeira para cobertura cerâmica - 92540	m ²	70,72	49,58	3.506,30
5.2	Cobertura em telha cerâmica – 94195	m ²	70,72	29,96	2118,77
5.3	Cumeeira em telha cerâmica	m	10,43	28,44	296,63
	Sub-total				5.921,70
6.0	REVESTIMENTOS				
6.1	Chapisco de cimento e areia 1:3	m ²	286,57	3,24	928,49
6.2	Emboço paulista argcim/cal/areia 1:2:11 prepmec	m ²	286,57	27,04	7.748,85

ITEM	continuação DESCRIÇÃO	UN	QUANT	V.unit (R\$)	V. Total (R\$)
6.3	Revestimento de paredes com cerâmica esmaltada	m ²	19,35	47,43	917,77
	Sub-total				9.595,11
7.0	PISO				
7.1	Regularização de contrapiso argamassa/cimento/areia	m ²	42,69	23,67	1.010,47
7.2	Revestimento com piso em cerâmica esmaltada	m ²	42,69	42,84	1.828,84
7.3	Rodapé em cerâmica esmaltada	m	43,25	2,99	129,32
7.4	Calçada de concreto - passeio da entrada	m ²	5,40	28,18	152,17
	Sub-total				3.120,80
8.0	ESQUADRIAS E VIDROS				
8.1	Portas internas em madeira compensado liso (para pintura)	un	3,00	420,90	1.262,70
8.2	Portas externas em ferro tipo veneziana	m ²	3,78	634,77	2.399,43
8.3	Fechadura para porta interna em ferro niquelado	un	2,00	53,64	107,28
8.4	Fechadura para porta de banheiro em ferro niquelado	un	1,00	54,14	54,14
8.5	Fechadura para porta externa em ferro niquelado	un	2,00	61,34	122,68
8.6	Janela basculante, cantoneira ferro	m ²	0,36	334,57	120,45
8.7	Janela de correr com 4 folhas para vidro	m ²	3,50	431,22	1.509,27
8.8	Janela de correr tipo veneziana	m ²	3,00	498,47	1.495,41
8.9	Vidro liso incolor 3mm	m ²	5,36	85,88	460,32
	Sub-total				7.531,67
9.0	INSTALAÇÃO ELÉTRICA				
9.1	Entrada de energia elétrica com poste de concreto, inclusive cabeamento, caixa de proteção para medidor e aterramento	un	1,00	895,03	895,03
9.2	Eletroduto em polietileno DN 25mm	m	160,00	2,20	352,00
9.3	Cabo de cobre flexível – isolamento antichama 1,5mm ²	m	250,00	2,45	612,50
9.4	Cabo de cobre flexível – isolamento antichama 2,5mm ²	m	150,00	3,14	471,00
9.5	Cabo de cobre flexível – isolamento antichama 4,0mm ²	m	100,00	4,81	481,00
9.6	Cabo de cobre flexível – isolamento antichama 6,0mm ²	m	50,00	6,06	606,00
9.7	Tomada 2P + T – 10A	un	9,00	25,47	229,23
9.8	Tomada 2P + T – 20A	un	2,00	29,12	58,24
9.9	Interruptor simples 1 módulo	un	5,00	23,80	119,00
9.10	Interruptor simples 2 módulos	un	2,00	30,54	61,08
	Sub-total				2.711,03
10.0	INSTALAÇÃO HIDROSANITÁRIA				
10.1	Tubo de PVC soldável DN 25mm AF incl. conexões	m	24,00	9,52	180,48
10.2	Tubo de PVC soldável DN 50mm AF incl. conexões	m	6,00	16,64	99,84
10.3	Kit registro de pressão ¾"	cj	1,00	41,42	41,42
10.4	Kit registro de gaveta ¾"	cj	2,00	45,35	90,70
10.5	Caixa d'água 500L em polietileno completa	cj	1,00	632,95	632,95
10.6	Tubo de PVC esgoto DN 40mm incl. conexões	m	9,00	16,19	145,71
10.7	Tubo de PVC esgoto DN 50mm incl. conexões	m	6,00	23,27	139,62
10.8	Tubo de PVC esgoto DN 75mm incl. conexões	m	9,00	34,33	308,97

Continuação					
ITEM	DESCRIÇÃO	UN	QUANT	V.unit (R\$)	V. Total (R\$)
10.9	Tubo de PVC esgoto DN 100mm incl. conexões	m	18,00	44,10	793,80
10.10	Caixa sifonada 150mm	cj	2,00	42,00	84,00
10.11	Caixa de gordura em PVC	cj	1,00	86,00	86,00
10.12	Caixa de inspeção em concreto pré-moldado	cj	2,00	89,00	178,00
10.13	Aquecedor solar	cj	1,00	2.600,00	2.600,00
	Sub-total				5.381,49
11.0 LOUÇAS E METAIS					
11.1	Lavatório em louça branca sem coluna, padrão popular, com torneira cromada, sifão, válvula e engate plástico	un	1,00	144,00	144,00
11.2	Pia de cozinha em mármore sintético 1,20mx0,60m com cuba, válvula em plástico, sifão plástico tipo copo e torneira cromada longa padrão popular	un	1,00	410,00	410,00
11.3	Tanque em mármore sintético 22 litros, com válvula em plástico branco, sifão plástico e torneira de metal amarelo curta	un	1,00	292,00	292,00
11.4	Vaso sanitário em louça branca com caixa de descarga acoplada	un	1,00	317,08	317,08
11.5	Instalação papelreira, saboneteira e cabide em louça	cj	1,00	109,72	109,72
	Sub-total				1.272,80
12.0 PINTURA					
12.1	Fundo selador acrílico em paredes internas/externas uma demão	m²	267,22	5,10	1.362,82
12.2	Pintura em paredes internas com tinta látex PVA - duas demãos	m²	171,89	8,94	1.536,70
12.3	Pintura em paredes externas látex acrílico - duas demãos	m²	95,33	13,13	1.251,68
12.4	Pintura em esquadrias de madeira com esmalte sintético	m²	12,60	16,68	210,17
12.5	Pintura em esquadrias metálicas	m²	12,72	17,93	228,07
12.6	Verniz sobre madeira	m²	18,40	8,46	155,66
	Sub-total				3.382,28
13.0 SERVIÇOS COMPLEMENTARES					
13.1	Limpeza da obra	m²	48,23	2,48	119,61
	Sub-total				119,61
	Total				57.434,04

Fonte: O Autor

Os custos unitários dos serviços da planilha orçamentária da Tabela 2 estão de acordo com o SINAPI – Sistema Nacional de Custos e Índices da Construção Civil, de maio de 2016.

O SINAPI é um balizador de custos para obras públicas que deve ser utilizado para orçamentos de obras com recursos do Governo Federal.

A obra hipotética analisada, refere-se à construção de quinhentas unidades habitacionais, sendo estas, unidades isoladas com fundação em radier, alvenaria estrutural em bloco de concreto, cobertura em telha cerâmica sobre estrutura de madeira.

O custo total das unidades habitacionais, de acordo com a planilha orçamentária apresentada na Tabela 2 é de R\$ 28.717.020,00, considerando-se um custo de R\$ 57.434,04 por unidade.

Levando-se em conta a estimativa de uma proporção de 30% de mão-de-obra e 70% de materiais, a estimativa de custo dos materiais quantificados em planilha orçamentária de R\$ 20.101.914,00, ou seja, em torno de vinte milhões de reais a serem gastos com materiais.

Segundo Pinto (1989), as perdas de materiais na construção civil podem chegar a 30%, ou seja, em uma obra como a que foi analisada, as perdas com materiais poderiam chegar a um valor próximo de R\$ 6.000.000,00. Valor este que seria acrescido ao custo da obra, podendo gerar sérios prejuízos à empresa, tornando a obra inviável.

5.1 CONTROLE DO RCC E MATERIAL UTILIZADO ATRAVÉS DA FVS

Para o controle dos resíduos gerados em cada etapa e possibilidade de quantificação desses resíduos e também das perdas geradas, tem-se a proposta de inserção na Ficha de Verificação de Serviços – FVS dos campos demonstrados na Figura 33.

Figura 33 – Modelo proposto de FVS com inserção de campos para controle dos materiais utilizados.

FVS - FICHA DE VERIFICAÇÃO DE SERVIÇO		Obra:				
		LOCAÇÃO DA OBRA				
Item de inspeção	Método de verificação	Tolerância	UH:			
			VERIFICAÇÃO			
Nível das taliscas	Através de nível a laser ou mangueira de nível após a execução das taliscas	2 mm por metro				
Acabamento da superfície	Visual após a conclusão do contrapiso	-				
Caimento nas áreas molhadas	Com utilização de água após a conclusão do contrapiso	-				
Verificação da cura	Visual após um dia	-				
Aderência com a base	Através de batidas no piso com peça metálica após 14 dias	-				
		LEGENDA	Ainda não inspecionado	Aprovado	Reprovado	Aprovado reinspeção
			Em branco	A	R	AR
MATERIAL UTILIZADO						
Descrição	QUANTIDADE NECESSÁRIA PARA EXECUÇÃO	QUANTIDADE UTILIZADA NA EXECUÇÃO	DIFERENÇA (DESPERDÍCIO)	Quantidade de RCC		
OCORRÊNCIA DE NÃO-CONFORMIDADE E TRATAMENTO						
DESCRIÇÃO DO PROBLEMA	SOLUÇÃO PROPOSTA		Data	Data da reinspeção		
Inspeccionado por		Data de abertura da FVS		Data de fechamento da FVS		

Fonte: O Autor (2016)

No momento da vistoria do serviço e preenchimento da Ficha FVS, o encarregado deverá anotar no campo “Material Utilizado”, o tipo de material a ser

utilizado, a quantidade necessária, conforme planilha orçamentária e a quantidade real utilizada para execução do mesmo.

Logo após, poderá verificar a diferença que, será considerada desperdício, além de calcular a quantidade de RCC gerado, conforme demonstrado na Figura 34.

Figura 34 – Exemplo do controle a ser realizado através da FVS

MATERIAL UTILIZADO				
Descrição	QUANTIDADE NECESSÁRIA PARA EXECUÇÃO	QUANTIDADE UTILIZADA NA EXECUÇÃO	DIFERENÇA (DESPERDÍCIO)	Quantidade de RCC
Cabo flexível 2,5mm ²	150,00 m	199,00 m	49,00 m	2,0 kg

Fonte: O Autor (2016)

No Quadro 5 tem-se um resumo dos tipos de resíduos previstos para cada uma das etapas executivas com sua classificação de acordo com a Resolução CONAMA 307/2002.

Quadro 5 – Resíduos previstos para cada etapa e sua classe

	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	Materiais utilizados	Resíduos gerados	Classe
1	Locação da obra	Sarrafos, estacas de madeira, pregos	- Retalhos de madeira - Pregos	B C
2	Execução de radier	Forma em chapa de aço reutilizável, pedra britada para lastro, tela em aço CA-60, concreto usinado;	- Restos de concreto; - Retalhos de tela de aço.	A B
3	Alvenaria em bloco de concreto estrutural	bloco estrutural de concreto; argamassa de assentamento feita com cimento, cal e areia;	- Restos de blocos de concreto; - Resíduos de argamassa de cimento, cal e areia;	A A
4	Execução de laje pré-moldada em concreto armado	escoras metálicas reutilizáveis, vigas pré-moldadas em concreto armado, vergalhões de aço CA-60, concreto usinado;	- Restos de concreto; - Pontas de vergalhões de aço	A B
5	Execução de estrutura de madeira para telhado	vigotas, ripas e tábuas de madeira; pregos; parafusos e chapas de aço.	- Restos de madeira; - Pregos e parafusos	B B
6	Telhamento com telha cerâmica	telhas cerâmicas, argamassa de cimento, cal e areia para embolsamento;	- Restos de telhas cerâmicas, - Resíduos de argamassa de cimento cal e areia.	A A
7	Regularização para piso cerâmico	argamassa de cimento e areia; taliscas de material cerâmico para nivelamento;	- Restos de argamassa de cimento e areia; - Retalhos de cerâmica	A A

	continuação			
8	Assentamento de esquadrias metálicas	Janelas e portas em chapas de aço; argamassa de cimento cal e areia;	- Restos de argamassa de cimento, cal e areia.	A
9.1	Colocação e fixação de batentes de madeira	batentes de madeira, pregos, grampos de aço, sarrafos de madeira, argamassa de cimento cal e areia.	- Restos de argamassa de cimento, cal e areia; - Retalhos de madeira, pregos;	A C
9.2	Instalação de portas de madeira	portas em madeira compensada, dobradiças em chapa de aço, fechaduras em aço escovado.	- Serragem; - Retalhos de madeira.	C C
10	Revestimento de paredes internas em argamassa	Material preparado com cimento e areia para chapisco; argamassa de cimento, cal e areia; taliscas em material cerâmico	- Restos de material proveniente de chapisco: cimento e areia; - Restos de argamassa de cimento, cal e areia; - Retalhos de cerâmica	A A A
11	Revestimento de paredes externas em argamassa	Material preparado com cimento e areia para chapisco; argamassa de cimento, cal e areia; taliscas em material cerâmico	- Restos de material proveniente de chapisco: cimento e areia; - Restos de argamassa de cimento, cal e areia; - Retalhos de cerâmica	A A A
12	Revestimento cerâmico para paredes	Azulejo cerâmico, argamassa colante pré-fabricada, rejuntamento para revestimento cerâmico.	- Retalhos de azulejo cerâmico; - Resto de argamassa; - Pó proveniente da limpeza do rejuntamento.	A A A
13	Revestimento cerâmico para pisos	Piso cerâmico; argamassa colante pré-fabricada; rejuntamento para revestimento cerâmico.	- Retalhos de piso cerâmico; - Resto de argamassa; - Pó proveniente da limpeza do rejuntamento	A A A
14	Instalações elétricas	Eletrodutos em polietileno; caixas de passagem em chapa de aço; fios e cabos elétricos em cobre isolados com material plástico; interruptores e tomadas; parafusos; placas em plástico; fita isolante; discos para corte de paredes	- Restos de eletrodutos em polietileno; - Restos de fios e cabos de cobre; - Restos de fitas isolantes; - Embalagem plástica; - Embalagem de papel; - Restos de alvenaria e argamassa de cimento, cal e areia; - Discos de corte usados.	B B C B B A C
15	Instalações hidráulicas	Tubos e conexões em PVC; caixas em polietileno e PVC; registros em latão; cola PVC; fitas teflon para vedar roscas; discos para corte de paredes.	Restos de tubos em PVC; - Resíduos de cola PVC; - Fitas de teflon para vedar roscas; - Discos de corte usados; - Restos de alvenaria e argamassa de cimento, cal e areia.	B C C C A

	continuação			
16	Colocação de louças e metais	Bacias e lavatórios em louça; bancada em granito com cuba em aço inox para cozinha; torneiras, acabamentos metálicos para registros; parafusos; sifões e engates plásticos; fita veda rosca.	- Pó proveniente de furos e cortes para fixação de bacias, lavatórios e bancadas de cozinha; - Restos de material plástico; - Fitas de teflon para vedar roscas.	C B C
17	Pintura interna	Massa tipo PVA para nivelamento de paredes; tinta PVA para paredes internas; verniz para portas e batentes de madeira; esmalte sintético para portas e janelas metálicas; solvente para esmalte sintético e vernizes; lixas, fitas adesivas, papel para forrar o piso; palhas de aço.	- Pó proveniente de lixação de massa PVA; - Resíduos de solvente usado na limpeza de equipamentos de pintura; - restos de fitas; lixas e palhas de aço; - papel; - Restos de tinta PVA; - Restos de esmalte sintético; - Restos de verniz sintético; - Latas de tintas	C D C B D D D B
18	Pintura externa	Massa acrílica para nivelamento de paredes; tinta acrílica para paredes externas; esmalte sintético para portas e janelas metálicas; verniz sintético para madeira; solvente para esmalte sintético e vernizes; lixas, fitas adesivas, papel para forrar o piso; palhas de aço.	- Pó proveniente de lixação de massa acrílica; - Resíduos de solvente usado na limpeza de equipamentos de pintura; - restos de fitas, lixas e palhas de aço; - papel; - Restos de tinta acrílica; - Restos de esmalte e verniz sintético; - Latas de tintas.	C D C D D B
19	Limpeza final da obra	Solvente para limpeza de restos de tinta; detergentes; palhas de aço; estopa e panos de limpeza.	- Resíduos de tinta e solvente; - Poeira; - Água residual proveniente lavagem de pisos.	D C D

Fonte: o Autor (2016)

Os resíduos da classe A podem ser separados para serem reciclados ou reaproveitados no próprio canteiro da obra como agregados para argamassas e concretos não estruturais,

Os da classe B poderão ser separados em baias por tipo de material para posterior venda às industriais que utilizam estes materiais recicláveis, sendo uma possível fonte de receita para a empresa.

Resíduos classificados como C devem ser separados dos demais recicláveis e armazenados para posteriormente serem destinados a aterros devidamente licenciados.

Os resíduos da classe D, devem ser armazenados separadamente e manuseados com cuidado, sendo sua destinação feita por empresa especializada, de modo a não contaminar o meio ambiente, sendo que, este tipo de resíduo não poderá ser descartado nos aterros sem um tratamento prévio.

5.2 CÁLCULO DAS PERDAS E GERAÇÃO DE RCC NO PROCESSO EXECUTIVO

Baseando-se nos quantitativos orçados na Tabela 2, foram quantificados os materiais da Tabela 3, cujas perdas e quantidade de RCC gerada serão calculados em seguida.

Tabela 3 – Cálculo da quantidade de materiais necessários para execução dos principais serviços geradores de RCC na obra analisada

Serviço	Material	Quantidade e por UH	unid	Total de UH	Quantidade Total Necessária
Execução de radier	Aço CA-60	143,00	kg	500,00	71.500,00
Alvenaria em bloco estrutural	Bloco de concreto	121,94	m ²	500,00	60.970,00
Regularização para piso cerâmico	Argamassa de cimento e areia traço 1:3	2,40	m ³	500,00	1.200,00
Revestimento de paredes	Argamassa cimento, cal, areia	5,73	m ³	500,00	2.865,00
Estrutura de madeira para cobertura com telha cerâmica	Madeira	1,43	m ³	500,00	715,00
Cobertura telha cerâmica	Telha cerâmica	1.202,00	un	500,00	601.000,00
Pisos	Piso cerâmico	42,69	m ²	500,00	21.345,00
Revestimentos cerâmicos	Azulejos cerâmicos	19,35	m ²	500,00	9.675,00
Instalações elétricas	Eletroduto em polietileno	160,00	m	500,00	80.000,00
Instalações elétricas	Cabo flexível 1,5mm ²	250,00	m	500,00	125.000,00
Instalações elétricas	Cabo flexível 2,5mm ²	150,00	m	500,00	75.000,00
Instalações elétricas	Cabo flexível 4,0mm ²	100,00	m	500,00	50.000,00
Instalações elétricas	Cabo flexível 6,0mm ²	50,00	m	500,00	25.000,00
Instalações hidráulicas	Tubo PVC soldável DN 25mm	24,00	m	500,00	12.000,00
Instalações hidráulicas	Tubo PVC soldável DN 50mm	6,00	m	500,00	3.000,00
Instalações sanitárias	Tubo PVC esgoto DN 40mm	9,00	m	500,00	4.500,00
Instalações sanitárias	Tubo PVC esgoto DN 50mm	6,00	m	500,00	3.000,00
Instalações sanitárias	Tubo PVC esgoto DN 75mm	9,00	m	500,00	4.500,00
Instalações sanitárias	Tubo PVC esgoto DN 100mm	18,00	m	500,00	9.000,00

Fonte: O Autor (2016)

5.3 CÁLCULO DO DESPERDÍCIO NO PROCESSO EXECUTIVO

Na Tabela 4 são apresentados os quantitativos de materiais que são desperdiçados no processo produtivo, levando-se em conta os índices de desperdício de materiais da Tabela 1.

Tabela 4 – Estimativa de perda de materiais no processo executivo

Material	unid	Quantidade Total Necessária	Perda normal considerada no custo (A)	Perda total (B)	Desperdício não considerado no custo (B-A)	Quant. total de desperdício
Aço CA-60	kg	71.500,00	10,00%	19,10%	9,10%	6.506,50
Bloco de concreto	m ²	60.970,00	10,00%	27,64%	17,64%	10.755,11
Argamassa de cimento e areia traço 1:3	m ³	1.200,00	0,00%	6,00%	6,00%	72,00
Argamassa de cimento , cal e areia	m ³	2.865,00	0,00%	12,00%	12,00%	343,80
Madeira para estrutura de telhado	m ³	715,00	0,00%	15,00%	15,00%	107,25
Telha	un	601.000,00	5,00%	15,00%	10,00%	60.100,00
Piso cerâmico	m ²	21.345,00	10,00%	14,00%	4,00%	853,80
Azulejos cerâmicos	m ²	9.675,00	10,00%	14,00%	4,00%	387,00
Eletroduto polietileno	m	80.000,00	0,00%	15,00%	15,00%	12.000,00
Cabo flexível 1,5mm ²	m	125.000,00	19,00%	27,00%	8,00%	10.000,00
Cabo flexível 2,5mm ²	m	75.000,00	19,00%	27,00%	8,00%	6.000,00
Cabo flexível 4,0mm ²	m	50.000,00	19,00%	27,00%	8,00%	4.000,00
Cabo flexível 6,0mm ²	m	25.000,00	19,00%	27,00%	8,00%	2.000,00
Tubo de PVC soldável DN 25mm	m	12.000,00	6,00%	15,00%	9,00%	1.080,00
Tubo de PVC soldável DN 50mm	m	3.000,00	6,00%	15,00%	9,00%	270,00
Tubo de PVC para esgoto DN 40mm	m	4.500,00	5,00%	15,00%	10,00%	450,00
Tubo de PVC para esgoto DN 50mm	m	3.000,00	5,00%	15,00%	10,00%	300,00
Tubo de PVC para esgoto DN 75mm	m	4.500,00	5,00%	15,00%	10,00%	450,00
Tubo de PVC para esgoto DN 100mm	m	9.000,00	5,00%	15,00%	10,00%	900,00

Fonte: o Autor (2016)

Foi utilizado, ainda, para o cálculo do desperdício e volume de RCC decorrente da utilização de argamassa, o índice segundo Paliari, Souza e Andrade (2016) de 0,003 m³.m⁻² de área de revestimento executada. No caso do serviço de regularização

para assentamento de piso, que tem uma espessura média de 0,05 m, este índice é de 6%. Para o revestimento tipo emboço ou reboco, cuja espessura média considerada é de 0,025 m, este índice passa a ser de 12%.

Do índice de desperdício total do material, foi subtraído o índice de perda normal inerente à execução no serviço, cujo valor referente já está contido na sua composição de custo e por este motivo não será contabilizado como desperdício, sendo considerado posteriormente para o cálculo do RCC gerado. Como referência deste índice, que foi considerado no cálculo como uma perda normal, foram considerados os percentuais contidos nas composições de custo desses serviços no Sistema Nacional de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI, que é a referência de custo utilizada para elaboração de orçamentos de obras públicas do Governo Federal.

Na Tabela 5 são demonstrados os valores dos materiais desperdiçados cuja soma estimada poderá ser considerada como possível prejuízo para a empresa executora da obra.

O valor total apontado na Tabela 5, de R\$ 1.375.275,01, corresponde a 4,79% do valor total das unidades habitacionais, estimado em R\$ 28.717.020,00, sendo este valor correspondente ao custo direto, contido na Tabela 1, multiplicado pela quantidade de unidades habitacionais, que, no caso é de quinhentas unidades.

Este percentual não foi considerado nas composições de custo dos serviços orçados, sendo este decorrente do desperdício de materiais e será deduzido do lucro estimado para a obra.

Tabela 5 – Estimativa de custo dos materiais desperdiçados

Material	unid	Quant. total de desperdício	V. Unitário (orç. Tab 1) (R\$)	V.Total (R\$)
Aço CA-60	kg	6.506,50	5,47	35.590,56
Bloco de concreto	m²	10.755,11	66,72	717.580,94
Argamassa de cimento e areia traço 1:3	m ³	72,00	23,67	1.704,24
Argamassa de cimento , cal e areia	m ³	343,80	27,04	9.296,35
Madeira serrada para telhado	m³	107,25	2.451,96	262.972,71
Telha cerâmica tipo portuguesa	un	60.100,00	1,76	105.776,00
Piso cerâmico	m ²	853,80	47,43	40.495,73
Azulejo cerâmico	m ²	387,00	42,84	16.579,08
Eletroduto em polietileno	m	12.000,00	2,20	26.400,00
Cabo flexível 1,5mm ²	m	10.000,00	2,45	24.500,00
Cabo flexível 2,5mm ²	m	6.000,00	3,14	18.840,00
Cabo flexível 4,0mm ²	m	4.000,00	4,81	19.240,00
Cabo flexível 6,0mm ²	m	2.000,00	6,06	12.120,00
Tubo de PVC soldável DN 25mm	m	1.080,00	9,52	10.281,60
Tubo de PVC soldável DN 50mm	m	270,00	16,64	4.492,80
Tubo de PVC para esgoto DN 40mm	m	450,00	16,19	7.285,50
Tubo de PVC para esgoto DN 50mm	m	300,00	23,27	6.981,00
Tubo de PVC para esgoto DN 75mm	m	450,00	34,33	15.448,50
Tubo de PVC para esgoto DN 100mm	m	900,00	44,10	39.690,00
Valor total dos materiais desperdiçados no processo executivo				1.375.275,01

Fonte: o Autor (2016)

Destacaram-se como mais relevantes os desperdícios de blocos de concreto, madeira serrada para telhado e telhas cerâmicas, cujos valores somados representaram aproximadamente 80% do valor total estimado de desperdício de materiais.

5.4 CÁLCULO ESTIMADO DA QUANTIDADE DE RCC GERADO NA OBRA

Na Tabela 6, é demonstrada a estimativa da quantidade de materiais descartados por tipo de material, calculada conforme índices apontados na Tabela 1

e quantidades orçadas na Tabela 2, com a qual será calculada a quantidade de resíduos da construção civil – RCC gerado na obra.

Tabela 6 – Quantidade descartada por tipo de material

Serviço	Material	unid	Quantidade total de material descartado
Execução de radier	Aço CA-60	kg	13.656,50
Alvenaria em bloco estrutural	Bloco de concreto	m ²	16.852,11
Regularização para piso cerâmico	Argamassa de cimento e areia traço 1:3	m ³	72,00
Revestimento de paredes	Argamassa de cimento , cal e areia	m ³	343,80
Cobertura com telha cerâmica	Telha cerâmica	un	90.150,00
Pisos cerâmicos	Pisos cerâmicos	m ²	2.988,30
Revestimentos cerâmicos de paredes	Azulejos cerâmicos	m ²	1.354,50
Instalações elétricas	Eletroduto em polietileno DN 25mm	m	12.000,00
Instalações elétricas	Cabo flexível 1,5mm ²	m	33.750,00
Instalações elétricas	Cabo flexível 2,5mm ²	m	20.250,00
Instalações elétricas	Cabo flexível 4,0mm ²	m	13.500,00
Instalações elétricas	Cabo flexível 6,0mm ²	m	6.750,00
Instalações hidráulicas	Tubo de PVC soldável DN 25mm	m	1.800,00
Instalações hidráulicas	Tubo de PVC soldável DN 50mm	m	450,00
Instalações sanitárias	Tubo de PVC para esgoto DN 40mm	m	675,00
Instalações sanitárias	Tubo de PVC para esgoto DN 50mm	m	450,00
Instalações sanitárias	Tubo de PVC para esgoto DN 75mm	m	675,00
Instalações sanitárias	Tubo de PVC para esgoto DN 100mm	m	1.350,00

Fonte: o Autor (2016)

Na Tabela 7, são apresentadas, por tipo de resíduo, as quantidades de RCC gerados na obra em referência.

Tabela 7 – Resíduos da Construção Civil – RCC gerados na obra analisada

Material	Unid	Quantidade de RCC	Método para cálculo da quantidade	Classe
Aço CA-60	kg	13.656,50	Direto da Tabela 6	B
Bloco de concreto	m ³	2.359,29	Volume em m ³ obtido a partir da multiplicação da área de alvenaria obtida da Tabela 6 pela espessura da alvenaria de 14cm.	A
Argamassa de cimento e areia traço 1:3	m ³	72,00	Direto da Tabela 6	A
Argamassa de cimento , cal e areia	m ³	343,80	Direto da Tabela 6	A
Madeira serrada para estrutura de telhado	m ³	107,25	Direto da Tabela 6	B
Telha cerâmica	m ³	109,78	Volume em m ³ obtido a partir da multiplicação da área da telha por sua espessura, conforme especificações do fabricante, e pela quantidade total da Tabela 6.	A
Pisos cerâmicos	m ³	149,42	Volume em m ³ obtido a partir da multiplicação da área de pisos obtida da Tabela 6 pela espessura do piso (5mm).	A
Azulejos cerâmicos	m ³	67,73	Volume em m ³ obtido a partir da multiplicação da área de azulejos obtida da Tabela 6 pela espessura do azulejo (5mm).	A
Eletroduto em polietileno DN 25mm	kg	2.880,00	Obtido a partir da especificação técnica do fabricante	B
Cabo flexível 1,5mm ²	kg	708,75	Obtido a partir da especificação técnica do fabricante	B
Cabo flexível 2,5mm ²	kg	627,75	Obtido a partir da especificação técnica do fabricante	B
Cabo flexível 4,0mm ²	kg	621,00	Obtido a partir da especificação técnica do fabricante	B
Cabo flexível 6,0mm ²	kg	425,25	Obtido a partir da especificação técnica do fabricante	B
Tubo de PVC soldável DN 25mm	kg	439,20	Obtido a partir da especificação técnica do fabricante	B
Tubo de PVC soldável DN 50mm	kg	291,60	Obtido a partir da especificação técnica do fabricante	B
Tubo de PVC para esgoto DN 40mm	kg	149,85	Obtido a partir da especificação técnica do fabricante	B
Tubo de PVC para esgoto DN 50mm	kg	153,90	Obtido a partir da especificação técnica do fabricante	B
Tubo de PVC para esgoto DN 75mm	kg	355,73	Obtido a partir da especificação técnica do fabricante	B
Tubo de PVC para esgoto DN 100mm	kg	1.136,70	Obtido a partir da especificação técnica do fabricante	B

Fonte: o Autor (2016)

5.5 CÁLCULO DA RECEITA PROVENIENTE DA VENDA DE MATERIAIS PARA RECICLAGEM

Considerando-se os quantitativos calculados e demonstrados na Tabela 7 e, esgotadas as possibilidades de reutilização e reciclagem dentro do próprio canteiro, tem-se a alternativa de venda desses materiais para reciclagem nas indústrias.

Na Tabela 8 tem-se uma relação de valores pagos no mercado pelo material reciclável, por tipo de material.

Tabela 8 – Valores unitários por tipo de material

Material	Unid	Preço Unit
Aço*	kg	0,20
PVC**	kg	1,30
Polietileno**	kg	1,30
Cobre*	kg	12,00

Fontes: *Litoral Limpo (2016)

**CEMPRE (2016)

A Tabela 9 mostra um cálculo estimado de receita que pode ser gerada com a venda desses materiais, possibilitando amenizar o prejuízo causado pelo desperdício dos mesmos, bem como, reduzir o custo de encaminhamento dos RCC aos aterros.

Tabela 9 – Receitas provenientes da venda de materiais recicláveis

Material	Unid	Quantidade	Preço Unit	Valor Total
Aço	kg	13.656,50	0,20	2.731,30
PVC	kg	2.526,98	1,30	3.285,07
Polietileno	kg	2.880,00	1,30	3.744,00
Cobre	kg	2.382,75	12,00	28.593,00
Receita total				38.353,37

Fonte: O Autor (2016)

Efetuada a venda dos materiais recicláveis, conforme demonstrado na Tabela 9, a empresa poderá obter uma receita eventual de R\$ 38.353,37.

5.6 CÁLCULO DO RCC NÃO RECICLADO E DESCARTADO

Na Tabela 10 foram quantificados o volume e massa total de RCC descartado na obra analisada.

Tabela 10 – RCC não reciclado destinado ao aterro

Material	Volume (m ³) (da Tabela 7)	Peso específico (kg/m ³)	Massa total (kg)
Bloco de concreto	2.359,29	1.400	3.303.006
Argamassa de cimento e areia traço 1:3	72	2.100	151.200
Argamassa de cimento, cal e areia	343,80	1.900	653.220
Telha cerâmica	109,78	1.800	197.604
Pisos cerâmicos	149,42	1.800	268.956
Azulejos cerâmicos	67,73	1.800	121.914
Total	3.102,02		4.695.900

Fonte: Prodetec (2017)

Considerada uma quantidade de 500 unidades habitacionais com área construída de 48,23 m² cada, tem-se uma área total construída de 24.115,00 m².

Com base na massa total de RCC descartado demonstrada na Tabela 10 de 4.695.900 kg dividido pela área total construída de 24.115,00 m², chegou-se à quantidade média de 194,73 kg/m² de RCC.

Segundo Pinto (1999) a taxa média de geração de RCC no Brasil é de 150 kg/m². Portanto a quantidade média estimada na obra estudada está 30% acima desta taxa.

Para efeito de comparação com a Tabela 10, foi demonstrado na Tabela 11, uma estimativa do RCC que seria gerado considerada somente a perda de material contida na composição de custo do serviço, ou seja, a perda normal para execução dos mesmos que, no caso deste trabalho, foram utilizadas as composições do SINAPI.

Tabela 11– Estimativa de RCC conforme índices de perda das composições SINAPI

MATERIAL	un	Quant. Total necessária	Índice de perda prevista no custo	Quant. perda considerada normal (prevista no custo)	Massa total do RCC (kg)
Bloco de concreto	m ²	60.970	10%	6.097	1.280.370
Argamassa de cimento e areia traço 1:3	m ³	1.200	0%	0	0
Argamassa de cimento, cal e areia	m ³	2.865	0%	0	0
Telha	un	601.000	5%	30.050	72.120
Piso cerâmico	m ²	21.345	10%	2.135	192.105
Azulejos cerâmicos	m ²	9.675	10%	968	87.075
Total de RCC considerada somente a perda de material prevista no custo do serviço					1.631.670

Fonte: O Autor

Considerada a massa total obtida na Tabela 11, dividida pela área total construída de 24.115,00 m², tem-se uma quantidade média estimada de RCC a ser descartada de 67,66 kg/m², ou seja, bem abaixo da média nacional conforme Pinto (1999), de 150 kg/m².

A Tabela 12 demonstra uma relação entre os índices de RCC.

Tabela 12 – Relação entre os índices de RCC obtidos

Índice de geração de RCC (kg/m ²)	Situação
67 < 150	Ideal
150 < 195	Aceitável
> 195	Alto

Fonte: O Autor

O custo para coleta, transporte e disposição final em aterro licenciado, por caçamba com volume de 5 m³, de acordo com Coleta Caçambas Ltda. (2016) é de R\$ 140,00. Sendo assim, o custo por metro cúbico de RCC descartado é de R\$ 28,00.

Tomou-se por base o volume total da Tabela 10, de 3.102,02m³, multiplicado pelo custo unitário de R\$ 28,00/m³ e chegou-se a um custo total para descarte do RCC gerado e não aproveitado de R\$ 86.856,56.

Ao valor de R\$ 1.375.275,01 calculado anteriormente na Tabela 5, foi acrescido o custo para disposição final do RCC, que foi de R\$ 86.856,56 e abateu-se a receita obtida com a venda dos materiais recicláveis conforme Tabela 9, de R\$ 38.353,37, totalizando um valor de R\$ 1.423.778,20 a ser deduzido do lucro líquido da empresa.

Assim, o prejuízo total estimado devido ao desperdício dos materiais analisados, ficou em torno de 5% do custo total das unidades habitacionais.

6 CONCLUSÕES

Após análise dos resultados obtidos, pôde-se concluir que:

- A readequação das Fichas de Verificação de Serviços – FVS, possibilitam quantificar o desperdício de materiais e os resíduos da construção civil – RCC gerados em cada etapa da obra, uma vez que, para cada serviço executado é preenchida uma FVS;

- A quantidade média de resíduos (RCC) na simulação realizada de uma obra de 500 unidades habitacionais, foi de 194,73 kg/m², uma quantidade considerada alta, comparada à média brasileira de 150 kg/m², demonstrando a necessidade de um controle mais rigoroso para correção dos problemas durante o processo executivo, sendo que tal iniciativa pode ajudar na minimização dos prejuízos financeiros ocorridos em função do desperdício de materiais;

- O prejuízo ocasionado pelo gerenciamento inadequado do RCC e a falta de controle do desperdício de materiais, de acordo com os estudos realizados neste trabalho foi de aproximadamente 5% do valor total das unidades habitacionais, o que justifica um investimento na melhoria da qualidade e no controle dos desperdícios de materiais durante a execução da obra, o que pode proporcionar, após correções necessárias, redução de custo e maior competitividade da empresa no mercado;

- Demonstrou-se que a reutilização e a reciclagem são soluções ambientalmente adequadas e que minimizam financeiramente os prejuízos causados à empresa, em decorrência do desperdício de materiais. Porém, pode-se concluir que a não-geração, proporcionada pela melhoria da qualidade na execução dos serviços pode reduzir significativamente os danos causados ao meio ambiente, baixar o custo de produção, gerando uma maior sustentabilidade para a empresa.

REFERÊNCIAS

AECWEB. Portal da Engenharia, Arquitetura e Construção. Disponível em <<http://www.aecweb.com.br/>> Acesso em 27 de novembro de 2016.

ABCP, Associação Brasileira de Cimento Portland. Manual de Revestimentos de Argamassa. ABCP. São Paulo. 2016.

BARRA, Fernanda. Programa de Educação Tutorial – Fundação Tipo radier. UFJF. 2013.

BATISTA JUNIOR, Joel Vieira; ROMANEL, Celso. Sustentabilidade na Indústria da Construção: uma logística para reciclagem dos resíduos de pequenas obras. Revista Brasileira de Gestão Urbana, v. 5, n. 2, p. 27-37, jul./dez. Rio de Janeiro. 2013.

BONATELLI, Circe. Debate Técnico – Alvenaria Estrutural. Construção e Mercado. PINI. 2016.

BRASIL. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Lei 12305. Brasília. 2010.

CEMPRE. Compromisso Empresarial para a Reciclagem. Preço do material reciclável. Disponível em <<http://cempre.org.br/cempre-informa/id/82/preco-do-material-reciclavel>> Acesso em 15 de novembro de 2016.

COLETA, Caçambas. Pesquisa de preços. Disponível em <<http://www.coletacacambas.com.br>> Acesso em 16 de novembro de 2016.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 307. Brasília. 2002.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 348. Brasília. 2004.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 431. Brasília. 2011.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 448. Brasília. 2012.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 469. Brasília. 2015.

COSTA, Anderson Magalhães de Souza. Estudo de Caso para Determinação dos Índices de Perdas para uma Obra Vertical em Fortaleza/CE. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil. UFC. Fortaleza. 2011.

COSTA, Daniela Dutra da; NASCIMENTO, Paulo Tromboni de Souza. A Gestão do Desenvolvimento de Produtos na Indústria de Materiais de Construção. Revista de Administração Contemporânea, vol. 15, n.1. ANPAD. Rio de Janeiro. Janeiro, 2011.

COSTA, Maria Lívia da Silva; ROSA, Vera Lúcia. 5 S no Canteiro. Editora Nome da Rosa. São Paulo. 2002.

CRUZEIRO, Esquadrias. Manual de Instalação. Disponível em <cruzeiro.ind.br/Manual_Instalacao_Cruzeiro.pdf> Acesso em 27 de dezembro de 2016.

DELONGUI, Lucas, PINHEIRO, Rinaldo José Barbosa, PEREIRA, Deividi da Silva, SPECHT, Luciano Pivoto, CERVO, Tatiana Cureau. Panorama dos resíduos da construção civil na região central do Rio Grande do Sul. Teoria e Prática na Engenharia Civil, n.18, p.71-80. UFSM. Santa Maria. Novembro, 2011.

EVANGELISTA, Patrícia Pereira de Abreu; COSTA, Daiana Bastos; ZANTA, Viviana Maria. Alternativa Sustentável para Destinação de Resíduos de Construção Classe A: sistemática para reciclagem em canteiros de obras. Ambiente Construído, v. 10, n. 3, p. 23-40. Associação Brasileira de Tecnologia do Ambiente Construído. Porto Alegre, jul./set. 2010.

FAZ FÁCIL, Reforma e Construção. A manutenção das instalações elétricas é fundamental para evitar grandes prejuízos. Disponível em <<http://www.fazfacil.com.br/reforma-construcao/manutencao-instal-eletricas/>> Acesso em 27 de novembro de 2016.

FDE. Fundação para o Desenvolvimento da Educação. Listagem de Preços. Governo do Estado de São Paulo. São Paulo. 2016.

FDM. Pinturas e reformas. Disponível em <<http://fdmpinturasereformas.com.br/>> Acesso em 29 de novembro de 2016.

FERREIRA, Matheus De Conto, THOMÉ, Antônio. Teoria e Prática na Engenharia Civil, n.18, p.1-12, Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo. Novembro, 2011

FORMOSO, Carlos T. As perdas na Construção Civil. UFRGS. Porto Alegre. 1996.

HABITISSIMO. Ideias e fotos de reformas par inspirar-se. Disponível em <<https://fotos.habitissimo.com.br/reformas>> Acesso em 28 de novembro de 2016.

HIDRACOR, Tintas. Manual Técnico de Pintura. Disponível em <www.hidracor.com.br/files/5eacec86-f1b0-4f2b-8dbf-f40a3d45a9a8.pdf> Acesso em 28 de dezembro de 2016.

GAIL, Pisos e Revestimentos. Manual Técnico de Instalação. Disponível em <www.gail.com.br/site/uploads/catalogos/GAIL_Manual_tecnico_execucao_pisos.pdf> Acesso em 21 de dezembro de 2016.

HELENE, P. R. L.; TERZIAN, P. Manual de dosagem e controle do concreto. Editora Pini. São Paulo. 1992.

IBDA, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura. Fórum da construção. Disponível em <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php>> Acesso em 28 de novembro de 2016.

JANUZZI, Ulysses Amarildo; VERCESI, Cristiane. Sistema de Gestão da Qualidade na Construção Civil: Um estudo a partir da experiência do PBQP-H junto às empresas construtoras na cidade de Londrina. *Revista Gestão Industrial*. V. 06, n. 03: p. 136-160. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa. 2010.

JOHN, Vanderley M. *Reciclagem de resíduo. 06s na construção civil – contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento*. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. 2001.

JOHN, Vanderley M. *Guia de Sustentabilidade na Construção*. Sinduscon-MG. Belo Horizonte. 2008.

JOHN, Vanderley M.; ÂNGULO, Sérgio C. *Metodologia para desenvolvimento de reciclagem de resíduos*. Coletânea Habitare – Utilização de resíduos na construção habitacional. Antac. Porto Alegre. 2003.

JOHN, Vanderley M.; BARROS, Cibele de. *Sustentabilidade na produção da habitação de interesse social*. Habitação social e sustentabilidade urbana. Ministério do Meio Ambiente. Brasília. 2015.

KARPINSK, A. L. et al. *Gestão diferenciada de resíduos da construção civil: uma abordagem ambiental*. EDIPUCRS. Porto Alegre. 2009.

KATIUSCIA, Ighes. *Estrutura de Madeira para Telhado*. Disponível em <<http://drfaztudo.com.br/blog/2016/03/09/1543/>> Acesso em 26 de novembro de 2016.

KUSTER, L. D. *Sustentabilidade na construção civil: diminuição de resíduos em obras*. UNASP-EC. 2007.

LITORAL LIMPO. *Preços*. Disponível em <<https://www.litorallimpo.com.br/precos/>> Acesso em 25/11/2016.

MATTOS, Bernardo Bandeira de Mello. *Estudo do Reuso, Reciclagem e Destinação Final dos Resíduos da Construção Civil na Cidade do Rio de Janeiro*. Projeto de Graduação em Engenharia Civil. Escola Politécnica, UFRJ. Rio de Janeiro. 2013.

MCIDADES. Ministério das Cidades. Portaria nº 118. Brasília. 2005.

MCIDADES. Ministério das Cidades. Portaria nº 582. Brasília. 2012.

MEIA COLHER. *Tudo sobre Engenharia e Construção Civil: Aprenda a fazer chapisco, emboço e reboco*. Disponível em <<http://www.meiacolher.com/2016/04/aprenda-como-fazer-chapisco-emboco-e.html>> Acesso em 29 de novembro de 2016.

MEIA COLHER. *Tudo sobre Engenharia e Construção Civil: como colocar o portal, marco e batente de porta*. Disponível em <<http://www.meiacolher.com/2014/08/como-colocar-o-portal-marco-e-batente.html>> Acesso em 29 de novembro de 2016.

MESQUITA, A. S. G. Análise na Geração de Resíduos Sólidos da Construção Civil em Teresina, Piauí. Revista Holos. Ano 28, Vol. 2. Instituto Federal do Piauí. Teresina. 2012.

MEYER, Ronaldo F. T. Mãos à Obra. Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP. São Paulo. 2010.

MIRANDA, Ciro. Como Economizar na Alvenaria da Casa Utilizando a Melhor Opção de Parede. Construir Barato. 2014. Disponível em <<http://www.construirbarato.com.br/economia/alvenaria-casa/>> Acesso em 29 de novembro de 2016.

PALIARI, José C.; SOUZA, Ubiraci E.L.; ANDRADE, Artemária C. Estudo sobre Consumo de Argamassa de Revestimento Interno e Externo nos Canteiros de Obras. Global Constrói. Disponível em <<https://globalconstroi.com/fichas-tecnicas/66-manuais-tecnicos/572-argamassas-revestimentos-interno-e-externo>> Acesso em 16 de novembro de 2016.

PESCARINI, Tânia Moreira. Equipamentos Públicos – Radier de concreto armado em habitações populares. Infraestrutura Urbana. PINI. São Paulo. 2011.

PINTO, Tarcísio de Paulo. Metodologia para a Gestão Diferenciada de Resíduos Sólidos da Construção Urbana. Tese de Doutorado em Engenharia Civil. Universidade de São Paulo. São Paulo. 1999.

PP PAINÉIS, Lajes e Pré-fabricados. Lajes treliçadas. Disponível em <<http://pppaineis.com.br/lajeh12>> Acesso em 25 de novembro de 2016.

PRODETEC ENGENHARIA. Tabela de Pesos Específicos. Disponível em <www.prodetec.com.br/downloads/pesos_especificos.pdf> Acesso em 20 de janeiro de 2017.

ROSA, Fabiana Pires. Perdas na Construção Civil: Diretrizes e Ferramentas para Controle. Dissertação de Mestrado. UFRGS. Porto Alegre. 2001.

SAMPAIO, Denny. As Etapas da Construção I. Dennyfs.blogspot. Salvador. 2012.

SASAZAKI, Portas e Janelas. Como instalar uma esquadria. Disponível em <<http://www.sasazaki.com.br/como-instalar-uma-esquadria/>> Acesso em 27 de dezembro de 2016.

SECAPP. Materiais Elétricos. Disponível em <<http://www.secappeletrica.com.br/>> Acesso em 28 de novembro de 2016.

SiAC. Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil. Ministério das Cidades. Brasília. 2012.

SiAC. Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil. Ministério das Cidades. Brasília. 2015.

SILVA, Andrezza Santana da; BARBOSA, Danilo Santana; SACRAMENTO, Igor Guimarães; JESUS, Thácylla Jamille Mecnas de; MACEDO FILHO, Manoel Dantas. Gestão dos Resíduos Sólidos Gerados pelo Setor da Construção Civil em Aracaju. Cadernos de Graduação – Ciências Exatas e Tecnológicas Unit, v. 2, n. 1, p. 137-144, Aracaju. 2014.

SINAPI. Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. Caixa Econômica Federal. Brasília. 2016.

SINDUSCON-MG. Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de Minas Gerais. Alternativas Para a Destinação de Resíduos da Construção Civil. Sinduscon-MG. Belo Horizonte. 2008.

SINDUSCON-SP. Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo. Gestão ambiental dos resíduos da construção civil – a experiência do Sinduscon. Sinduscon-SP. São Paulo. 2005

SINDUSCON-SP. Resíduos da Construção Civil e o Estado de São Paulo. Sinduscon-SP. São Paulo. 2012.

SINDUSCONSP. Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo. Gestão ambiental dos resíduos da construção civil – Avanços Institucionais e Melhorias Técnicas. Sinduscon-SP. São Paulo. 2015

SOIBELMAN, Lúcio. As perdas de materiais na construção de edificações: sua incidência e seu controle. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 1993.

SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemos de, PALIARI, José Carlos. Perdas de Materiais nos Canteiros de Obras: A Quebra do Mito. UNESP. Sorocaba. 1998.

TELHADOS SRV. Terças para telhados. Disponível em <<http://www.telhados.srv.br/tercas/>>. Acesso em 28 de novembro de 2016.

TOSETTO, Jean. A casa conceito: ideias para construir novos tempos. Disponível em <<http://www.jeantosetto.com/search?q=radier>> Acesso em 27 de novembro de 2016.

ULLIAN, Portas e janelas de aço. Assentamento de janelas de aço. Disponível em <<http://ullian.com.br/assentamento>> Acesso em 27 de novembro de 2016.

UNEP. United Nations Environment Programme. Buildings and Climate Change. *Status, Challenges and Opportunities*. Paris. 2007.

WLM. Instalações de Portas: acabamento perfeito. Disponível em <<http://wlminstalacoes.com.br/>> Acesso em 29 de novembro de 2016.