



UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO
ESCOLA POLITÉCNICA DE PERNAMBUCO
Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil

CIDNEY RIBEIRO VIEIRA

**ANÁLISE DA GERAÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL,
CONSUMOS DE ÁGUA E ENERGIA NOS CANTEIROS DE OBRA DA CIDADE
DO RECIFE - PE**

Recife, PE

2018



UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO
ESCOLA POLITÉCNICA DE PERNAMBUCO
Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil

CIDNEY RIBEIRO VIEIRA

**ANÁLISE DA GERAÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL,
CONSUMOS DE ÁGUA E ENERGIA NOS CANTEIROS DE OBRA DA CIDADE
DO RECIFE - PE**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós –
Graduação em Engenharia Civil da Escola
Politécnica da Universidade de Pernambuco
para obtenção do Título de Mestre em
Engenharia Civil.

Área de Concentração: Construção Civil

Orientadora: Profa. Dra. Kalinny Lafayette

Recife, PE

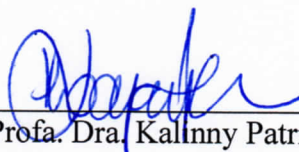
2018

CIDNEY RIBEIRO VIEIRA

**ANÁLISE DA GERAÇÃO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO
CIVIL, CONSUMO DE ÁGUA E ENERGIA NOS CANTEIROS DE
OBRAS DA CIDADE DO RECIFE-PE**

BANCA EXAMINADORA:

Orientadora:

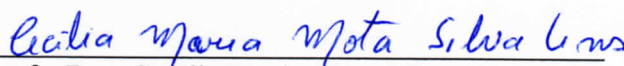


Prof. Dra. Kalinny Patrícia Vaz Lafayette
Universidade de Pernambuco

Examinadores:



Prof. Dra. Simone Rosa da Silva
Universidade de Pernambuco



Prof. Dra. Cecília Maria Mota Silva Lins
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Recife, PE
2018

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Universidade de Pernambuco – Recife

V657a

Vieira, Cidney Ribeiro

Análise da geração dos resíduos da construção civil, consumos de água e energia nos canteiros de obra da cidade do Recife – PE./ Cidney Ribeiro Vieira. – Recife: UPE, Escola Politécnica, 2018.

164 f.: il

Orientador: Profa. Dra. Kalinny Patrícia Vaz Lafayette.
Dissertação (Mestrado - Construção Civil) Universidade de Pernambuco, Escola Politécnica, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2018.

1. Construção Civil. 2. Geração de resíduos. 3. Consumos de água e energia. 4. Canteiros de obra. I. Engenharia Civil – Dissertação. II. Lafayette Kalinny, Patrícia Vaz. (orient.). III. Universidade de Pernambuco, Escola Politécnica, Mestrado em Construção Civil. IV. Título

CDD: 690.0286

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à todos os meus familiares, em especial à meus pais, **Severino José** e **Maria José** pelos ensinamentos e formação do meu caráter. A minha querida esposa **Débora Maria**, pelo apoio, companhia e paciência em todo período do mestrado.

AGRADECIMENTOS

A *Deus* por sua proteção, seus ensinamentos, seu amor incondicional a humanidade e por me dar forças para superar todas as dificuldades e seguir sempre adiante.

A minha orientadora, prof^a. Kalinny Lafayette, pela cobrança, pelos ensinamentos e por acreditar na realização deste trabalho, a quem devo grande parte dele.

A todas construtoras envolvidas na pesquisa, pelo apoio, pela disponibilização de dados e acesso irrestrito a todos os canteiros de obras.

A todos os professores do PEC, em especial à prof^a Kalinny Lafayette, ao prof. Alexandre Gusmão e o prof. Silvio Melhado pelos ensinamentos e parceria no desenvolvimento de artigos.

Ao Grupo de Pesquisa de Engenharia Aplicada ao Meio Ambiente – AMBITEC, pelos dados disponibilizados no *drive*, pelas pesquisas realizadas, artigos publicados, atividades de campo e reuniões realizadas.

A minha família, por entender a minha ausência em momentos importantes, pelo apoio, força, encorajamento e votos de confiança. A minha esposa por todo amor e carinho e pelos finais de semana e feriados não aproveitados e ao meu filho que vai nascer.

Aos meus colegas e amigos do mestrado em especial a Joaquim Aquino, Maria Júlia e Tiana Ximenes, pelos estudos e pesquisas, pelas angústias sofridas e partilhadas.

Aos colegas da Secretaria de desenvolvimento sustentável e meio ambiente, em especial ao Secretário de Sustentabilidade Maurício Guerra pelo apoio, voto de confiança, pela compreensão nas ausências e flexibilidade nos horários.

E a todos os outros que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho com excelência no aproveitamento e aprendizado.

VIEIRA, Cidney Ribeiro. **Análise da geração dos resíduos da construção civil, consumos de água e energia elétrica nos canteiros de obra da cidade do Recife - PE.** 2018. 164p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco. Recife, 2018.

RESUMO

Nos últimos anos o setor da construção civil no Brasil tem vivenciado um período de incertezas, com elevado índice de desemprego e contribuições cada vez menores no Produto Interno Bruto (PIB), o segmento vem apresentando taxa de crescimento muito abaixo do esperado. Estes números indicam que a construção civil deve buscar uma melhor estratégia para voltar a ter um crescimento condizente com sua história. Adotar processos construtivos mais sustentáveis, diminuição dos custos de construção com uma maior eficiência do uso da mão de obra e, sobretudo uma menor geração de resíduos nas obras. O objetivo dessa pesquisa foi analisar a geração dos resíduos e os consumos de água e energia nos canteiros de obras da cidade do Recife – PE. Caracterizar as obras; obter valores parciais, estimados e completos de resíduos da construção civil (RCC); estabelecer as principais relações entre os resíduos gerados com as características do empreendimento; avaliar os consumos de água, energia e indicadores de sustentabilidade; diagnosticar a gestão dos resíduos nas obras; identificar quais fatores tem mais influência na geração dos RCC e finalmente propor ações para minimização dos RCC nas obras. Esta avaliação se deu através de uma ampla revisão bibliográfica, onde foi possível obter valores de referência e tipo de resíduos que mais são gerados nos canteiros de obras. Foram acompanhados 60 canteiros de obras na cidade do Recife, onde 25 obras foram concluídas ao longo da pesquisa, com dados completos de geração de RCC. 20 obras continuaram em andamento, com dados parciais de geração de RCC e finalmente, 15 obras com dados incompletos de geração de RCC. Como resultado foi observado que as obras concluídas apresentaram uma geração média de 1253 toneladas, com índice de geração por área de construção de 93,49kg/m²; Índice por tempo de obra de 31,57t/mês e por número de pavimentos de 45,93t/pav. Por fase de construção observou-se predominância de geração de RCC na fase de acabamento com 72%, seguida da fase de estrutura com 23% e fundação com 5%. Nas obras em andamento observou-se predominância dos resíduos classe A em 85,67% dos casos, seguidos pela classe B, 7,25%, classe C, 6,95% e finalmente classe D com 0,13%. A média dos custos de transporte e destino dos RCC foi de aproximadamente R\$ 19.140,00 para as obras em andamento, onde os indicadores de sustentabilidade apontaram para atendimento parcial das metas estabelecidas. O diagnóstico realizado nas 15 obras que não tinham dados completos de geração de resíduos, apontou que 8 obras possuíam certificação ISO 14001 e desse modo tinham uma forma mais eficaz de gestão dos RCC do que as que não eram certificadas. Os fatores influenciadores indicaram como principais aspectos relacionados a geração dos RCC, o sobreconsumo de materiais, complexidade e alteração nos projetos, além dos processos construtivos envolvidos. Os resultados contribuíram com a produção de indicadores de geração dos RCC, além de evidenciar as principais causas das perdas de materiais, para que as empresas adotem como referência, a fim de reduzir o elevado índice de desperdício registrado nas obras.

Palavras-chave: construção civil, geração de resíduos, consumos de água e energia canteiros de obra.

VIEIRA, Cidney Ribeiro. **Analysis of the generation of construction waste, water and electricity consumption in construction sites in the city of Recife - PE.** 2018. 164p. Dissertation (Master in Civil Engineering) - Polytechnic School of Pernambuco, University of Pernambuco. Recife, 2018.

ABSTRACT

In recent years the construction industry in Brazil has experienced a period of uncertainties, with a high unemployment rate and ever smaller contributions in the Gross Domestic Product (GDP), the segment has presented a growth rate that is much lower than expected. These numbers indicate that the construction industry should seek a better strategy to regain growth consistent with its history. Adopt more sustainable building processes, lower construction costs with greater efficiency in the use of labor, and especially less waste generation in the works. The objective of this research was to analyze the generation of waste and the consumption of water and energy in construction sites in the city of Recife - PE. Characterize the works; obtain partial, estimated and complete values of construction waste (RCC); establish the main relationships between the waste generated with the characteristics of the enterprise; assess water consumption, energy and sustainability indicators; diagnose waste management in the works; identify which factors have more influence on the generation of RCCs and finally propose actions to minimize RCC in the works. This evaluation was done through a wide bibliographical review, where it was possible to obtain reference values and the type of waste that is generated the most in the construction sites. It was possible to follow 60 construction sites in the city of Recife, where 25 works were completed throughout the research, with complete data of RCC generation. 20 works continued in progress, with partial data of RCC generation and finally, 15 works with incomplete RCC generation data. As a result, it was observed that the completed works presented an average generation of 1253 tons, with generation rate per building area of 93.49kg / m²; Index for construction time of 31.57t / month and number of floors of 45.93t / pav. By construction phase, RCC generation was predominant in the finishing phase with 72%, followed by the structure phase with 23% and foundation with 5%. In works in progress, class A waste predominated in 85.67% of cases, followed by class B, 7.25%, class C, 6.95% and finally class D with 0.13%. The average cost of transportation and destination of the RCC was approximately R \$ 19140.00 for works in progress, where sustainability indicators pointed to partial compliance with established targets. The diagnosis carried out in the 15 works that did not have complete waste generation data showed that 8 works had ISO 14001 certification and thus had a more effective way of managing RCC than those that were not certified. The influencing factors indicated as main aspects related to RCC generation, overconsumption of materials, complexity and alteration in the projects, besides the constructive processes involved. The results contributed to the production of RCC generation indicators, as well as highlighting the main causes of material losses, for companies to adopt as a reference, in order to reduce the high level of wastage recorded in the works.

Keywords: construction, waste generation, water and energy consumption, construction sites.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRAMAT	Associação Brasileira da Indústria de Materiais de Construção
ABRELPE	Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
ADEMI-PE	Associação das Empresas do Mercado imobiliário de Pernambuco
AMBITEC	Grupo de Pesquisa de Engenharia Aplicada ao Meio Ambiente
ATT	Área de Transbordo e Triagem
CAGED	Cadastro Geral de Empregados e Desempregados
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CNI	Confederação Nacional da Indústria
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CONDEPE/FIDEM	Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco
CPRH	Agência Estadual de Meio Ambiente
CUB	Custo Unitário Básico
DMI	Dados do Mercado Imobiliário
EMLURB	Empresa de Manutenção e Limpeza Urbana
EPI	Equipamento de Proteção Individual
FGV	Fundação Getúlio Vargas
FIESP	Federação das indústrias do estado de São Paulo
GEE	Gases de efeito estufa
ICEI	Índice de Confiança do Empresário Industrial
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
OMS	Organização Mundial da Saúde
PBQP-H	Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat
PCR	Prefeitura da Cidade do Recife
PERS	Política Estadual de Resíduos Sólidos
PGRCC	Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil
PIB	Produto Interno Bruto
PIGRCC	Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil
PMGRCC	Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
RAIS	Relação Anual de Informações Sociais
RCC	Resíduos da Construção Civil
RPA	Região Político-Administrativa
SDSMA	Secretaria de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Cadeia produtiva da construção	21
Figura 2.2	Percentual do valor das incorporações, obras e/ou serviços, segundo o setor de atividade - Brasil - 2014-2015.	22
Figura 2.3	Evolução do PIB a nível Brasil e Construção Civil	24
Figura 2.4	Emprego formal em todos os setores da economia: Admitidos x Desligados, acumulado de Agosto/ 2015 à Julho/2016	25
Figura 2.5	Saldo de empregos formais entre - 2003 a 2016	26
Figura 2.6	Emprego formal na Construção Civil: Admitidos x Desligados, acumulado de Agosto/ 2015 à Julho/2016	27
Figura 2.7	Pernambuco e Brasil: taxa de crescimento do Produto Interno Bruto 2011 – 2015 (%)	28
Figura 2.8	Variação Relativa do Emprego Formal por Unidade da Federação na Construção Civil entre 2014 – 2015	29
Figura 2.9	Índice de Confiança do Empresário Industrial (ICEI)	30
Figura 2.10	Depósito de RCC em pista de rolamento na cidade do Recife	36
Figura 2.11	Composição gravimétrica dos resíduos de demolição	39
Figura 2.12	Composição gravimétrica dos resíduos de construção	40
Figura 2.13	Plano de Gerenciamento de Resíduos estabelecido pela Resolução CONAMA nº 307/2002.	41
Figura 2.14	Escoestão da cidade do Recife	45
Figura 2.15	Resíduos de gesso depositados de maneira irregular em vias públicas	47
Figura 2.16	Custo de gerenciamento de RCC por fase da obra	51
Figura 2.17	Consumo de materiais no processo produtivo	52
Figura 2.18	Relação entre as quantidades de blocos efetivamente utilizados nas vedações e a quantidade especificada nos projetos	54
Figura 3.1	Localização do município do Recife – PE	61
Figura 3.2	Início do processo de urbanização da cidade do Recife	62
Figura 3.3	Localização das RPA's na cidade do Recife – PE	63
Figura 3.4	Localização do bairro de Boa Viagem, Recife – PE	65
Figura 3.5	Processos de licenciamento em Recife de 2013 à 2016	70
Figura 4.1	Fluxograma da pesquisa	73
Figura 4.2	Quantidade de obras pesquisadas	77
Figura 4.3	Método de pesquisa adotado	77
Figura 4.4	Bairros do Recife com canteiros de obras pesquisados	78
Figura 4.5	Localização geográfica dos canteiros de obras na cidade do Recife – PE	80
Figura 4.6	Palestra sobre a problemática dos RCC nos canteiros de obras	82
Figura 5.1	Obra de nº 32 – Fundação em estaca Franki com compactação profunda	88
Figura 5.2	Obra de nº 33 – Fundação em estaca metálica em perfil "I"	89
Figura 5.3	Laje nervurada com assoalho de madeira e cubeta plástica	89
Figura 5.4	Obra de nº 23 – Fase de estrutura com concretagem de lajes	90

Figura 5.5	Obra de nº 36 – Fase de acabamento com revestimentos de fachadas	90
Figura 5.6	Geração total de RCC nas 25 obras concluídas	92
Figura 5.7	Índices de geração de RCC em relação à área de construção, prazo de conclusão da obra e nº de pavimentos.	93
Figura 5.8	Geração de resíduos por fase de obra	94
Figura 5.9	Porcentagem da geração de RCC por fase de construção	94
Figura 5.10	Curva de avanço físico previsto x realizado das 20 obras em andamento	95
Figura 5.11	Percentual das obras em suas diferentes fases de construção	96
Figura 5.12	Escavação dos blocos de fundação – obra nº 39	97
Figura 5.13	Remoção de materiais proveniente de escavações – obra nº 39	97
Figura 5.14	Arrasamento de estacas de concreto – obra nº 39	98
Figura 5.15	Geração parcial e estimada dos RCC das 20 obras em andamento	98
Figura 5.16	Índices de geração estimados relacionados à área construída, tempo de conclusão das obras e número de pavimentos	100
Figura 5.17	Porcentagem de geração de RCC por classe, segundo a Resolução CONAMA nº 307/2002.	102
Figura 5.18	Composição gravimétrica dos resíduos Classe B	102
Figura 5.19	Custo da gestão dos RCC nas obras em andamento	102
Figura 5.20	Consumos acumulados parciais de água e energia	104
Figura 5.21	Indicadores de sustentabilidade para os consumos de água, energia e geração de resíduos ao longo da obra por trabalhador	106
Figura 5.22	Indicadores de sustentabilidade para os consumos de água, energia e geração de resíduos ao final da obra por área de construção	107
Figura 5.23	Embalagens de argamassa para acondicionamento – obra 46	112
Figura 5.24	Dispositivos para guarda de EPI e lâmpadas usadas – obra 49	112
Figura 5.25	Baias para segregação dos resíduos – obra 49	112
Figura 5.26	Caçamba coletora com resíduo misturado – obra 59	112
Figura 5.27	Bombonas plásticas para acondicionamento por classe de RCC	113
Figura 5.28	Caçamba coletora acessível com escada em madeira	113
Figura 5.29	Manipulador telescópico utilizado para transporte interno	114
Figura 5.30	Guinchos cremalheiras utilizados para transporte vertical	114
Figura 5.31	Planta para britagem de agregados para construção civil	115
Figura 5.32	Cooperativa de catadores palha de arroz - Triagem de resíduos	115

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	PIB e ocupação na cadeia da construção o perfil da cadeia	20
Tabela 2.2	Dados gerais da indústria da construção no Brasil - 2014 – 2015	23
Tabela 2.3	Relação dos empregos formais acumulados de Agosto/ 2015 à Julho/2016, em todos os setores da economia	25
Tabela 2.4	Relação dos empregos formais acumulados de Agosto/ 2015 à Julho/2016, na construção civil	27
Tabela 3.1	Ranking dos bairros mais procurados para venda e locação na cidade do Recife	65
Tabela 3.2	Ranking dos bairros mais caros por m ² para venda e locação na cidade do Recife	66
Tabela 3.3	Processos Aprovados - 2013 a 2016	69
Tabela 4.1	Definição do tamanho da amostra	76
Tabela 5.1	Caracterização das obras com banco de dados de RCC completos	91
Tabela 5.2	Caracterização das obras com banco de dados de RCC parciais	96
Tabela 5.3	Banco de dados das gerações parciais e estimadas dos RCC	99
Tabela 5.4	Banco de dados dos índices de geração dos RCC estimados por área construída, tempo de obra e nº de pavimentos	101
Tabela 5.5	Consumos parciais das obras em andamento de água, energia e N° de trabalhadores acumulado	105
Tabela 5.6	Indicadores de sustentabilidade de água, energia e geração de resíduos por trabalhador	107
Tabela 5.7	Indicadores de sustentabilidade de água, energia e geração de resíduos por metro quadrado de área construída	108
Tabela 5.8	Caracterização dos canteiros com diagnostico da gestão dos RCC	110
Tabela 5.9	Perfil dos funcionários que compõem a administração das obras	115
Tabela 5.10	Fontes causadoras do desperdício de materiais nas obras	117
Tabela 5.11	Índice de Importância Relativa das causas da variação dos projetos	118
Tabela 5.12	Índice de Importância Relativa das causas para seleção dos materiais	119
Tabela 5.13	Índice de Importância Relativa das causas para seleção métodos construtivos	119

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1	Classificação dos RCC de acordo com a CONAMA nº 307/2002.	34
Quadro 2.2	Resíduos gerados em cada etapa de uma obra de edificação.	37
Quadro 2.3	Geração <i>per capita</i> de RCC em países e regiões no mundo	38
Quadro 2.4	Fatores causadores de perda de materiais nos canteiros de obra	56
Quadro 2.5	Minimizadores de desperdícios de materiais nos canteiros de obra	57
Quadro 3.1	Bairros por RPA na cidade do Recife – PE	64
Quadro 3.2	Numero de empresas ativas e valores de incorporação, obras e serviços de construção na região nordeste e estados da federação	67
Quadro 3.3	Comparativo do total lançado e vendido em 2016 por cidades e regiões metropolitanas.	68
Quadro 4.1	Resumo das construtoras e obras localizadas nos bairros do Recife	79
Quadro 4.2	Dificuldades encontradas para coleta de dados em 15 obras	84
Quadro 5.1	Indicadores de sustentabilidade de referência adotados pelas construtoras	109

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO.....	15
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	15
1.2 JUSTIFICATIVA.....	17
1.3 OBJETIVOS.....	18
1.3.1 <i>Objetivo geral</i>	18
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	18
CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	20
2.1 A CADEIA PRODUTIVA DA CONSTRUÇÃO CIVIL	20
2.1.1 <i>O Setor da Construção Civil no Brasil e em Pernambuco</i>	23
2.1.2 <i>Impactos Ambientais da Construção Civil</i>	31
2.2 CONCEITOS E CLASSIFICAÇÕES DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO....	32
2.2.1 <i>Caracterização qualitativa dos resíduos gerados nas obras</i>	35
2.2.2 <i>Caracterização quantitativa dos resíduos gerados nas obras</i>	37
2.3 ASPECTOS LEGAIS DA GESTÃO DOS RESÍDUOS	41
2.3.1 <i>Resolução CONAMA nº 307/2002</i>	41
2.3.2 <i>Política nacional e estadual de resíduos sólidos</i>	42
2.3.3 <i>Lei municipal nº 17.072/2005 e Decreto nº 27.399 /2013</i>	44
2.3.4 <i>Lei municipal nº 18.011/2014</i>	47
2.4 DESPERDÍCIO DE ÁGUA, ENERGIA E MATERIAIS NA CONSTRUÇÃO.	49
2.4.1 <i>Conceito e Classificação das perdas</i>	49
2.4.2 <i>Critérios adotados para medição dos desperdícios</i>	53
2.4.3 <i>Fatores de influência do desperdício na construção civil</i>	55
2.4.4 <i>Indicadores e consumo de água e energia nos canteiros de obras</i>	58
CAPÍTULO 3 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO.....	61
3.1 ASPECTOS GEOGRÁFICOS E HISTÓRICOS DA CIDADE DO RECIFE	61
3.2 CENÁRIO DO MERCADO IMOBILIÁRIO LOCAL	66
CAPÍTULO 4 - METODOLOGIA.....	71
4.1 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	74
4.1.1 <i>Definição do tamanho da amostra</i>	75

4.1.2 Perfil das empresas e localização das obras.....	78
4.2 COLETA DE DADOS.....	81
4.2.1 Técnicas e procedimentos de coleta	81
4.2.2 Tratamento dos dados.....	83
4.3 TÉCNICAS E FONTES DE ANÁLISE.....	84
CAPÍTULO 5 ANÁLISE DOS RESULTADOS	87
5.1 CARACTERIZAÇÃO DAS OBRAS	87
5.2 GERAÇÃO DOS RCC NAS OBRAS CONCLUÍDAS	91
5.2.1 Índices de geração dos RCC em relação às características das obras...	92
5.2.2 Geração dos RCC por fase de construção	93
5.3 GERAÇÃO DOS RCC NAS OBRAS EM ANDAMENTO.....	95
5.3.1 Geração dos resíduos parciais e estimados das 20 obras em andamento	98
5.3.2 Geração dos resíduos por classes segundo o CONAMA nº307/02.....	101
5.3.3 Custos parciais e estimados com a gestão dos RCC.....	103
5.3.4 Consumos de água e energia e Indicadores de sustentabilidade.....	104
5.4 GESTÃO DOS RESÍDUOS NOS CANTEIROS DE OBRA DO RECIFE - PE	110
5.4.1 Triagem ou segregação na fonte	111
5.4.2 Acondicionamento	113
5.4.3 Transporte interno e externo.....	114
5.4.4 Disposição final dos RCC	115
5.5 PERFIL DA ADMINISTRAÇÃO DAS OBRAS	115
5.5.1 Fontes de desperdício na construção civil.....	117
5.5.2 Fatores influenciadores dos desperdícios nas obras.....	118
CAPÍTULO 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	122
6.1 CONCLUSÕES.....	122
6.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	125
REFERÊNCIAS.....	127
APÊNDICE A: Ofício enviado para as construtoras.....	137
APÊNDICE B: Perfil das obras analisadas e respectivos enquadramentos	139
APÊNDICE C: Questionário padrão para obtenção de dados nas obras	142
APÊNDICE D: Consumos de água, energia e Indicadores de sustentabilidade	144

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Neste capítulo é apresentada a importância da construção civil para o desenvolvimento sócio-econômico de um país, a consequência que esse progresso traz para a sociedade, devido, sobretudo à problemática dos resíduos gerados nos canteiros de obras. Destaca que a diminuição dos desperdícios de materiais depende da eficiência no processo construtivo e de uma maior industrialização do setor.

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A indústria da construção civil exerce uma forte influência no desenvolvimento econômico de uma nação, contudo nos últimos anos o Brasil tem vivenciado um momento de instabilidade, afetando os negócios no setor, fazendo com que os empresários busquem alternativas para melhorar a confiança dos investidores e consumidores, através de uma melhor oferta de crédito, diminuição das taxas de juros e redução dos custos da construção.

Em virtude do rápido processo de urbanização e crescimento do setor da indústria da construção, o Brasil tem presenciado um elevado índice de geração de resíduos. Acredita-se que esses valores sejam maiores do que o que se tem de registro, devido, sobretudo à falta de dados disponíveis sobre a quantidade de resíduos gerados. O surgimento de leis específicas para o setor vem mobilizando tanto empresas privadas quanto administradores públicos para o correto manejo dos RCC (PAZ, 2014).

O grande responsável pela quantificação dos resíduos gerados é o setor público, pois cabe a ele: disciplinar, fiscalizar e regulamentar as atividades de construção, de modo que se tenha o cumprimento das normas e legislações vigentes. A falta de atenção com as questões ambientais e sociais trazem como resultado os elevados impactos no meio físico, biótico e antrópico que decorrem dessa atividade, onde boa parte das empresas

demonstra pouca ou nenhuma preocupação com a geração de resíduos, (OGLIARI, 2015).

O interesse sobre este assunto vem da seguinte preocupação: ao se gerar os RCC invariavelmente se desperdiçam uma quantidade significativa de recursos naturais, pois grande parte dos resíduos produzidos não são reaproveitados. Estudos recentes demonstram que os resíduos da construção civil têm elevado potencial de reciclagem, e equivalem em peso a 2 vezes os resíduos domiciliares que são recolhidos (MARQUES, OLIVEIRA, PICANÇO, 2013).

Muito por conta desse elevado volume que é gerado, os resíduos da construção tem recebido a atenção de diversos pesquisadores, que buscam encontrar mecanismos de redução e reaproveitamento dos resíduos nos canteiros de obras. Apesar dos impactos ocasionados pela construção civil, ela também é conhecida como um dos setores que mais estimula o surgimento de novas tecnologias, e desenvolvimento de ferramentas de gerenciamento dos RCC (PASCHOALIN FILHO *et al.*, 2013).

Nos últimos 20 anos a racionalização dos processos construtivos com emprego de novas tecnologias, trouxe uma maior eficiência na utilização da mão-de-obra, elevando a produtividade no setor, contribuindo para a criação de indicadores de desempenho capazes de medir a eficiência da indústria da construção, podendo, inclusive servir de parâmetro para mensurar os resultados relacionados à produção e ao crescimento econômico do país. (PINHO, 2013).

Para que o processo construtivo seja realizado de forma eficiente e os custos envolvidos sejam reduzidos, é necessário reduzir as perdas de tempo e de material durante a execução dos serviços; realizar mudanças no processo construtivo, inclusive com adoção de novas tecnologias e ferramentas voltadas cada vez mais para industrialização do segmento, maximizando a produtividade e diminuindo os custos (BEZERRA, 2015).

Este é o cenário onde as empresas de construção buscam compreender quais são os principais obstáculos que possam ser superados, quais os fatores que mais influenciam na geração dos resíduos de construção e quais técnicas e soluções podem ser adotados para melhorar a eficiência do processo construtivo e com isso minimizar os elevados desperdícios identificados nos canteiros de obras.

1.2 JUSTIFICATIVA

A cidade do Recife se localiza numa posição estratégica no estado de Pernambuco, possuindo um acesso rápido aos grandes centros urbanos da região do nordeste brasileiro. Segundo informações do IBGE de 2017, a capital Pernambucana é reconhecida como a cidade com maior PIB dentre os 185 municípios que compõem o estado, e entre os 5 municípios com o maior PIB *Per Capita* de toda a região.

Dentre os 15 municípios que compõem a Região Metropolitana de Recife, a capital do estado é o município que possui a maior renda familiar, com rendimentos acima dos R\$ 1500,00 com cerca de 60% da população, (IBGE, 2017). A cidade conta ainda com a maior parte do público alvo para aquisição de imóveis novos, seguida por Jaboatão dos Guararapes, Olinda, Paulista e Abreu e Lima.

Apesar da importância da construção civil para o crescimento e desenvolvimento da cidade, é possível observar ao longo da capital Pernambucana, diversos pontos de descarte irregular dos resíduos da construção civil, muitos deles localizados próximos a grandes obras, margens de rio, bordas de canais, calçadas, pistas e acostamentos, trazendo diversos transtornos para a cidade.

Mesmo com todo seu potencial de reaproveitamento nas obras, muitos desses resíduos quando são destinados de forma regular, seguem para os aterros sanitários onde são depositados. O preço médio segundo Bezerra (2015), para destino dos resíduos de construção na cidade varia em torno de R\$30,00/t à R\$ 60,00/t a depender do teor de mistura, e o transporte pode ser encontrado à R\$250,00 dependendo da localidade.

Bezerra (2015) ao analisar os custos dos RCC na cidade do Recife observou que o custo em relação ao valor global da obra é cerca de 0,1% à 0,5%, e que poucas empresas demonstra preocupação em minimizar seus índices de geração de RCC. Paz (2014) identificou através de seu estudo na cidade, que o índice de geração dos RCC diminui na medida em que as áreas construídas aumentam.

Além dos resíduos que são produzidos nas construções, outra problemática que remete aos canteiros de obras é o elevado consumo de água e energia para realização da maioria dos processos construtivos. Em pesquisa realizada por Marques, Gomes, e Brandli, (2017) ao analisar o consumo de água e energia em 6 obras, o estudo constatou que os empreendimentos ditos comerciais são mais econômicos do que os residenciais, e que quanto maior a área de construção, menor o consumo de água e energia elétrica.

Diante do exposto, pretende-se ampliar nesta dissertação os conhecimentos a cerca do consumo de água e energia nos canteiros de obras, do desperdício de materiais, identificar quais são os principais fatores que influenciam na geração dos resíduos, e finalmente propor ações para que as empresas possam evitar esses elevados índices de desperdícios das obras, de modo que se possa gerar receitas e diminuir os custos decorrentes dessas perdas.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Analisar a geração dos resíduos e os consumos de água e energia nos canteiros de obras da cidade do Recife – PE.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar as obras identificando os principais aspectos construtivos envolvidos;

- Estabelecer relações entre os resíduos gerados quanto a: área construída, tempo de obra, nº de pavimentos, classe do resíduo, fase de construção e custo da sua coleta e destinação;
- Avaliar o consumo de água e energia e obter os indicadores de sustentabilidade das obras em andamento;
- Diagnosticar o gerenciamento dos resíduos nos canteiros de obras, desde a sua geração até a sua destinação, identificando inclusive se há ou não influência dos selos e certificações em uma menor geração de resíduos;
- Identificar que fatores mais têm influência na geração dos resíduos de construção civil nos canteiros de obras;
- Propor ações para que as empresas construtoras possam minimizar os elevados índices de desperdício das obras.

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo abrange o cenário da construção civil a nível nacional e local, como este setor tem superado seus desafios, sobretudo a problemática dos resíduos gerados nas obras, quais são os indicadores de geração, os aspectos legais relacionados à gestão dos RCC, os conceitos e classificações das perdas, e os principais fatores influenciadores dos desperdícios nos canteiros de obras.

2.1 A CADEIA PRODUTIVA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

A indústria da construção civil é uma atividade que exerce forte influência sobre os demais setores da economia. É formada por uma complexa cadeia produtiva que em 2015 teve 8,32% de participação no PIB Brasileiro, tendo como principais segmentos a construção, indústria de materiais, comércios e serviços, máquinas e equipamentos dentre outros (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO - ABRAMAT, 2016).

A Tabela 2.1 da Fundação Getúlio Vargas (FGV), demonstra os números da cadeia produtiva de uma forma mais ampla, com destaque para o setor da construção civil e pesada com 66,2% de participação no PIB nacional e 70,2% do total de empregados no período.

Tabela 2.1: PIB e ocupação na cadeia da construção e o perfil da cadeia

	PIB		Pessoal Ocupado	
	R\$ Milhão	(%)	Pessoas	(%)
Construção civil e pesada	325.081	66,2%	8.236.340	70,2%
Indústria de materiais	55.153	11,2%	720.449	6,1%
Comércio de materiais	43.048	8,8%	1.028.463	8,8%
Serviços	23.042	4,7%	754.338	6,4%
Máquinas e equipamentos	6.610	1,3%	57.628	0,5%
Outros fornecedores	38.320	7,8%	939.404	8,0%
Total da Cadeia	491.254	100%	11.736.622	100%

Fonte: FGV (2016)

As atividades de construção são o núcleo da cadeia produtiva dada a sua importância e representatividade. Podem ser divididas em dois grupos principais: Construção civil e Construção Pesada (Figura 2.1). A construção civil compreende as obras para fins comerciais, habitacionais, industriais, agropecuários e edificações de uso público e privado. Conforme a Federação das indústrias do estado de São Paulo (FIESP, 2017) a construção pesada está relacionada às obras de infra-estrutura, tais como: ferrovias, hidrovias, aeroportos, portos, barragens, obras de saneamento, dentre outras.

Figura 2.1: Cadeia produtiva da construção



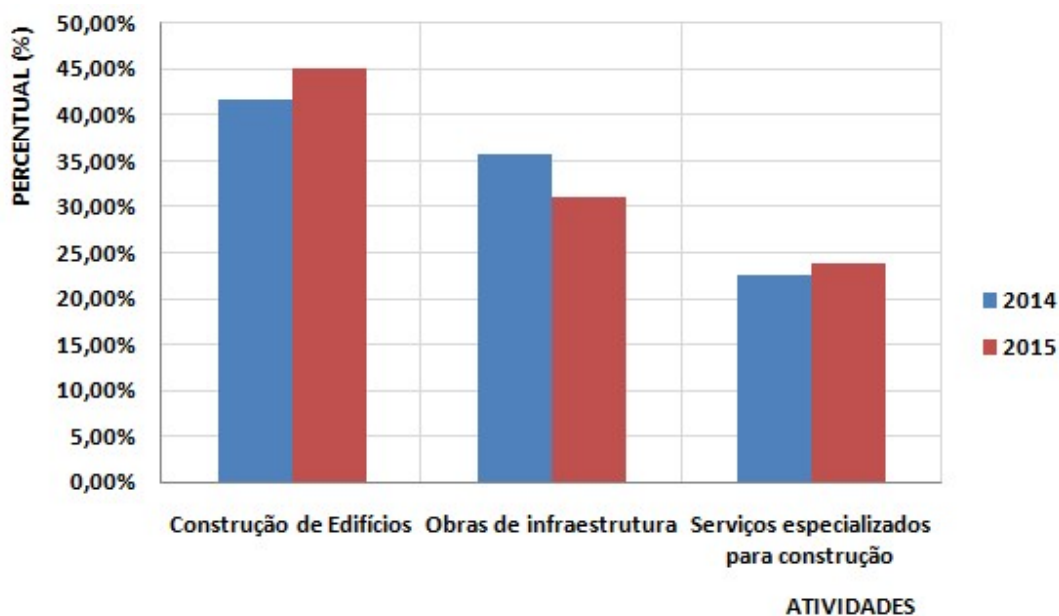
Fonte: Adaptado da FIESP (2017)

A cadeia produtiva da construção civil é um instrumento muito utilizado em estudos econômicos, possui ainda uma independência entre seus setores e dentro dessa

perspectiva, a construção civil assume um papel de destaque, pois é o setor que mais gera empregos com cerca de 8.236.340 milhões de pessoas ocupadas, contribuindo para o crescimento, superando inclusive o setor de infra-estrutura, que historicamente detém números expressivos em termos de participação (FGV, 2016).

Segundo dados da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), a participação em percentual do valor das incorporações, obras ou serviços em 2015 teve um acréscimo de 8,15% em relação a 2014. No segmento de obras de infra-estrutura houve um decréscimo de -12,88% e o setor de serviços especializados para construção teve um leve aumento de 5,31% quando comparado ao mesmo período, (Figura 2.2).

Figura 2.2: Percentual do valor das incorporações, obras e/ou serviços, segundo o setor de atividade - Brasil - 2014-2015.



Fonte: Adaptado do CBIC (2016)

Esses números refletem o cenário degradado da economia e política brasileira, onde em 2014 a cadeia produtiva começou a sentir os sintomas da desaceleração do mercado imobiliário e da queda de investimentos estruturadores como modais rodoviários e ferroviários por setores públicos. Em 2015 a elevada taxa de juros,

desemprego e inflação agravaram a situação contribuindo para o aprofundamento da crise (FGV, 2016).

2.1.1 O Setor da Construção Civil no Brasil e em Pernambuco

O setor da Construção civil é reconhecido no Brasil por sua importância tanto na economia, quanto na geração de empregos diretos e indiretos. Contribui ainda para o desenvolvimento industrial, colaborando para a inovação e o surgimento de novas tecnologias que possam melhorar seus processos construtivos (LIMA, 2016).

Segundo dados do IBGE, em 2015 o número de empresas de construção, incorporação e serviços cadastradas e ativas, eram mais de 131 mil empresas, representando um aumento de quase de 3% em relação ao ano anterior, essas empresas realizaram cerca de R\$ 324 bilhões em investimentos, registrando uma redução de mais de 12%, se comparado com o ano de 2014, (Tabela 2.2).

Tabela 2.2 – Dados gerais da indústria da construção no Brasil - 2014 - 2015

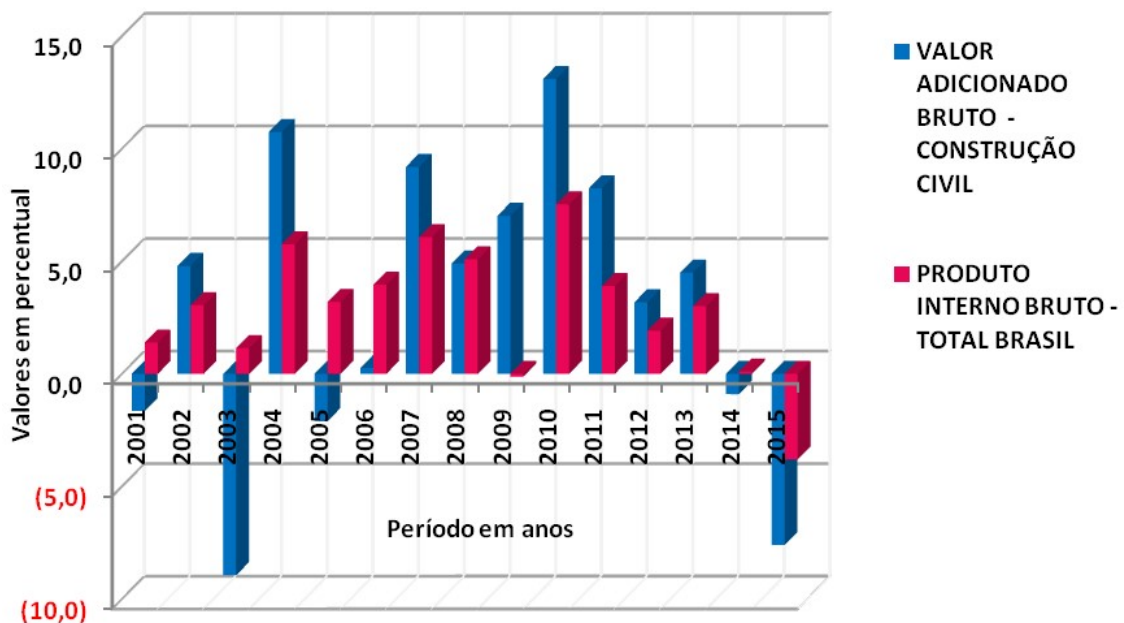
Ano	Dados gerais da indústria da construção								
	Número de empresas ativas	Pessoal ocupado	Salários, retiradas e outras remunerações	Gastos de pessoal	Total dos custos e despesas	Valor das incorporações, obras e/ou serviços	Valor das obras e/ou serviços	Construções para entidades públicas	Receita operacional líquida
2014	128 012	2 894 458	74 129	108 110	329 406	395 132	382 687	129 780	370 783
2015	131 487	2 439 429	68 577	99 691	299 206	354 359	337 949	103 495	323 971

Fonte: IBGE (2016)

Esse encolhimento nos valores das incorporações, obras e / ou serviços, reflete o cenário que o país vem atravessando. Em 2015 o Brasil fechou o ano com um dos piores resultados da série histórica dos últimos 25 anos. O PIB nacional apresentou uma retração de 3,8% em relação a 2014, a Indústria da Construção civil teve um recuo ainda maior de 7,6%, muito por conta da falta de investimentos nos setores de

Incorporação, Construção de edifícios, Obras de infra-estrutura e Serviços de construção, como apresentado na Figura 2.3 (IBGE, 2016).

Figura 2.3: Evolução do PIB a nível Brasil e Construção Civil



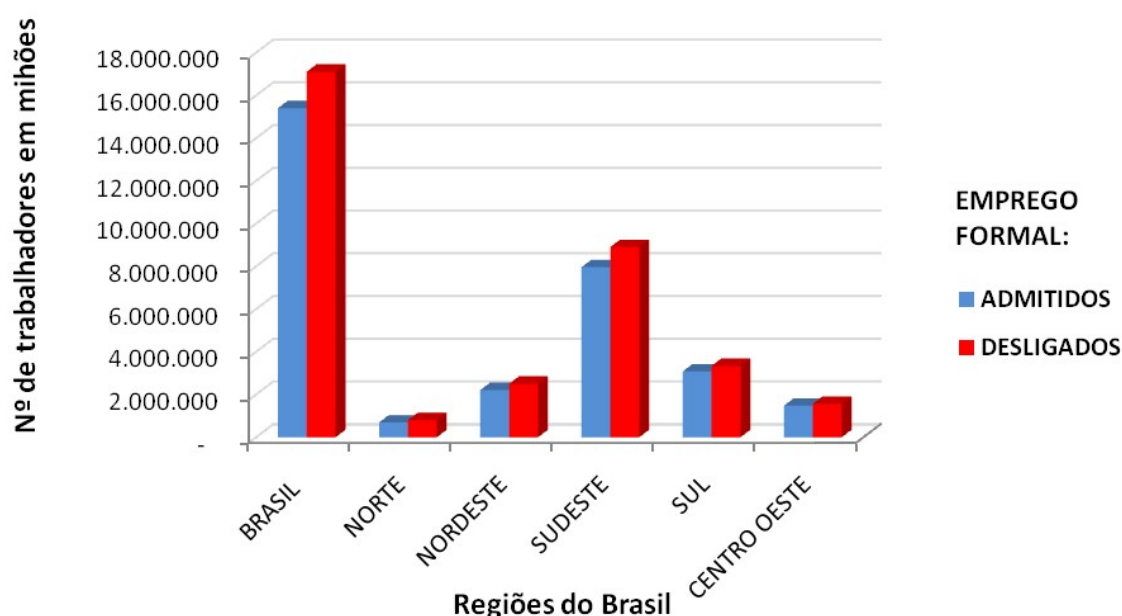
Fonte: Adaptado do IBGE (2016)

O setor da construção civil não foi o único que apresentou retração em 2015, outros setores a exemplo comércio e indústria de transformação, este último respondendo com o segmento de veículos, máquinas, equipamentos e eletroeletrônicos registraram recuos muito maiores. No entanto a construção civil tem algumas peculiaridades que a tornam um caso bem complexo, (EXAME, 2015).

A construção civil é o setor que mais oferece empregos diretos, com mais de 3 milhões de pessoas com carteira assinada, responde ainda com cerca de 5,0% do PIB Nacional. Mesmo com toda sua importância, nos últimos anos vêm apresentando recuos bastante significativos, muitos deles tendo como origem o aumento da taxa de juros, restrição do crédito imobiliário, inflação alta, falta de confiança no governo, corrupção e elevados índices de desemprego (EXAME, 2015).

De acordo com dados divulgados pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE, 2017), de agosto de 2015 à julho de 2016, foram desligados no Brasil em todos os setores da economia, cerca de 17.107,334, trabalhadores, enquanto 15.400,875 foram admitidos no mesmo período, ocasionando um déficit de 1.706.459 de empregos formais. Na região nordeste foram perdidos 294,601 postos de trabalho, o que representa 17% de todo o país, (Figura 2.4; Tabela 2.3).

Figura 2.4: Emprego formal em todos os setores da economia: Admitidos x Desligados acumulado de Agosto/ 2015 à Julho/2016



Fonte: Adaptado do MTE (2016)

Tabela 2.3: Relação dos empregos formais acumulados de Agosto/ 2015 à Julho/2016, em todos os setores da economia

BRASIL E REGIÕES	ADMITIDOS	DESLIGADOS	SALDO
BRASIL	15.400.875,00	17.107.334,00	-1.706.459,00
NORTE	688.298,00	797.711,00	- 109.413,00
NORDESTE	2.206.589,00	2.501.190,00	- 294.601,00
SUDESTE	7.956.703,00	8.906.190,00	- 949.487,00
SUL	3.075.844,00	3.339.184,00	- 263.340,00
CENTRO OESTE	1.473.441,00	1.563.059,00	- 89.618,00

Fonte: Adaptado do MTE (2016)

Em 2017 a Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), importante setor governamental que atua na gestão dos empregos formais, objetivando dar suprimento às necessidades de controle das atividades trabalhista no país além de disponibilizar informações relativas ao mercado de trabalho formal, divulgou dados onde é possível observar que o saldo de empregos registrados vem apresentando queda desde 2014, tendo um saldo negativo de aproximadamente 1.707,000 em 2016 (Figura 2.5).

Figura 2.5 - Saldo de empregos formais entre - 2003 a 2016

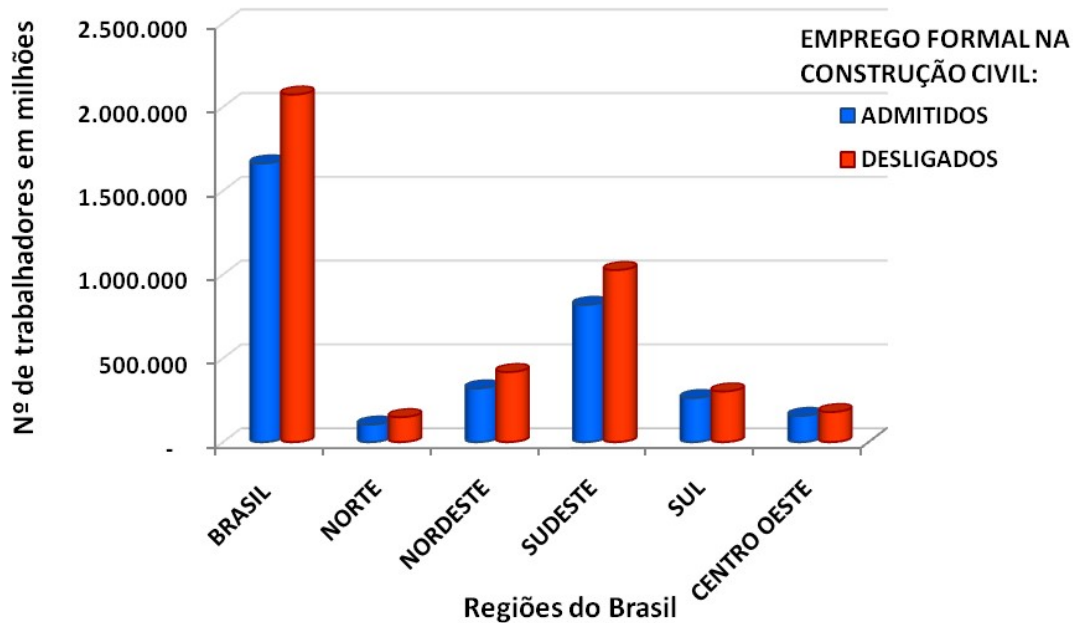


Fonte: RAIS - DEC nº 76.900/75 MTb (2017)

Considerando apenas o setor da Construção Civil entre Agosto de 2015 e Julho de 2016, o número de desempregados em todo o Brasil chegou a quase 2.075,000 enquanto o nº de admitidos foi de aproximadamente 1.664,000. O número de postos de trabalho perdido foi de quase 411000 unidades, ou seja, 25% do total de todas as atividades econômicas, demonstrando o elevado impacto que o setor vem sofrendo nesses últimos anos (MTE, 2016).

Na região nordeste o número de desempregados foi de 418000 contra 321000 pessoas admitidas, representando um saldo negativo de 97000 mil postos de trabalho perdidos no mesmo período (Figura 2.6; Tabela 2.4).

Figura 2.6: Emprego formal na Construção Civil: Admitidos x Desligados, acumulado de Agosto/ 2015 à Julho/2016



Fonte: Adaptado do MTE (2016)

Tabela 2.4: Relação dos empregos formais acumulados de Agosto/ 2015 à Julho/2016, na construção civil

BRASIL E REGIÕES	ADMITIDOS	DESLIGADOS	SALDO
BRASIL	1.663.650,00	2.074.279,00	- 410.629,00
NORTE	104.371,00	148.605,00	- 44.234,00
NORDESTE	320.658,00	417.658,00	- 97.000,00
SUDESTE	819.346,00	1.026.725,00	- 207.379,00
SUL	262.872,00	302.180,00	- 39.308,00
CENTRO OESTE	156.403,00	179.111,00	- 22.708,00

Fonte: Adaptado do MTE (2016)

Sem emprego não se gera renda, afinal não se tem demanda para um novo consumo. O encerramento desse ciclo desfavorável só se consegue através da produção. É indispensável que se tenha um ambiente favorável de negócios e que o clima de confiança volte, para que se possa atrair novamente a mão-de-obra que foi perdida (CONSTRUIRNE, 2016).

Em 2015, o Produto interno Bruto (PIB) do estado de Pernambuco teve uma queda de 3,5% em relação ao ano anterior, Figura 2.7. Esse resultado é o pior da serie histórica desde 1988, quando houve uma retração de 4,5%. Mesmo com tal resultado, Pernambuco apresentou valores melhores do que o PIB nacional que foi de 3,8% no mesmo período. Especialistas apontam que a mudança do perfil de uma economia agrária para industrial, seria um dos motivos para a queda (AGÊNCIA ESTADUAL DE PLANEJAMENTO E PESQUISAS DE PERNAMBUCO – CONDEPE/FIDEM, 2016).

Figura 2.7: Pernambuco e Brasil: taxa de crescimento do Produto Interno Bruto 2011 – 2015 (%)



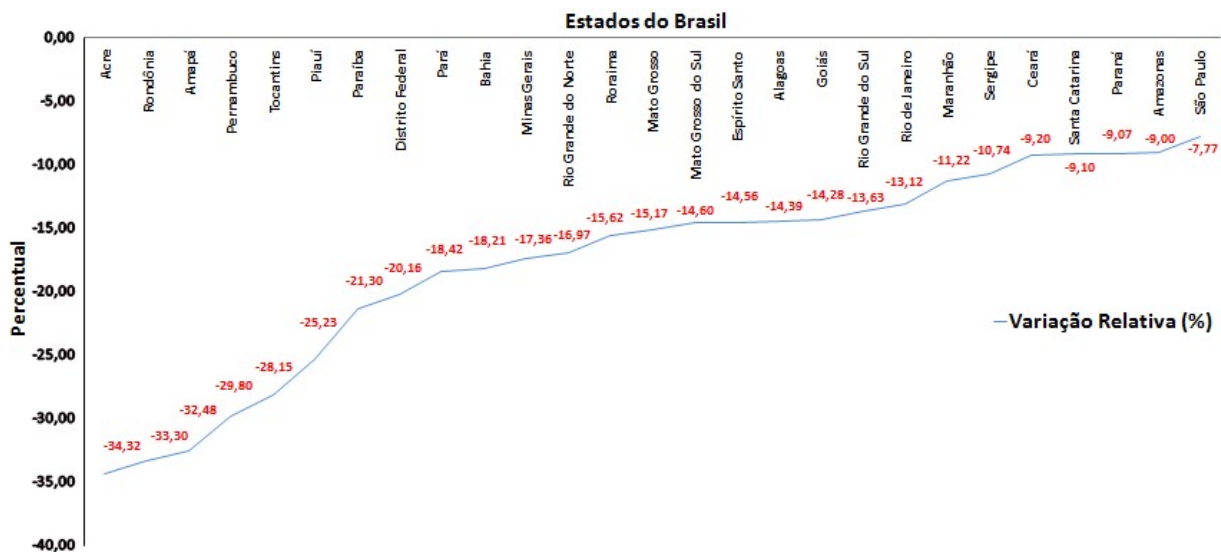
Fonte: Adaptado da CONDEPE/FIDEM (2016)

Segundo dados do IBGE (2015), a construção civil foi um dos setores que mais obteve perdas com 11,5% de retração, uma vez e meia maior do que a média nacional de 7,6%. Neste período, diversas obras foram paralisadas, lançamentos foram adiados, um grande contingente de mão-de-obra foi perdido e o índice de confiança dos investidores ficou muito abaixo do esperado, refletindo nas demais unidades federativas e sobretudo no estado de Pernambuco.

O Cadastro geral de empregados e desempregados (CAGED) em 2016 constatou que o número de postos de trabalho perdidos, só na indústria da construção civil no período de 2014 – 2015, foram de 35028 trabalhadores, com uma variação relativa de 29,80%. Pernambuco obteve o quarto pior desempenho entre as 27 unidades da federação,

superando apenas os estados do Acre – 34,32%, Rondônia – 33,30% e Amapá – 32,48%, Figura 2.8.

Figura 2.8: Variação Relativa do Emprego Formal por Unidade da Federação na Construção Civil entre 2014 - 2015

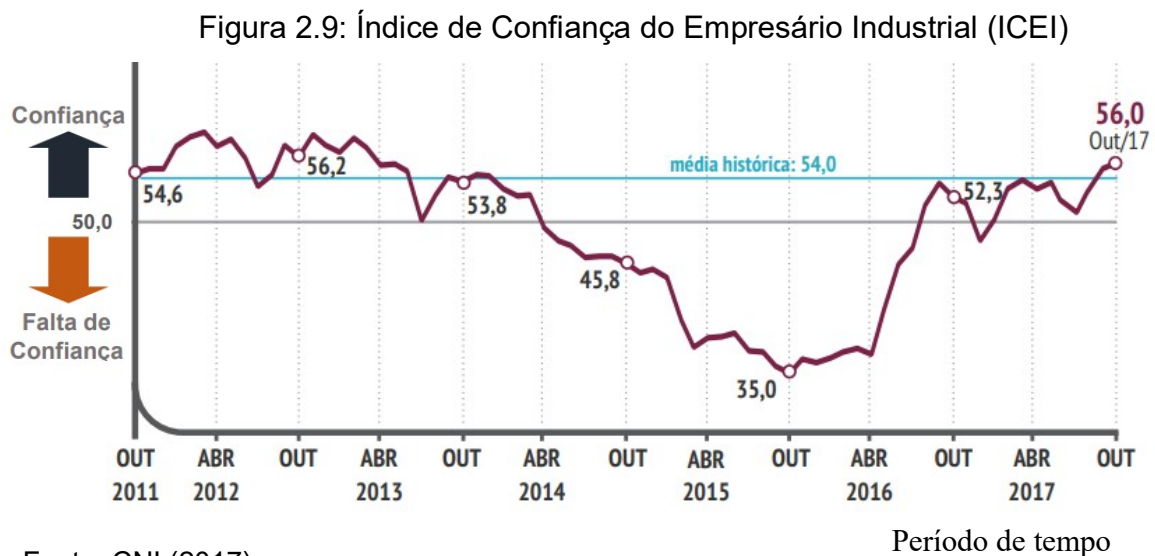


Fonte: Adaptado da CAGED (2016)

O cenário demonstra que Pernambuco vem passando por uma grave recessão na sua economia, bem acima dos demais estados nordeste. O desempenho negativo em Pernambuco tem fundamentação, sobretudo em dois principais fatores: a desmobilização de SUAPE e pelas ações para combate a corrupção em obras como a Refinaria Abreu e Lima e o Estaleiro Atlântico Sul (JORNAL DO COMÉRCIO, 2015).

Apesar do ambiente desfavorável, Pernambuco é visto como um dos estados brasileiros com maior possibilidade de recuperação, pois criou bases para uma economia forte. Os investimentos feitos no estado entre 2005 e 2015 possibilitaram uma nova estrutura industrial, baseada em investimentos estruturadores, com equipamentos em pleno funcionamento como a Petroquímica Suape e outras indústrias na região (DIÁRIO DE PERNAMBUCO, 2016).

O Índice de confiança do empresário industrial – ICEI, que é um indicador obtido através de uma pesquisa realizada aos empresários do setor industrial, sobre as condições da economia, da empresa e da sua expectativa em relação ao futuro, tem melhorado nos últimos meses no estado (Figura 2.9), os seus valores permanecem acima da média histórica de 54 pontos desde agosto de 2017, (CNI, 2017).



Em Outubro de 2015, o índice de confiança registrou 35 pontos, sendo este o pior resultado da série histórica desde outubro de 2011. A partir de Abril de 2016 o índice começou a melhorar alcançando 56 pontos em outubro de 2017, o que demonstra que o empresário do setor industrial está mais confiante em relação aos próximos anos. Cabe salientar que valores abaixo de 50 pontos indicam falta de confiança do empresário, sendo que quanto mais baixo dos 50 pontos for o valor, maior e mais disseminada é a falta de confiança.

Para que a construção civil possa voltar a obter resultados positivos, é necessário melhorar a confiança dos investidores, elevar a taxa de crédito e diminuir o déficit habitacional. Superar alguns desafios antigos, tais como: produzir edificações mais sustentáveis, aumentar os investimentos em inovação tecnológica e, sobretudo, diminuir o elevado índice de desperdício registrado nas obras, e como consequência os impactos causados ao meio ambiente.

2.1.2 Impactos Ambientais da Construção Civil

Os resíduos gerados diariamente nos canteiros de obra demonstram que a indústria da construção é um dos maiores poluidores do meio ambiente, causando diversos impactos ambientais, mesmo com cerca de 90% dos resíduos gerados tendo um elevado potencial de reciclagem. Dentre os principais materiais que são descartados estão os solos provenientes de escavações, que, embora seja um material natural é abandonado de forma clandestina nos espaços públicos (LIMA, 2016).

É importante destacar que a construção civil é o setor que impulsiona a maioria dos outros segmentos produtivos, trazendo progresso e desenvolvimento para a nação. Apesar disso, é o setor que mais causa impactos ambientais em todas as etapas do seu processo construtivo, desde a etapa da extração da matéria prima, produção dos materiais, aplicação, manutenções, uso e desconstrução do empreendimento (MARTINS, 2012).

Na fase de extração das matérias primas, Amadei *et al.* (2011) e Paschoalin Filho e Graudenz (2012), destacam como principais impactos ambientais negativos: fim das reservas naturais das fontes não renováveis, devastação das florestas, alteração da paisagem, erosão dos solos, elevação da concentração do nível de CO₂ na atmosfera e conseqüente aumento da temperatura global, poluição do ar e poluição sonora.

Amadei *et al.* (2011) acrescentam que, além dos impactos originados durante a fase de extração dos recursos naturais, também ocorrerão impactos nas fases de construção dos edifícios, observando quase sempre, um elevado índice de resíduos. Paschoalin Filho e Graudenz (2012) revelam que em grande parte das obras, os resíduos gerados decorrem da falta de planejamento, falta de padronização, precariedade das condições de trabalho e baixo grau de precisão.

Bittencourt (2012) destaca que os impactos ambientais originados nos canteiros de obras são de diversa natureza, a elevada produção de RCC, poluição do ar, poluição

sonora, interferências no sistema de drenagem natural do solo, impactos diretos relacionados à perda da biodiversidade, são alguns desses impactos. Devido a isso, o setor da construção civil tem buscado ações que combatam esses impactos e contribuam para a melhoria do setor.

Bittencourt destaca ainda 4 focos de atuação para uma gestão mais sustentável nos canteiros de obras, são eles:

- Gestão dos resíduos: relaciona as perdas de materiais por entulho, manuseio, destinação de resíduos, entre outros;
- Incômodos a comunidade e poluição: compreende emissão de ruídos, emissão de vibração, emissão de gases poluentes na atmosfera e material particulado no ar;
- Gestão dos recursos: compreende consumo racional de água e energia;
- Infraestrutura de canteiros: envolve a circulação de materiais, pessoas e equipamentos, bem como o correto manuseio e armazenamento dos materiais, etc.

Apesar dos impactos ambientais causados pela indústria da construção civil, a sociedade não sobrevive sem os benefícios oferecidos por este setor. Desse modo, tanto as empresas construtoras, quanto as prestadoras de serviços, devem contribuir para minimizar os desperdícios registrados nas obras, trazendo como consequência uma diminuição dos impactos ambientais e finalmente uma obra mais sustentável (PAZ, 2014).

2.2 CONCEITOS E CLASSIFICAÇÕES DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO

Os resíduos de construção civil podem ser designados pela sigla RCC, de acordo com o CONAMA nº 307 são classificados como Classe A e definidos como materiais de baixa periculosidade, pouco poluentes, podendo ser encontrados nas demolições de casas, reformas, construção de estradas e edifícios, nas escavações de fundações e preparo das obras, sejam elas de caráter público ou privado. Este tipo de resíduo é também conhecido pela sua deposição irregular nos grandes centros (MONTEIRO, 2012).

De acordo com Brasileiro (2015), a geração dos RCC pode ser encontrada num período antecedente a execução de uma obra, pois a produção dos insumos da construção além de consumir uma enorme quantidade de água e energia geram uma significativa quantidade de resíduos. Os RCC podem ser encontrados em obras viárias, renovação de edifícios, demolições, escavações, limpeza de terrenos, ou até mesmo catastrofes naturais e artificiais.

Os resíduos de construção representam uma importante parcela dos resíduos sólidos urbanos e normalmente correspondem de 10% à 30% em toneladas do total de resíduos que são destinados em aterros nos Estados Unidos. Como a indústria da construção é um grande consumidor de recursos naturais, a enorme quantidade de resíduos de construção aponta para uma maior necessidade de reaproveitamento e diminuição em termos de geração (LI-YASHUAI, 2013).

Estima-se que a produção de RCC no Brasil variou entre 0,62 kg/hab/dia, em 2003, e 1,46 kg/hab/dia, em 2010, o que resulta em uma produção média de 145,65 t de RCC por dia no período. No entanto, por conta das políticas públicas relacionadas a habitação, sobretudo ao minha casa minha vida, a produção estimada de RCC vem aumentando progressivamente (CARDOSO, 2011).

Inúmeros conceitos são utilizados para caracterizar os RCC, embora a definição mais conhecida sobre os resíduos da construção civil tenha sido dada pela resolução de nº 307, publicada em 05 de julho de 2002, pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

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

A Norma Brasileira – NBR – 10.004/2004, classifica os resíduos da construção como resíduos inertes da classe II B, quando amostrados de forma representativa de acordo com a ABNT NBR 10007, e que não apresentaram em seus constituintes solubilizados em água, concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água exigidos, com exceção do aspecto da cor, turbidez, dureza e sabor.

A Resolução CONAMA 307/2002 classifica os RCC em quatro categorias distintas conforme Quadro 2.1, onde é possível observar o tipo de material de cada categoria, além da forma de destinação que deverá ser dada ao resíduo gerado. A Resolução nº 348, de 16 de agosto de 2004, e a Resolução nº 431, de 24 de maio de 2011, modificaram a classificação dada pela Resolução nº 307, inserindo o amianto como material perigoso (classe D) e mudando a classificação do gesso, de classe C para a classe B, respectivamente.

Quadro 2.1: Classificação dos RCC de acordo com a CONAMA nº 307/2002.

CLASSE	DEFINIÇÃO	DESTINAÇÃO
A	São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: tijolos, concreto, argamassa, blocos, telhas, placas de revestimentos, solos provenientes de terraplanagem, dentre outros.	Deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou encaminhados a aterro de resíduos classe A de reservação de material para usos futuros.
B	São os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e gesso.	Deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.
C	São os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente inviáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação.	Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.
D	São os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos.	Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

Fonte: Brasil (2002)

A Resolução CONAMA nº 431, reclassificou o gesso de resíduo classe C para resíduo classe B possibilitando uma maior reutilização desse material, pois durante a fase de aplicação é identificado um elevado índice de desperdício nas obras chegando a valores superiores a 40% devido principalmente á alta velocidade na secagem da pasta. Este percentual de desperdício é bastante preocupante pois o gesso vem sendo bastante utilizado nas obras, sobretudo pelo seu custo reduzido, rapidez na aplicação e bom acabamento final (BENHOEFT; GUSMÃO; TAVARES, 2011).

A reclassificação do amianto, pela resolução CONAMA nº 348, como resíduo perigoso, evitou que os trabalhadores da construção civil ficassem expostos por longos períodos de tempo a exposição desse mineral extremamente nocivo a saúde. Segundo a Organização Mundial de saúde (OMS), as fibras desse material em caso de inalação por longos períodos e em quantidades elevadas, podem se alojar nos pulmões e causar uma serie de doenças.

2.2.1 Caracterização qualitativa dos resíduos gerados nas obras

Atualmente devido a crescente pressão política e financeira, as empresas de construção precisam adotar estratégias de gestão de resíduos mais sustentáveis para reduzir os custos associados ao descarte de resíduos. A gestão eficiente dos resíduos de construção exige uma abordagem sistemática com a colaboração de várias partes interessadas na indústria da construção (LI-YASHUAI, 2013).

No Brasil, o descarte irregular dos resíduos tem causado serios problemas ambientais, sociais e econômicos à sociedade. A deposição inadequada acontece em bordas de canais, calçadas, pistas de rolamento, parques e terrenos baldios, ocasionando o aparecimento de doenças. Apesar dos resíduos da construção civil serem classificados como materiais inertes não reagentes, a formação desses depósitos em vias urbanas oportunizam a criação de mini-lixões em toda cidade (RODRIGUES, 2015).

No Recife, município brasileiro com uma das piores taxas de mobilidade urbana, essa deposição pode ser vista ao longo de toda cidade, principalmente nos bairros com elevado adensamento urbano. Além do passivo ambiental causado por esses resíduos, o problema da mobilidade acaba se intensificando devido às deposições que acontecem ao longo de vias, córregos e calçadas, conforme apresentado na Figura 2.10 (ALBUQUERQUE, 2015).

Figura 2.10: Depósito de RCC em pista de rolamento na cidade do Recife



Fonte: Albuquerque (2015)

Segundo Pacheco (2011) e Costa (2012), a composição dos resíduos varia de acordo com a fase da obra, mais sempre existirá um material predominante, que é peculiar a cada país devido aos processos construtivos e diversidade das tecnologias utilizadas. Macedo e Lafayette (2011), ao analisarem a composição gravimétrica dos resíduos gerados em 4 obras na cidade do Recife, perceberam a predominância de um determinado material por fase de construção.

O Quadro 2.2 apresenta a diversidade de resíduos que podem ser encontrados em todas as etapas de uma construção de múltiplos pavimentos no Brasil.

Quadro 2.2: Resíduos gerados em cada etapa de uma obra de edificação.

Etapa da Obra	Tipos de resíduos possivelmente gerados
Demolições	Areia, argamassa, azulejos, ferro, blocos, brita, cal, cerâmica, concreto, esmalte, esquadrias metálicas, gesso, janelas, ladrilhos, madeiras, pedras, perfis metálicos, pisos, portas, pré-moldados de concreto, tábuas, tacos, telhas.
Limpeza do terreno	Solos, rochas, resíduos vegetais.
Montagem do canteiro	Blocos, argamassa, concreto (areia e brita), madeira, pregos, telhas.
Fundações	Solo e material rochoso
Drenagem de terrenos	Areia, brita, concreto, juntas de tubos cerâmicos e de concreto, madeira, rejeitos rochosos, solos.
Infraestrutura	Areia, argamassa, brita, cal, cimento, concreto, pedras, madeira, sobras de aço, solo, tijolos.
Superestrutura	Concreto (areia; brita), madeira, sucata de ferro, blocos, brita, cal, cimento, concreto, laminados, saibro, tijolos.
Alvenaria	Blocos cerâmicos, blocos de concreto, argamassa
Instalações Hidráulicas	Blocos, sucata de ferro, aparas de tubulações (PVC e fibrocimento), argamassa, tubulação de concreto, aparas de cobre e ferro, material de rejunte, vedação e tubulação
Instalações Elétricas	Blocos cerâmicos, fios de cobre e cabos, argamassa, conduítes, mangueira.
Reboco interno/externo	Argamassa
Revestimentos e Pisos	Pisos e azulejos cerâmicos, piso de madeira, argamassas ou colas, borrachas, cimento, fibrocimento, granitos, lascas de alumínio, de cerâmica, de mármore e de vidro, pastilhas, pedra, concreto, pedaços de vigas, restos de tacos.
Esquadrias de madeira	Aparas de madeira, argamassa, peças de fixação
Forro de Gesso	Placas de gesso acartonado.
Colocação de Vidros	Lascas de vidros, massas de fixação
Pinturas	Tintas, vernizes, seladoras, texturas.

Fonte: Adaptado de Pacheco (2011)

2.2.2 Caracterização quantitativa dos resíduos gerados nas obras

A quantificação dos resíduos gerados vem sendo amplamente discutida por diversos autores no mundo. Segundo Llatas em 2011 a União Européia estabeleceu uma meta de recuperar cerca de 70% dos RCC gerados nas obras, contudo a falta de

informações tem dificultado o alcance dessa meta. Estima-se que são gerados no mundo de dois a três bilhões de toneladas de resíduo por ano, sendo 500 milhões apenas na União Européia.

O Quadro 2.3 descreve a geração *per capita* obtida por alguns autores em diversos países estudados no mundo:

Quadro 2.3: Geração *per capita* de RCC em países e regiões no mundo

Autores	Países / Regiões	Geração <i>per capita</i>
(DING; XIAO, 2014)	Estados Unidos	520 kg/hab.ano
	Alemanha	710 kg/hab.ano
	Reino Unido	500 kg/hab.ano
	Austrália	400 kg/hab.ano
	Japão	800 kg/hab.ano
	Grécia	646 kg/hab.ano
	Portugal	186 kg/hab.ano
	China (Shanghai)	842 kg/hab.ano
(ABRELPE, 2014)	Brasil	350 kg/hab.ano
(MÁLIA <i>et al</i> , 2013)	União Européia	720 kg/hab.ano
	Holanda	170 kg/hab.ano
	Irlanda	480 kg/hab.ano

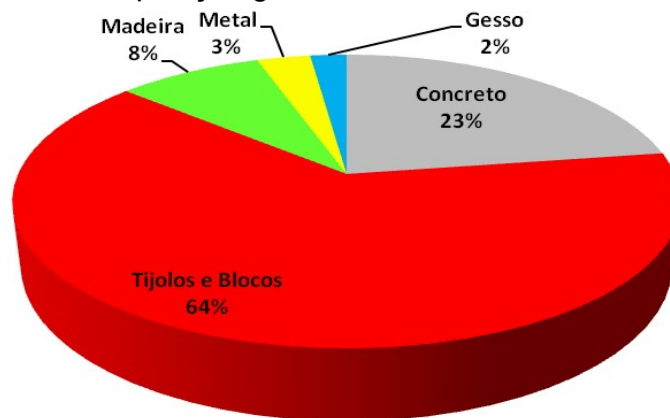
Apesar dos elevados índices de RCC registrados na indústria da construção, a geração de resíduos não é exclusiva desse setor. No entanto ele se destaca pelo consumo elevado de materiais, resultando numa significativa parcela de produção de resíduos, trazendo diversos problemas para as cidades, ocasionando uma demanda desnecessária nos sistemas de transporte para o seu destino final (GUSMÃO, 2008).

Em relação ao custo, estima-se que são gastos no Brasil em torno de R\$ 2 milhões por mês apenas para recolhimento dos entulhos que são depositados de forma clandestina pela população nos grandes centros. Pode-se afirmar, inclusive, que do total de entulho gerado apenas metade recebe o devido tratamento, contudo a outra parcela é depositada de modo irregular (EVANGELISTA; COSTA; ZANTA, 2010).

Quanto à composição gravimétrica, os resíduos gerados nas construções apresentam grande variabilidade, sendo o seu processo de quantificação bastante complicado, muito decorrente dos sistemas construtivos que são adotados, projetos arquitetônicos com elevada complexidade e elevada variação, além de haver uma enorme quantidade de materiais na sua cadeia produtiva (KERN *et al*, 2015).

A Figura 2.11 descreve a composição gravimétrica dos resíduos de demolição identificados por Ding e Xiao (2014), em diversas obras pesquisadas em Shanghai.

Figura 2.11: Composição gravimétrica dos resíduos de demolição

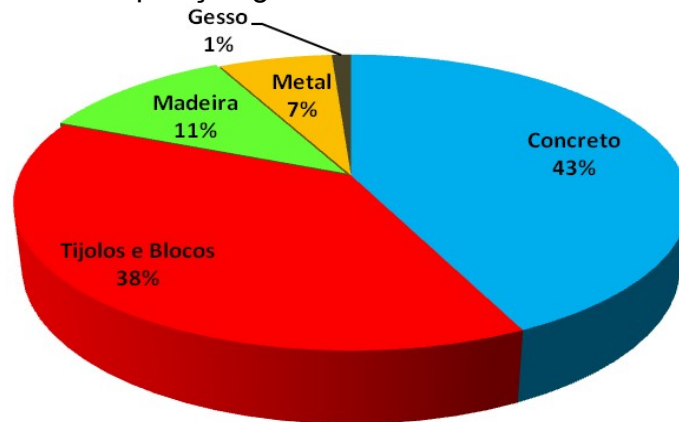


Fonte: Adaptado de Ding e Xiao (2014)

As demolições representam uma significativa contribuição para a geração de resíduos da construção, contudo grande parte da produção dos desperdícios pode ser observada nas novas construções, devido a projetos mal elaborados, com especificações de materiais inadequados, falta de compatibilidade, serviços mal executados, com improvisos e retrabalhos, além da falta de planejamento da obra (BAPTISTA Jr; ROMANEL, 2013).

A Figura 2.12 demonstra os percentuais dos resíduos gerados para uma obra de construção nova em Shanghai. É possível observar que o resíduo mais produzido nesse canteiro de obras é o concreto com 43%, seguido dos tijolos e blocos com 38%, madeira com 11%, metal 7% e finalmente o gesso com 1% (DING; XIAO, 2014).

Figura 2.12: Composição gravimétrica dos resíduos de construção



Fonte: Adaptado de Ding e Xiao (2014)

Paz e Lafayette (2016) analisaram a geração dos resíduos de construção e demolição em 52 canteiros da cidade do Recife. As conclusões indicaram a necessidade de utilização de softwares computacionais, fornecendo informações mais precisas para que as empresas de construção possam melhorar a sua eficiência na gestão dos resíduos e planejamento das obras. Em relação ao índice de geração de resíduos por área de construção, o valor médio obtido foi de 97kg/m^2 .

Sáez et al. (2014), desenvolveram uma pesquisa onde puderam demonstrar que a utilização de paredes de gesso em obras de construção, se comparado com sistemas convencionais em blocos cerâmicos ou de concreto, reduzem em até 15% o peso da geração dos RCC. A taxa média obtida na pesquisa considerando a construção em *Drywall*, foi de $114,35\text{ kg/m}^2$ ou $0,188\text{ m}^3/\text{m}^2$, contra $131,02\text{ kg/m}^2$ ou $0,192\text{ m}^3/\text{m}^2$ dos sistemas que normalmente são utilizados.

Mália et al.(2013) através de uma pesquisa realizada em Portugal identificou que a madeira quando utilizada em estruturas para edifícios a geração dos RCC não ultrapassa os 39kg/m^2 . No Brasil as taxas de geração de resíduos normalmente assumem valores maiores, devido ao emprego de sistemas construtivos com a predominância de materiais a base de cerâmica e cimento.

2.3 ASPECTOS LEGAIS DA GESTÃO DOS RESÍDUOS

2.3.1 Resolução CONAMA nº 307/2002

A Resolução CONAMA nº 307/2002 representou para a sociedade um marco na política de gestão dos RCC, pois estabeleceu diretrizes, critérios e procedimentos para a efetiva redução dos impactos ambientais decorrentes das atividades da construção civil e o correto gerenciamento dos resíduos. Estabeleceu responsabilidades compartilhadas entre as empresas geradoras e transportadoras de resíduos.

Estabelece em seu Art. 5º, que seja elaborado um Plano Integrado de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil (PIGRCC), que contempla o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PMGRCC) e o Plano de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil (PGRCC), (Figura 2.13).

Figura 2.13: Plano de Gerenciamento de Resíduos estabelecido pela Resolução CONAMA nº 307/2002.



Fonte: Adaptado de Inojosa (2010)

Segundo Albuquerque (2015), o PIGRCC deve indicar como os pequenos e grandes geradores devem destinar de modo regular os resíduos de suas atividades. Quanto ao

RCC a resolução CONAMA apresenta situações distintas que dependerá do enquadramento do grande gerador. O PMGRCC, dispõe ainda sobre procedimentos e diretrizes assim como atribuição de responsabilidades aos pequenos geradores, quanto a sua correta destinação.

2.3.2 Política nacional e estadual de resíduos sólidos

A Lei 12.305/10, que estabeleceu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), representou um marco para o país no enfrentamento dos problemas ambientais, sociais e econômicos existentes. Esta política prevê uma redução na geração dos resíduos a partir de um consumo sustentável dos materiais, além de criar instrumentos que possibilitem a reutilização, reciclagem e destinação correta dos resíduos não reutilizados.

A PNRS instituiu instrumentos legais para a inserção de um plano de gerenciamento de resíduos sólidos, que se tornou o modelo de gestão resíduos sólidos em todo o país. Nele, ficou estabelecida a responsabilidade compartilhada entre os geradores de resíduos: fabricantes, comerciantes, importadores, distribuidores e consumidores. Sendo estes agentes responsabilizados pelo correto manejo dos resíduos sólidos urbanos, inclusive estimulando hábitos de consumo racional e utilização da logística reversa de resíduos e embalagens após o consumo.

O plano de gerenciamento dos resíduos, de acordo com a PNRS, deve conter os seguintes aspectos no mínimo:

- Descrição da atividade e do empreendimento;
- Diagnóstico do resíduo gerado contendo caracterização, origem volume e possíveis passivos ambientais que poderão trazer;
- Identificação de soluções compartilhadas com outros geradores;
- Ações corretivas e preventivas em caso de situações de emergência ou acidentes.

No estado de Pernambuco, a Política Estadual dos Resíduos, e a Lei nº 12.008/2001 que entrou em vigor antes à PNRS. A Lei preza pelo uso racional dos recursos observando a necessidade de preservação para as futuras gerações. Obriga ainda aos empreendimentos passarem por um licenciamento prévio ambiental emitido pela Agência Estadual de Meio Ambiente – CPRH, e prevê sanções e penalidades em caso de infração, desde multas simples, interdições e outras penalidades.

Dentre os instrumentos legais necessários para o licenciamento ambiental, as empresas deverão elaborar um estudo de impacto ambiental (EIA), e respectivo relatório de impacto ambiental (RIMA), a serem analisados pela CPRH. Para os grandes geradores é obrigatório o desenvolvimento de um plano de gerenciamento de resíduos sólidos (PGRS), sem prejuízo da obrigação dos instrumentos legais de avaliação e controle.

No PGRS deverá constar a estratégia adotada pelo responsável sobre a geração dos resíduos, e especificar medidas que possibilite a recuperação e conservação dos recursos além da correta destinação final dos resíduos. Dentre os critérios básicos que devem constar no plano de gerenciamento de resíduos sólidos, para fins de licenciamento ambiental, contendo inclusive outros, dispor dos seguintes aspectos:

- Diagnóstico atual do gerenciamento de resíduos;
- Instruções e elementos indicativos para segregação, coleta, classificação, acondicionamento, armazenamento, transporte, transbordo, reutilização, reciclagem, tratamento e destino final;
- Ações preventivas e corretivas em caso de incorreto manuseio do resíduo;
- Ações desenvolvidas para a educação ambiental de todos os agentes envolvidos;
- Maior integração entre gerador e consumidor, num maior aproveitamento do resíduo gerado;
- A sociedade para responsabilizar-se pelo consumo racional de produtos bem como sua correta destinação;

Em 2010 em função da necessidade de se relacionar os resíduos às diretrizes que foram implementadas pela política nacional de resíduos sólidos (PNRS), a Política Estadual de Resíduos Sólidos foi revisada, passando o RCC a terem uma classificação própria, de acordo com a Resolução nº 307/2002 (CONAMA), dissociando da classificação do RSU.

2.3.3 Lei municipal nº 17.072/2005 e Decreto nº 27.399 /2013

Para efeito da lei 17.072/2005 os resíduos de construção são aqueles provenientes das atividades de construção geradoras de resíduos, a exemplo de: construções, reformas, reparos, manutenção, escavações, terraplenagem e outras atividades que estejam relacionadas. Define ainda o pequeno gerador sendo aquele que gera um volume de resíduos de até 1,0m³/dia, e o grande gerador como o responsável pela atividade que gere um volume de resíduos superior a 1,0m³/dia.

Os serviços de coleta, transporte, tratamento e disposição final dos resíduos de construção, devem ser realizados por empresas especializadas, devidamente cadastradas no órgão municipal competente, sendo dispensados desta obrigação os geradores dos resíduos em volumes inferiores a 1,0m³.

Ainda de acordo com a Lei 17.072/2005, o grande gerador deverá obter a licença de operação e submeter para à aprovação do órgão responsável pela limpeza urbana do município, o Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC), a fim de informar os procedimentos necessários para manejo e destinação adequada dos resíduos gerados na construção de um empreendimento.

Para atender os pequenos geradores, a prefeitura da cidade do Recife, tem mantido algumas instalações para recebimento dos resíduos. Os postos de recebimento de resíduos (PRR) ou ecoestações (Figura 2.14), constam de uma infra-estrutura, com caçambas coletoras e Ecoponto para coleta seletiva, com acessos facilitados, boas

condições para tráfego e implantadas em pontos estratégicos em todas as Regiões Político-Administrativas da cidade do Recife.

Figura 2.14: Ecoestação da cidade do Recife



Fonte: Prefeitura do Recife - Projeto EcoRecife (2016)

Desde 2013 a Prefeitura da Cidade do Recife (PCR) vem instalando as ecoestações ao longo da cidade, onde já receberam mais de 22,6mil toneladas de resíduos que poderiam estar espalhados em canais, logradouros públicos e rios da cidade. Até o momento foram construídos nove equipamentos nos seguintes bairros: Ibura, Campo grande, Totó, Cohab, Torrões, Torre, Arruda e Iputinga. Todo o material reciclável recolhido é encaminhado para cooperativas de catadores que recebem apoio da Prefeitura.

Abuquerque (2015) elaborou um mapa de expansão das unidades de recebimento dos resíduos de pequenos volumes (Ecoestações), em função da concentração de pontos das deposições irregulares e identificou os seguintes bairros como locais potências para recebimento dos equipamentos: Imbiribeira, Mangueira, Afogados, Torre, Bomba do Hemetério, Santo Amaro e Ipuntiga, sendo que esta última foi entregue recentemente a população.

Quanto à operação das ecoestações e coleta dos resíduos na cidade do Recife, a responsabilidade é da Empresa de Manutenção e Limpeza Urbana, (EMLURB). Esses

dispositivos ocupam áreas públicas estratégicas para facilitar o transporte dos resíduos pelos pequenos geradores até o local. Para o recebimento dos resíduos sólidos é necessário que a Ecoestação esteja dotada de, no mínimo:

- 4 Caçambas metálicas com volume unitário de 7m³ cada;
- Rampas em alvenaria e diques de contenção com altura superior as caçambas para facilitar a descarga dos resíduos;
- Caminhão poliguindaste para o transporte dos resíduos às áreas de Transbordo e Triagem (ATT), Licenciadas e devidamente cadastradas na EMLURB.

O decreto Nº 27399 de 27/09/2013 estabelece as seguintes diretrizes para implantação das ecoestações:

- Localização facilitadora: área com boa visibilidade, de fácil acesso e que permita a operação de manobra, carga e descarga dos resíduos;
- Cercas: Isolamento da área em operação, na totalidade de seu perímetro, definido de modo a impedir o acesso de animais e pessoas à atividade;
- Recepção diferenciada: portão para o controle de acesso ao local, com guarita;
- Área administrativa: edificação composta em alvenaria de, no mínimo, 15m², constituída por salas de escritório, almoxarifado e WC's;
- Área de armazenamento: Com identificação do local de deposição dos resíduos a serem recebidos e estocados até seu transporte ao destino adequado;
- Equipamentos e obras civis específicas: equipamentos implantados de modo a facilitar o recebimento de cada um dos tipos de resíduos a serem tratados;
- Pátio de manobra e estocagem de resíduos: pátio com piso em material que permita um sistema de drenagem adequado à situação.

As ecoestações somente aceitarão o recebimento dos resíduos de construção oriundos de reformas, pequenas construções e reparos, cujo volume não ultrapasse o limite máximo de 1m³ por dia, o que equivale a 10 sacos de 100L cada. Apesar da existência de Leis é comum encontrar resíduos depositados de maneira inapropriada, como em

terrenos baldios, encostas, acostamentos de rodovias e até mesmo calçadas, prejudicando a circulação dos pedestres (Figura 2.15).

Figura 2.15: Resíduos de gesso depositados de maneira irregular em vias públicas



Fonte: Santos (2015)

Vale ressaltar que a Lei 17.072/2005, em seu Art. 9º, parágrafo único, enfatiza que os resíduos produzidos em canteiros de obras, que apresentarem impurezas, deverão ser encaminhados às áreas de destinação final, no caso de descumprimento, o Art. 12º prever penalidades. A Lei pontua ainda que fica vetado o recebimento dos resíduos provenientes de entidades públicas e privadas, sendo esses enquadrados como grandes geradores, e obrigados a destinar corretamente os seus resíduos em aterros sanitários.

2.3.4 Lei Municipal nº 18.011/2014

Esta lei dispõe sobre os objetivos, diretrizes, princípios e instrumentos para o efetivo desenvolvimento da política de sustentabilidade e enfrentamento das mudanças climáticas da cidade do Recife. Institui ainda um programa de certificação cujo objetivo é premiar as empresas, empreendimentos existentes ou novos que contribuem para a sustentabilidade ambiental da cidade.

A construção civil é um setor de elevada emissão de Gases de efeito estufa (GEE), nas suas diferentes etapas construtivas, contribui ainda com um elevado consumo de água, energia, na impermeabilização dos solos, na geração de resíduos, e na arborização da cidade. A proposta de certificação em sustentabilidade ambiental, busca unir esforços para reduzir as emissões dos gases do efeito estufa.

A certificação esta fundamentada no Plano Diretor da Cidade do Recife (Lei 17.511/2008), na Política Nacional sobre Mudanças Climáticas (Lei nº 12.187/2009); na Política Estadual de Enfrentamento às Mudanças Climáticas (Lei Nº 14.090/ 2010), sendo este originário da Lei Nº 18.011/2014, que instituiu o Programa de Premiação e Certificação em Sustentabilidade do Recife.

Os objetivos do programa da certificação são os seguintes:

- Adequação às condições climáticas locais;
- Eficiência no consumo energético e de água potável;
- Redução na geração de resíduos;
- Utilização de materiais com ciclo de vida de menor agressividade ao meio ambiente e maior conforto ambiental;
- Menor emissão de GEE;
- Edificações mais humanizadas e valorização dos espaços urbanos;
- Adoção de tecnologias e soluções sustentáveis para o uso da água, energia, tratamento de resíduos sólidos e efluentes.

Os empreendimentos e atividades da construção que obtiverem uma pontuação mínima de 100 pontos para atendimento das metas de reduções de consumo, serão aprovados e farão jus a um selo de sustentabilidade ambiental do tipo bronze, prata ouro ou diamante, cuja categoria dependerá das ações inovadoras que o empreendimento adotar nas seguintes modalidades: Água, Energia, GEE, Resíduos Sólidos e preservação das áreas verdes e da biodiversidade.

2.4 DESPERDÍCIO DE ÁGUA, ENERGIA E MATERIAIS NA CONSTRUÇÃO

2.4.1 Conceito e Classificação das perdas

De acordo com o CBIC, o setor responde por cerca de 45% dos investimentos nacionais, sendo esta a maior parcela dos recursos econômicos destinados ao financiamento de novos empreendimentos sejam estes investimentos privados ou públicos. É responsável ainda pelo elevado consumo de matérias primas, em torno de 50 % de todos os recursos naturais que são consumidos pela população (MESQUITA, 2012).

Esses valores apontam o quanto à indústria da construção é importante para a economia brasileira, contudo, apesar de números bastante significativos, autores como: Mendoza, Altabella e Izquierdo (2016), destacam que uma pequena parcela desse desperdício é reaproveitada, e que a construção civil pela enorme quantidade de matéria prima que é consumida e não é reciclada, tornou-se uma atividade econômica não sustentável.

De acordo com Lordsleem e Pinho (2015), as perdas podem acontecer desde o momento em que o material chega à obra até a sua utilização. Porém de forma macro, pode-se dizer que as perdas de materiais podem acontecer bem antes da obra se iniciar e depois de sua conclusão. Conforme os mesmos autores, os indicadores de perdas podem ser classificados conforme:

- ✓ O tipo de recurso consumido - As perdas podem ser físicas, incluindo mão de obra e equipamentos, e financeiras em decorrência das perdas físicas.
- ✓ A natureza - pode ser decorrida de estoques de forma errônea, processamento inadequado e englobam não só a perda de materiais, mas também o prejuízo financeiro e de prazo.
- ✓ Fonte de controle - podem ser evitáveis ou inevitáveis, podendo ser inaceitáveis ou aceitáveis, respectivamente.

- ✓ Origem - leva em conta como incidiu esta perda, se foi na ausência de compatibilização do projeto, no planejamento, ou na fabricação de materiais na obra sem o devido controle.

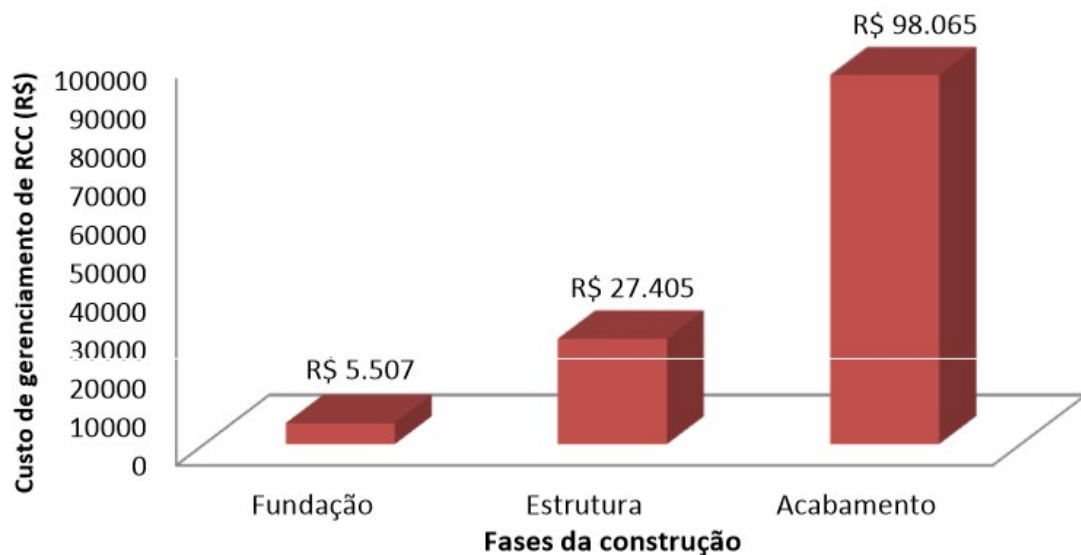
As perdas que acontecem no decorrer do processo construtivo não podem ser consideradas desprezíveis e diante de um mercado competitivo, onde os consumidores são exigentes quanto à qualidade do produto, as empresas têm que obrigatoriamente, por questão de sobrevivência, reduzir seus custos de produção, diminuindo os desperdícios, melhorando o aproveitamento de todos os recursos.

Segundo Bezerra (2015), o custo pode ser considerado como a somatória de todos os insumos que incorrem para execução de um dado serviço, sejam eles materiais, mão-de-obra ou equipamentos, além dos serviços indiretos que se relacionam com a execução de uma dada tarefa em um prazo pré-determinado. Um dos objetivos para consideração do custo é o controle na redução das perdas.

Paz (2014) verificou em 28 obras na cidade do Recife os custos do gerenciamento dos resíduos de construção revelaram uma grande variação em números absolutos entre R\$ 28.000,00 a R\$ 485.000,00, a depender do porte da obra. O indicador de custo demonstrou ainda, valores entre R\$1,63/m² à R\$14,17/m² sendo o custo observado maior para obras de até 8000m² e o custo menor em obras acima dessa área.

A Figura 2.16 apresenta os gastos observados por Paz (2014), para o gerenciamento dos RCC em todas as fases de obra, para as 28 obras analisadas, desde a coleta do resíduo na obra até o destino final em local ambientalmente correto. O resultado da pesquisa apontou a fase de acabamento como à de maior custo da gestão dos RCC, com R\$ 98.065,00, seguida da fase de estrutura com R\$ 27.405,00 e fundações com R\$ 5.507,00.

Figura 2.16: Custo de gerenciamento de RCC por fase da obra



Fonte: Paz (2014)

Segundo dados da CBIC (2017), o custo unitário básico (CUB), do metro quadrado para edifícios de alto padrão, uso residencial, com mais de 16 pavimentos é de R\$ 1636,16/m², sem contar os custos com fundações, urbanismo, playground, elevadores dentre outros equipamentos. Quando comparado percentualmente os custos da geração mínima e máxima com o custo do edifício, é constatado que as perdas geradoras de resíduos podem chegar até 1% do custo total da obra.

Diversos estudos realizados em vários países constataram que as perdas representam um percentual relativamente grande nos custos da construção, devendo, portanto ser tema de discussão objetivando a sua redução (VIANA; FORMOSO; KALSAAS, 2012). Uma das ações propostas é a construção enxuta, pois propõe a redução das perdas e imprevistos na produção e, por consequência, busca um produto de mais qualidade com redução dos custos (BARBOSA *et al*, 2013).

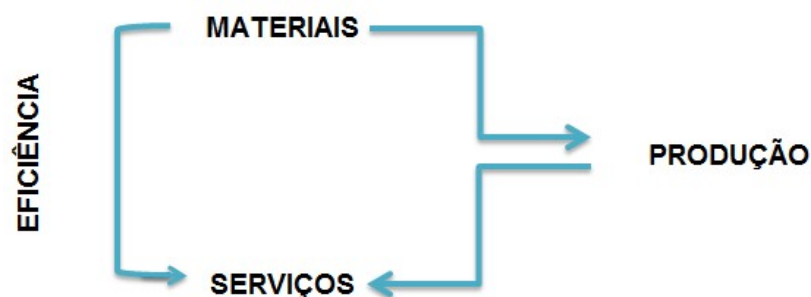
De acordo com Santos e Santos (2017), existem diversos tipos de perdas, dentre elas se destaca o imprevisto que ocorre normalmente quando uma atividade se inicia sem todos os recursos estejam disponíveis ou em quantidade necessária. A falta de

terminalidade quando se mobiliza um recurso para realizar uma tarefa e tira-se esse recurso sem que a atividade tenha sido terminada. Além do retrabalho oriundo de mão de obra não qualificada, inobservância de projetos, ou seqüenciamento incorreto das atividades.

O retrabalho na construção civil é sem duvidas um dos maiores vilões nas obras, pois não são considerados no orçamento original e quando eles ocorrem, além do custo adicional, geram elevados impactos na linha de produção. Neste sentido, as perdas na construção civil, não podem estar associadas apenas aos desperdícios de materiais, pois este conceito se estende a qualquer ineficiência na utilização de insumos que se reflitam num consumo superior ao previsto inicialmente (ANDRADE; MILEO, 2011).

Segundo Lordsleem e Pinho (2015), perda é toda diferença entre o consumo teórico e o consumo efetivamente aplicado, representando dessa maneira um gasto além do previsto seja de tempo, material ou mão de obra. O consumo unitário representa a eficiência do processo construtivo de transformar um recurso físico como o material em serviço de construção civil, Figura 2.17.

Figura 2.17: Consumo de materiais no processo produtivo



Fonte: Adaptado de Lordsleem e Pinho (2015)

Na fase de concepção de um empreendimento, as perdas estão associadas a um tipo de solução construtiva sem a devida profundidade dos limites do conhecimento, gerando essa diferença de quantidade do projeto idealizado para o projeto otimizado. Na fase de Execução são diversas as fontes de perdas que atualmente são conhecidas,

a exemplo: No recebimento do material, na falta de conferência, acondicionamento incorreto, transporte inadequado, no processo de aplicação e etc... Na fase de utilização os desperdícios acontecem, sobretudo pela falta de manutenção preventiva ou desgaste precoce dos materiais aplicados (SANTOS 2016).

Arrotéia, Amaral e Melhado (2014), apresentaram a “Preparação da execução de obras” (PEO) como ferramenta de gerenciamento dos projetos com uma interface direta no canteiro de obras, como um modelo proposto para diminuir o desperdício de tempo e de material, evitar a fragmentação dos trabalhos de construção, sobretudo pelos agentes envolvidos na realização do projeto ou da construção realizarem suas atividades de forma isolada.

2.4.2 Critérios adotados para medição dos desperdícios

Lordsleem e Pinho (2015) relatam que para se medir os desperdícios na construção de edifícios é preciso utilizar indicadores que possam expressar as perdas de materiais e componentes. O uso do indicador possibilita medir o distanciamento entre o consumo efetivamente realizado do consumo teórico previsto, ou seja, aquele que é considerado para efeito da execução de um determinado serviço. O indicador de perda pode ser calculado com a seguinte equação (1):

$$IP(\%) = \frac{(C_{real} - C_{ref}) \times 100}{C_{ref}} \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

IP (%) – Indicador de perdas em porcentagem

C_{real} – Consumo real, quantidade efetivamente realizada

C_{ref} – Consumo teórico previsto, ou consumo de referência

O consumo de referência pode ser obtido através de informações do fornecedor de materiais ou a partir do histórico de consumo de materiais em outras obras similares.

O indicador de consumo global (IC) pode ser definido como a relação entre a quantidade de materiais efetivamente necessários para realização de uma tarefa (C_{REAL}), e a quantidade efetiva de serviço realizado num dado período (Q_S), equação 2.

$$IC = \frac{C_{REAL}}{Q_S} \quad \text{Equação 2}$$

Onde:

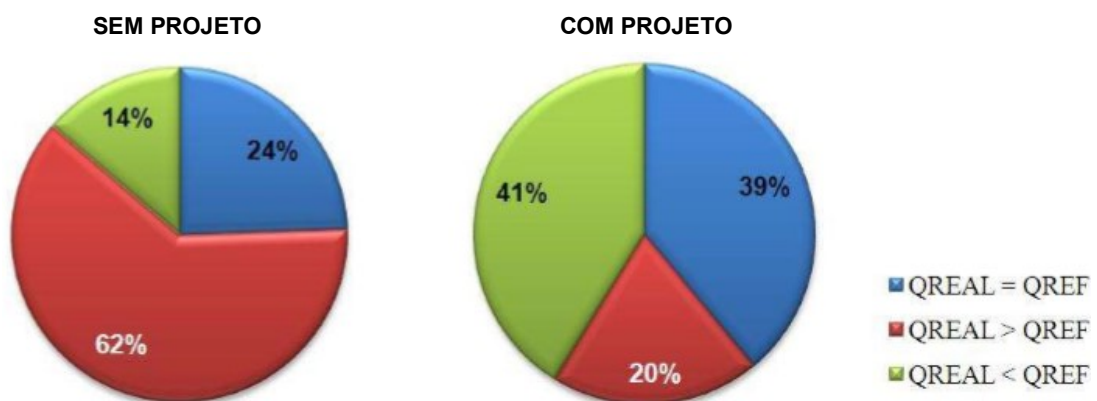
IC - Indicador de consumo global

C_{REAL} – Quantidade de material efetivamente utilizado

Q_S – Quantidade de serviço executado

Brandstetter, Santos e Carasek (2013), avaliaram as melhorias obtidas após a implementação do projeto de alvenaria em um empreendimento na cidade de Goiana. A metodologia utilizada buscou comparar os indicadores de perda obtidos antes e após a implantação do projeto racionalizado, e os resultados demonstraram uma maior eficiência na produtividade da mão-de-obra e um menor consumo de materiais com a utilização do projeto racionalizado, (Figura 2.18).

Figura 2.18: Relação entre as quantidades de blocos efetivamente utilizados nas vedações e a quantidade especificada nos projetos



Fonte: Brandstetter, Santos e Carasek (2013)

Os resultados obtidos comprovam que a utilização de projetos de alvenaria racionalizada reduz o índice de perda dos blocos, pois em 80% dos casos o consumo de blocos foi igual ou menor do que o custo de referência adotado. Notou-se ainda que a execução da alvenaria sem a utilização de projetos específicos em 62% dos casos analisados a quantidade efetivamente consumida de blocos foi superior a referência adotada.

2.4.3 Fatores de influência do desperdício na construção civil

De acordo com Pinho (2013), os fatores que causam os desperdícios na construção civil estão associados a três categorias: Variação do projeto, seleção dos materiais e métodos construtivos. Segundo a autora é bastante comum acontecer solicitações de clientes para mudança no projeto de ultima hora, ocasionado retrabalhos e desperdícios. O custo é o principal critério de escolha para seleção de materiais e métodos construtivos, não considerando, portanto, aquele que seja mais racional e que gere menos resíduos.

Para não perder uma oportunidade de fechar negócio, as construtoras em via de regra atendem as solicitações dos seus clientes com intenção de alterar o projeto padrão. Os projetos modificados necessitam de uma gestão diferenciada, os materiais aplicados e métodos construtivos utilizados nem sempre são os mesmos. O controle deve começar antes da execução do projeto, discutindo todas as possibilidades com o projetista para evitar possíveis retrabalhos e gastos desnecessários.

Através da análise do Quadro 2.4 é possível verificar uma elevada quantidade de fatores que contribuem para a geração dos resíduos nos canteiros de obra, não se restringindo, portanto, a execução do serviço. As deficiências se iniciam no projeto como alterações e falhas, no material mal estocado ou com transporte inadequado, até a falta de supervisão na realização dos serviços.

Quadro 2.4: Fatores causadores de perda de materiais nos canteiros de obra

FATORES CAUSADORES DE PERDA	
* Alterações e falhas no projeto * Entrega a granel * Falha dos trabalhadores * Comunicação ineficaz * Formato de materiais e componentes economicamente inviável devido a concepção * Especificação inconclusiva * Desconhecimento de produtos alternativos * Falta de supervisão adequada * Deficiência na interpretação dos desenhos * Vandalismo * Más condições e disposição do canteiro	* Transporte inadequado de materiais * Falhas / Defeitos de construção * Carga e descarga * Roubo * Materiais precários * Erro dos estimadores * Sobreconsumo de recursos * Danos aos materiais devido ao mau tempo e armazenamento inadequado * Retrabalho * Falta de registro dos materiais fornecidos e utilizados no local * Danos aos materiais no local de aplicação devido ao uso incorreto

Fonte: Adaptado de Lordsleem e Pinho (2015)

Wahab e Lawal (2011) identificaram além dos fatores causadores de desperdício nas obras, algumas medidas de controle dos desperdícios de materiais. A coleta de dados se deu através de vistoria *in loco*, aplicação de questionários e entrevistas. O resultado demonstrou 8 fontes de geração dos desperdício nas obras: sobreconsumo de materiais, projeto do edifício, vandalismo, armazenamento inadequado, falta de controle dos materiais, retrabalho, uso incorreto e descuido na entrega.

Agyekum, Ayarkwa e Adinyira (2012), demonstraram através de um estudo a influência de 26 medidas minimizadoras dos desperdícios na construção. O método de pesquisa adotado foi à aplicação de um questionário a 123 profissionais da área num período de dez meses. O resultado do estudo demonstrou que 9 medidas são praticadas por 90% dos entrevistados e 7 influenciam diretamente na minimização dos desperdícios.

Dentre as medidas identificadas no estudo as 7 que apresentaram maiores relevância e influenciam diretamente na redução dos desperdícios foram:

- Compra de materiais em quantidade suficiente a execução dos serviços;

- Utilização dos materiais dentro do período de validade;
- Uso de equipamentos mais modernos e eficientes;
- Maior sinergia entre o pessoal de estoque e construção para evitar pedidos em excesso;
- Adoção de técnicas administrativas no canteiro;
- Formação e valorização do pessoal da construção;
- Especificações dos projetos claras e precisas.

O Quadro 2.5 apresenta 26 medidas minimizadoras dos desperdícios obtidos através da aplicação do questionário à 123 profissionais do setor.

Quadro 2.5: Minimizadores de desperdícios de materiais nos canteiros de obra.

MINIMIZADORES DE DESPERDÍCIOS	
* Compra de materiais restritos ao necessário * Utilização dos materiais dentro dos prazos de validade * Utilização equipamentos mais eficientes * Adoção de técnicas de administração de canteiros * Boa coordenação entre os responsáveis pelo armazenamento e pela execução de serviço para evitar o excesso de pedidos * Minimização de mudanças de projeto * Formação do pessoal de construção * Armazenamento adequado de materiais no canteiro * Emprego de trabalhadores qualificados * Especificações precisas e materiais adequados para evitar falhas na solicitação * Verificação quantitativa e dos volumes dos materiais fornecidos * Conscientização dos trabalhadores quanto ao manuseio dos materiais	* Vigilância de supervisores * Atualização quanto aos tipos de materiais mais recentes existentes no mercado * Medição precisa dos materiais durante a dosagem * Programação semanal da obra * Uso de boas práticas de gestão da construção * Mistura, transporte e lançamento do concreto no momento apropriado * Uso de dimensões padronizadas * Responsável pela gestão de resíduos * Programação de entregas * Realização de operações apenas no tempo determinado * Cuidado na manipulação de instrumentos e equipamento no canteiro * Incentivo a reutilização de resíduos desde o projeto * Uso de resíduos de baixa tecnologia * Reciclagem dos resíduos

Fonte: Agyekum, Ayarkwa e Adinyira (2012)

2.4.4 Indicadores e consumo de água e energia nos canteiros de obras

Caracterizar e mensurar o desenvolvimento sustentável compreende tomar decisões sobre como definir e quantificar o que está sendo desenvolvido, o que está sendo sustentado e por quanto tempo. Quase todos os indicadores usados derivam de dados existentes, que são atualizados com o passar dos anos, entretanto a natureza desses dados difere largamente, como também a qualidade do que está sendo medido, onde foi feito e o esforço despendido (SALGADO *et al.*, 2012).

Segundo Santos, Silva e Cerqueira (2015), possíveis indicadores de sustentabilidade incluem: localização e utilização do terreno, seleção de materiais, minimização de perdas, consumo de energia, controle de poluição, transporte, biodiversidade, conservação de água, segurança e saúde, conforto do usuário, bem-estar da comunidade e funcionários, envolvimento social, oportunidades de vida, custo de vida, cumprimento da legislação e melhoria da imagem.

De acordo com Priori (2011), os indicadores são fundamentais na avaliação de impactos ambientais gerados por um produto ou serviço. Através dos resultados obtidos a empresa pode verificar os pontos críticos e adotar medidas de gestão ambiental que propiciem melhorias no processo. Para um resultado ser considerado confiável é necessário:

- a) a determinação de como os dados serão obtidos e armazenados;
- b) a determinação de quem será o responsável pela coleta de tais dados;
- c) onde serão obtidos esses dados;
- d) e qual a frequência de coleta.

Os indicadores ligados às entradas (consumos de materiais) e às saídas (geração de resíduos) do processo de avaliação ambiental, segundo Lopes, Oliveira e Abreu (2017), detectam:

- a) os pontos críticos, como por exemplo, a geração de resíduos, os desperdícios, as não-conformidades com a legislação;
- b) os potenciais de melhoria como, por exemplo, as chances de minimizar consumo de materiais, água e energia. A redução dos consumos e resíduos pode aumentar a produtividade e diminuir os custos.

Para a avaliação de uma edificação recomenda-se utilizar os seguintes indicadores:

- (i) Consumo de materiais,
- (ii) Consumo de energia,
- (iii) Consumo de água,
- (iv) Geração e liberação de resíduos, dentre outros.

As matérias-primas e os insumos utilizados na produção estão associados com o rendimento da produção e a eficiência do processo construtivo e, por consequência, com o custo. A energia representa um grande custo financeiro e ambiental, a água, principalmente, um grande custo ambiental. Os resíduos representam as saídas não desejadas do processo. Causam desperdício de matérias primas, água e energia incorporadas, além de poluírem o meio ambiente (AJAYI, S. O. *et al.*, 2017).

Segundo Yazigi (2011), o desperdício é o consumo de recursos realizados no decorrer de uma atividade sem que agregue valor a um produto ou serviço, pode ser definida ainda como qualquer ineficiência no uso da mão de obra, materiais e equipamentos em quantidades superiores às necessárias à produção de uma edificação. O autor afirma que as perdas podem ocorrer por falhas na gestão e organização, falhas humanas, deficiência nos controles, perdas de materiais e problemas da qualidade.

Pode-se mostrar alguns conceitos básicos a serem concebidos para uma construção mais sustentável consiste em ações de redução e otimização do consumo de materiais, água e energia elétrica, redução dos resíduos gerados, reaproveitamento de água,

aproveitamento das condições naturais locais, preservação do ambiente natural e melhoria da qualidade do ambiente construído (SINDICATO..., 2016).

Alguns fatores que influenciam no desperdício de água nos canteiros de obra, para Santos (2014) são ocasionados por vazamento em tubulações, reservatórios e componentes de utilização, conceito do projeto inapropriado e negligência de usuários. Os vazamentos, segundo o grupo WRAP (2012), são responsáveis por grande parte do consumo de água no canteiro, em seu estudo obteve um índice de consumo de água entre 34 e 44 L/pessoa/dia.

Santos (2014) ao pesquisar o consumo de água em 2 canteiros de obras de Recife – PE identificou uma média de consumo de água de $0,60\text{m}^3/\text{m}^2$. O mesmo estudo apontou um consumo de água de 53,20% para os trabalhadores apenas para uso nos vestiários. O consumo *per capita* calculado para as duas obras obteve um valor de 76,04L/pessoa .dia, cujo valor é muito próximo a outros estudos nacionais como estudo de Silva (2013) que obteve uma taxa de 80L/pessoa.dia.

Marques, Gomes e Brandli (2017), ao estudarem o consumo de água e energia em 6 obras de uma mesma construtora na região de Passo Fundo no Rio Grande do Sul, identificaram uma variação para o consumo de água entre $0,02\text{ m}^3/\text{m}^2$ e $0,28\text{ m}^3/\text{m}^2$ com média de $0,13\text{ m}^3/\text{m}^2$ e para o indicador de consumo de energia os valores encontraram-se entre $0,27\text{ kWh}/\text{m}^2$ e $9,93\text{ kWh}/\text{m}^2$ com média de $5,03\text{ kWh}/\text{m}^2$. Valores esses bem abaixo dos encontrados em regiões mais quentes do Brasil.

Silva e Violin (2013) ao analisarem a gestão da água em 3 edificações na cidade de Maringá no estado do Paraná, identificaram um consumo entre 0,20 e 0,25 metros cúbicos de água por metro quadrado de área construída, e que a água consumida para os serviços de concretagem podem chegar até 68% do consumo final do período analisado, demonstrado desse modo, que a fase de estrutura consome uma quantidade significativa de água para realização de todos os seus processos construtivos.

CAPÍTULO 3

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO

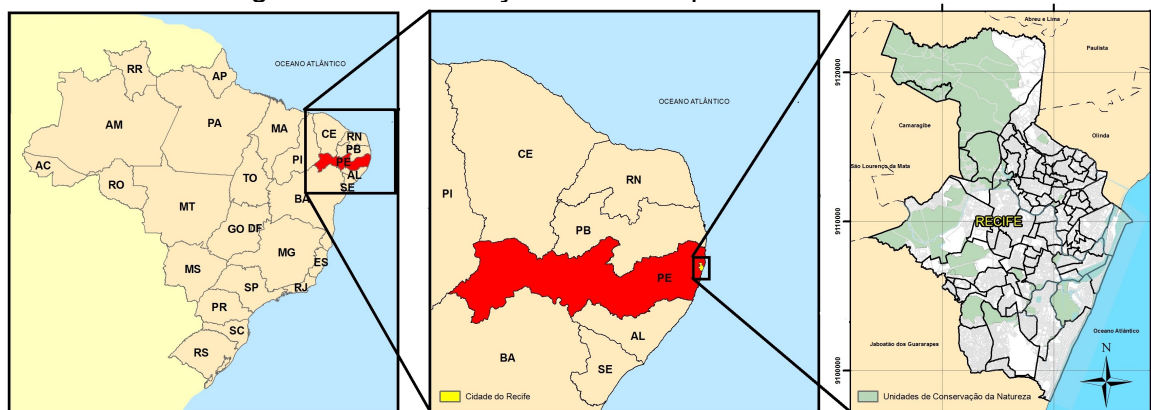
3.1 ASPECTOS GEOGRÁFICOS E HISTÓRICOS DA CIDADE DO RECIFE

O presente capítulo descreve a área onde o estudo foi realizado e apresenta os aspectos relacionados à sua geografia e história. Destaca o panorama do mercado imobiliário local com os bairros mais procurados para venda locação de imóveis, valor do metro quadrado de área construída; número de empresas ativas, valores de venda e processos de licenciamento de obras registrados na cidade do Recife.

O estudo foi realizado na cidade do Recife, capital do estado de Pernambuco, estando situado na região Nordeste do Brasil, abrangendo uma extensão territorial de 218, 435 km², altitude em relação ao nível do mar de 4,0m, com clima predominante quente e úmido com temperaturas médias anuais em torno de 25,8 °C.

O Recife limita-se ao norte pelas cidades de Paulista e Olinda, a leste pelo oceano Atlântico, ao sul pela cidade de Jaboatão dos Guararapes e a oeste pelos municípios de Camaragibe e São Lourenço da Mata (Figura 3.1). O município ocupa uma posição central e de destaque no nordeste do Brasil, situado a 800km das metrópoles de Salvador e Fortaleza e a cerca de 300km de Natal.

Figura 3.1: Localização do município do Recife - PE



Fonte: Elaborado pelo autor a partir da base de dados da PCR

Segundo dados do IBGE (2017), a cidade do Recife tem uma população estimada de 1.633.697 habitantes. Conta ainda com 541.854 domicílios, sendo o município mais populoso do estado com uma densidade demográfica de 7.039,64 hab/km². Em 2015, o salário médio mensal dos Recifenses foi de 3,2 salários mínimos. A proporção de pessoas ocupadas em relação à população total da cidade é de 47,0%.

A composição territorial da cidade é constituída de 67,43% de morros; 23,26% de planícies; 9,31% aquáticas; e 5,58% de Zonas Especiais de Preservação Ambiental (ZEPA). Destaca-se ainda que o Recife foi o primeiro município brasileiro a introduzir Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS). A cidade conta com 66 Zeis delimitadas como áreas de assentamento habitacional para população de baixa renda (ALBUQUERQUE, 2015).

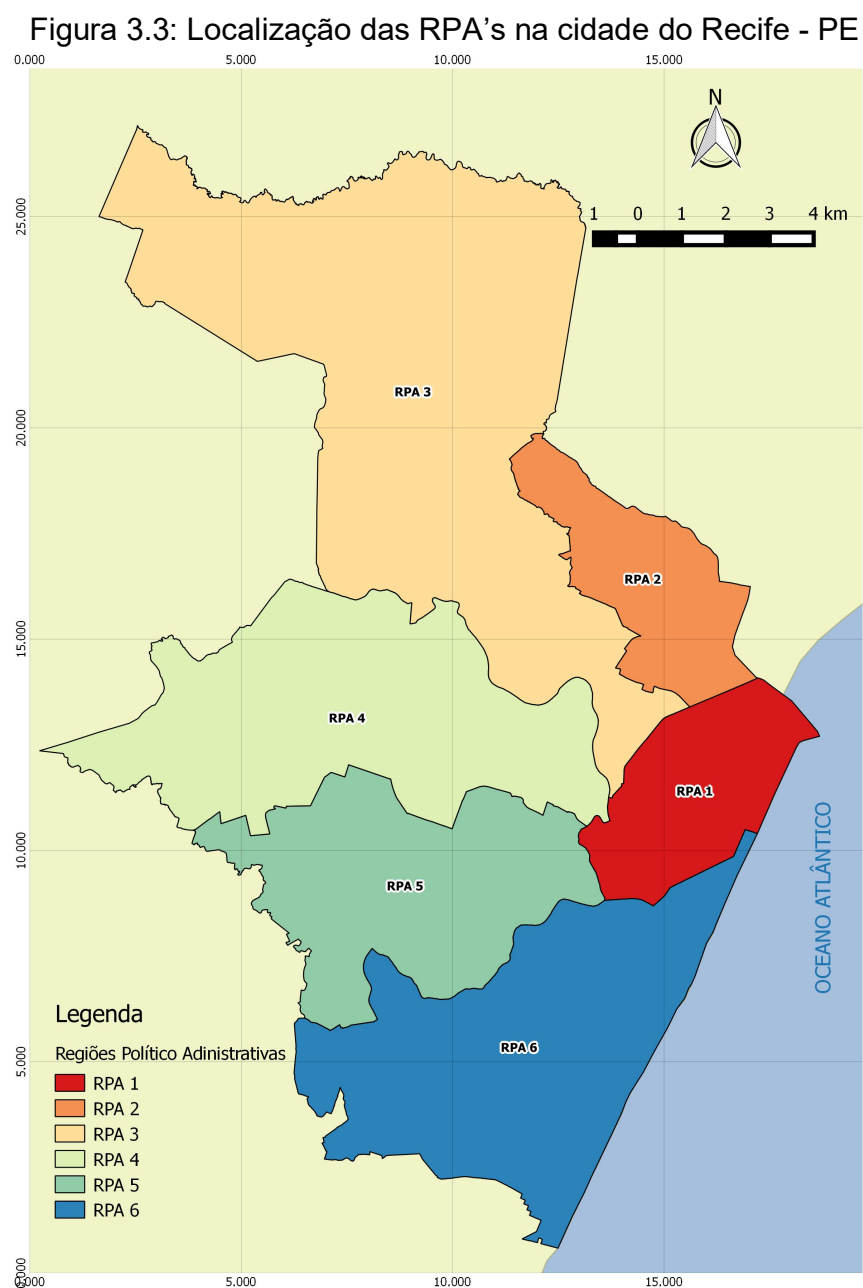
O processo de urbanização da cidade aconteceu a partir do Bairro do Recife (Figura 3.2), tendo seu crescimento acelerado em meados do século XIX. Nesta época a cidade já era direcionada para a sua estrutura urbana atual. Ao passo em que a cidade do Recife crescia, ela foi se deslocando em direção aos bairros mais periféricos e municípios vizinhos, vindo a surgir novos centros.

Figura 3.2: Início do processo de urbanização da cidade do Recife



Fonte: IBGE (2017)

A Figura 3.3 elaborada a partir do *software* livre *Qgis*, indica a localização das RPA's na cidade do Recife, onde se subdividem em: RPA 1 – Centro; RPA 2 – Norte; RPA 3 – Noroeste; RPA 4 – Oeste; RPA 5 – Sudoeste e RPA 6 – Sul.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir da base de dados da PCR

O Quadro 3.1 apresenta os 94 bairros do Recife onde eles foram agrupados nas seis diferentes Regiões Político-Administrativas (RPA).

Quadro 3.1: Bairros por RPA na cidade do Recife - PE

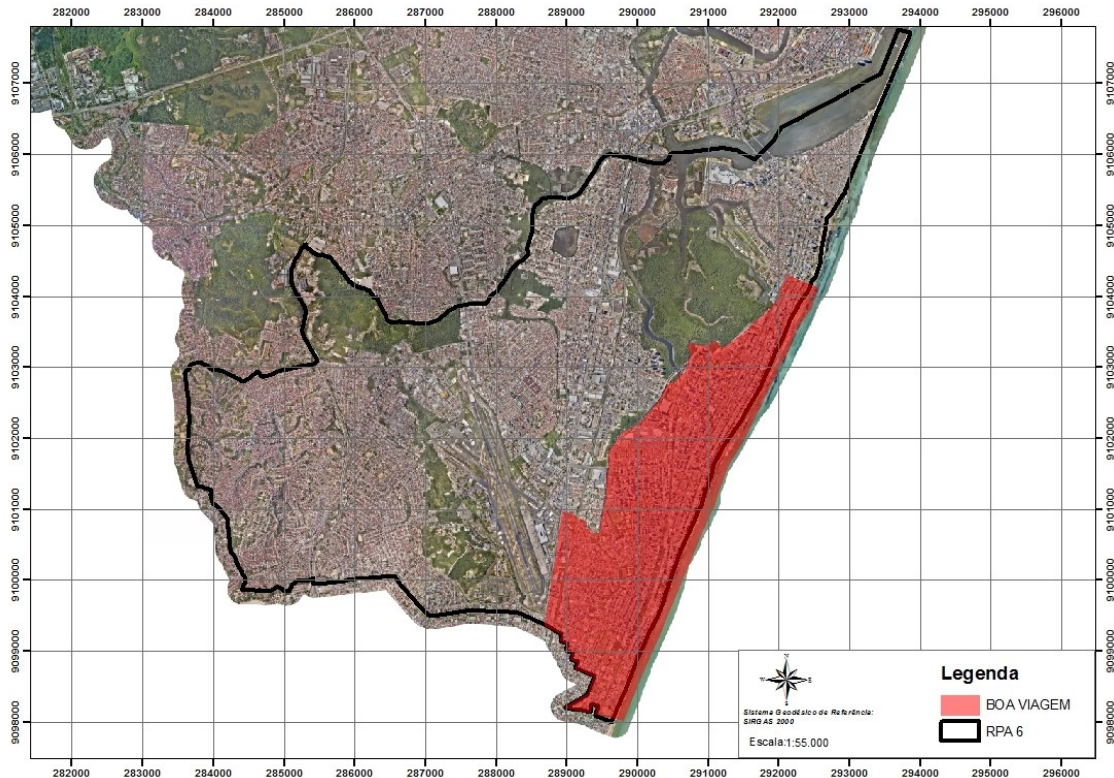
RPA	Bairros do Recife
1	Recife, Santo Amaro
	Boa Vista, Cabanga, Ilha do Leite, Paissandu, Santo Antônio, São José, Soledade
	Coelhos, Ilha Joana Bezerra
2	Arruda, Campina do Barreto, Campo Grande, Encruzilhada, Hipódromo, Peixinhos, Ponto de Parada, Rosarinho, Torreão
	Água Fria, Alto Santa Terezinha, Bomba do Hemetério, Cajueiro, Fundão, Porto da Madeira
	Beberibe, Dois Unidos, Linha do Tiro
3	Aflitos, Alto do Mandú, Apipucos, Casa Amarela, Casa Forte, Derby, Dois Irmãos, Espinheiro, Graças, Jaqueira, Monteiro, Parnamirim, Poço, Santana, Tamarineira, Sítio dos Pintos.
	Alto José Bonifácio, Alto José do Pinho, Mangabeira, Morro da Conceição, Vasco da Gama
	Brejo da Guabiraba, Brejo do Beberibe, Córrego do Jenipapo, Guabiraba, Macaxeira, Nova Descoberta, Passarinho, Pau Ferro.
4	Cordeiro, Ilha do Retiro, Iputinga, Madalena, Prado, Torre, Zumbi
	Engenho do Meio, Torrões
	Caxangá, Cidade Universitária, Várzea
5	Afogados, Bongi, Mangueira, Mustardinha, San Martin
	Areias, Caçote, Estância, Jiquiá
	Barro, Coqueiral, Curado, Jardim São Paulo, Sancho, Tejipió, Totó
6	Boa Viagem, Brasília Teimosa, Imbiribeira, Ipsep, Pina
	Ibura, Jordão
	Cohab

Fonte: Prefeitura do Recife (2017)

O bairro de Boa Viagem merece destaque, pois historicamente é a área na cidade do Recife onde mais se constrói edifícios de múltiplos pavimentos. É um dos bairros de maior valor do metro quadrado de construção, por ser um local atrativo pela oferta de equipamentos e serviços, tendo, portanto um elevado potencial de vendas e de locação de imóveis. É conhecido ainda pelo seu belo litoral e por seus edifícios altos, que contornam a orla da zona sul do Recife.

O bairro de Boa Viagem (Figura 3.4) está localizado na RPA 6, zona sul do Recife, conta segundo dados do IBGE de 2016, com uma população residente de 122.922 habitantes, com 753 hectares de área, densidade demográfica de 163,17 habitante / hectare, com o segundo maior IDH da cidade, cujo valor de 0,974 só perde para o bairro da Jaqueira na zona norte da cidade.

Figura 3.4: Localização do bairro de Boa Viagem, Recife - PE



Fonte: Elaborado pelo autor a partir da base de dados da PCR

Segundo dados do mercado imobiliário (DMI), em fevereiro de 2017 o bairro de Boa Viagem teve o maior índice de procura, tanto para venda quanto para locação de imóveis, seguido pela Madalena, Casa Amarela e Boa Vista, Tabela 3.1. O levantamento tem por objetivo informar aos profissionais do setor, consumidores e empresários sobre os preços médios, ofertas e demandas de imóveis na cidade do Recife.

Tabela 3.1: Ranking dos bairros mais procurados para venda e locação na cidade do Recife

ORDEM	VENDA	LOCAÇÃO	ORDEM	VENDA	LOCAÇÃO
1º	Boa Viagem	Boa Viagem	6º	Graças	Rosarinho
2º	Madalena	Madalena	7º	Casa Forte	Casa Amarela
3º	Casa Amarela	Boa Vista	8º	Cordeiro	Torre
4º	Imbiribeira	Espinheiro	9º	Campo Grande	Casa Forte
5º	Torre	Graças	10º	Boa Vista	Pina

Fonte: DMI (2017)

No mesmo levantamento foram apresentados os bairros com maiores preços por metro quadrado para venda e locação na cidade do Recife. Para este item, o bairro do Pina apareceu em 1º lugar em ambas as categorias, destacando que este bairro faz parte da RPA 6 e se localiza próximo ao bairro de Boa Viagem que também apareceu entre os 10 primeiros colocados, Tabela 3.2.

Tabela 3.2: Ranking dos bairros mais caros por m² para venda e locação na cidade do Recife

ORDEM	VENDA		LOCAÇÃO	
1º	Pina	R\$ 8.263,00	Pina	R\$ 36,20
2º	Jaqueira	R\$ 7.358,00	Boa Viagem	R\$ 31,43
3º	Graças	R\$ 7.217,00	Rosarinho	R\$ 27,35
4º	Tamarineira	R\$ 6.615,00	Encruzilhada	R\$ 26,15
5º	Poço	R\$ 6.519,00	Graças	R\$ 25,00
6º	Boa Viagem	R\$ 6.471,00	Parnamirim	R\$ 24,00
7º	Rosarinho	R\$ 6.448,00	Casa Amarela	R\$ 23,89
8º	Casa Forte	R\$ 6.275,00	Casa Forte	R\$ 23,42
9º	Madalena	R\$ 6.176,00	Madalena	R\$ 23,08
10º	Casa Amarela	R\$ 6.091,00	Espinho	R\$ 22,11

Fonte: DMI (2017)

3.2 CENÁRIO DO MERCADO IMOBILIÁRIO LOCAL

O Recife é uma das cidades nordestinas com maior potencial de compra de imóveis, conta ainda com 59% da população com renda superior aos R\$ 1.500,00, sendo esta a maior dentre as outras cidades da Região Metropolitana do Recife (RMR). Possui uma área privilegiada com excelente localização, sendo bastante concorrida por grandes empresas do setor imobiliário que pretendem atuar nesta região (ADEMI – PE, 2017).

Em 2015 operavam em todo estado de Pernambuco 1558 empresas de construção e incorporação. Estas empresas realizaram juntas mais de 8 bilhões de reais em negócios de construção (Quadro 3.2). Quando comparado com 2014 houve uma redução percentual de -4% no número de empresas ativas que operavam na cidade, e uma diminuição de -4,5% nos valores de incorporações, obras ou serviços.

Quando comparado com os demais estados da região nordeste, Pernambuco se apresenta em segundo lugar, atrás apenas do Rio Grande do Norte que teve no mesmo período uma redução de -7%, e aparece a frente do estado do Piauí com redução de -0,6%. Em valores absolutos a região nordeste apresentou crescimento, muito impulsionada pelos estados da Bahia e Ceará.

Quadro 3.2: Numero de empresas ativas e valores de incorporação, obras e serviços de construção na região nordeste e estados da federação

Região do Nordeste e estados da federação da sede da empresa	Número de empresas ativas	Valor das incorporações, obras e/ou serviços da construção (1 000 R\$)	Número de empresas ativas	Valor das incorporações, obras e/ou serviços da construção (1 000 R\$)
	2014		2015	
Maranhão	628	4 026 132	653	3 710 092
Piauí	484	3 129 140	481	2 307 697
Ceará	1 602	11 252 959	1 843	12 776 934
Rio Grande do Norte	1 037	4 005 693	964	4 023 877
Paraíba	1 172	2 512 820	1 228	3 126 578
Pernambuco	1 623	8 944 620	1 558	8 541 137
Alagoas	453	2 545 641	507	2 031 621
Sergipe	422	2 636 724	470	2 875 574
Bahia	2 713	16 611 324	2 800	13 245 701
Nordeste	10 134	55 665 053	10 504	52 639 211

Fonte: IBGE (2016)

A redução das empresas que atuam no mercado local, se deve ao cenário de incertezas com o País vive nos dias atuais. Segundo dados do IBGE em 2016 o número de lançamentos de imóveis em toda a Região Metropolitana do Recife foram de 5568 unidades contra 7110 vendidas no mesmo período, representando uma diferença de -1542 unidades vendidas a mais do que as lançadas, Quadro 3.3.

É importante destacar que a maioria das regiões analisadas registrou mais unidades vendidas do que lançadas em 2016, excetuando-se as regiões metropolitanas de São

Paulo e João pessoa. Em valores absolutos São Paulo é o estado que detém a maioria das unidades vendidas e lançadas em todo o Brasil.

Quadro 3.3: Comparativo do total de unidades lançadas e vendidas em 2016

UNIDADES LANÇADAS X VENDIDAS			
Região Pesquisada	Unidades Lançadas Jan a Dez 2016	Unidades Vendidas Jan a Dez 2016	Diferença de lançamentos e vendas
Belo Horizonte	2.035	3.198	-1.163
Curitiba	2.201	4.390	-2.189
Distrito Federal	807	1.934	-1.127
Joinville	1.484	1.762	-278
São Luís	N.I.	2.761	-
Manaus	1.260	2.917	-1.657
Porto Alegre	2.065	2.940	-875
RM de Recife	5.568	7.110	-1.542
RM de João Pessoa	4.044	3.091	953
RM de Maceió	547	622	-75
RM de Fortaleza	2.941	4.029	-1.088
RM de Goiânia	2.749	3.747	-998
RM de Rio de Janeiro	6.934	8.945	-2.011
RM de São Paulo	26.751	25.171	1.580
Total	59.386	72.617	-13.231
Total sem São Luís	59.386	69.856	-10.470

Fonte: CBIC (2016)

Analisando de modo isolado estes dados, pode-se perceber que as vendas foram 27,69% superiores as unidades lançadas. Este número indica o baixo número de lançamentos que vem sendo registrado nos últimos anos, em diversas cidades brasileiras, além do elevado consumo de unidades prontas e não vendidas que se encontravam na carteira de estoque das construtoras e incorporadoras (CBIC, 2016).

A redução da oferta de imóveis é uma estratégia que as empresas do mercado imobiliário vêm adotando, para garantir a sua continuidade nos próximos anos. A dependência do setor imobiliário por crédito, confiança e emprego gerou uma movimentação negativa, fazendo com que o número de lançamentos fosse reduzido e

houvesse uma tendência de valorização das vendas, sobretudo das unidades produzidas que estavam em estoque.

De acordo com os dados do CBIC, em 2017 houve uma redução de 12,2% nos lançamentos de imóveis em 22 regiões de todo o país. As vendas em 2016 se mantiveram superiores aos lançamentos, indicando uma diminuição da oferta de imóveis novos aos consumidores, colaborando para o aumento de preços. Esta redução da oferta pode ser percebida nos processos de licenciamento que são solicitados nos órgãos competentes.

Segundo dados disponibilizados pela Secretaria de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente de Recife (SDSMA, 2017), o número de obras licenciadas na cidade do Recife de 2013 à 2016 foram de 5985 obras; a quantidade de projetos que tiveram aprovação inicial de 744; as obras que tiveram licenças expedidas para construção de 490, e 4751 receberam habite-se da autoridade competente (Tabela 1.7).

Os dados apresentados na Tabela 3.3, referem-se a todas as obras licenciadas em Recife nas 6 regionais disponíveis entre o período de 01/01/2013 à 31/12/2016. Os processos em geral permanecem em média 6 meses para análise e aprovação. Em caso de alguma inconsistência dos dados apresentados, são estabelecidos 2 meses para que as construtoras regularizem toda documentação e encaminhem novamente o processo para a sua aprovação final.

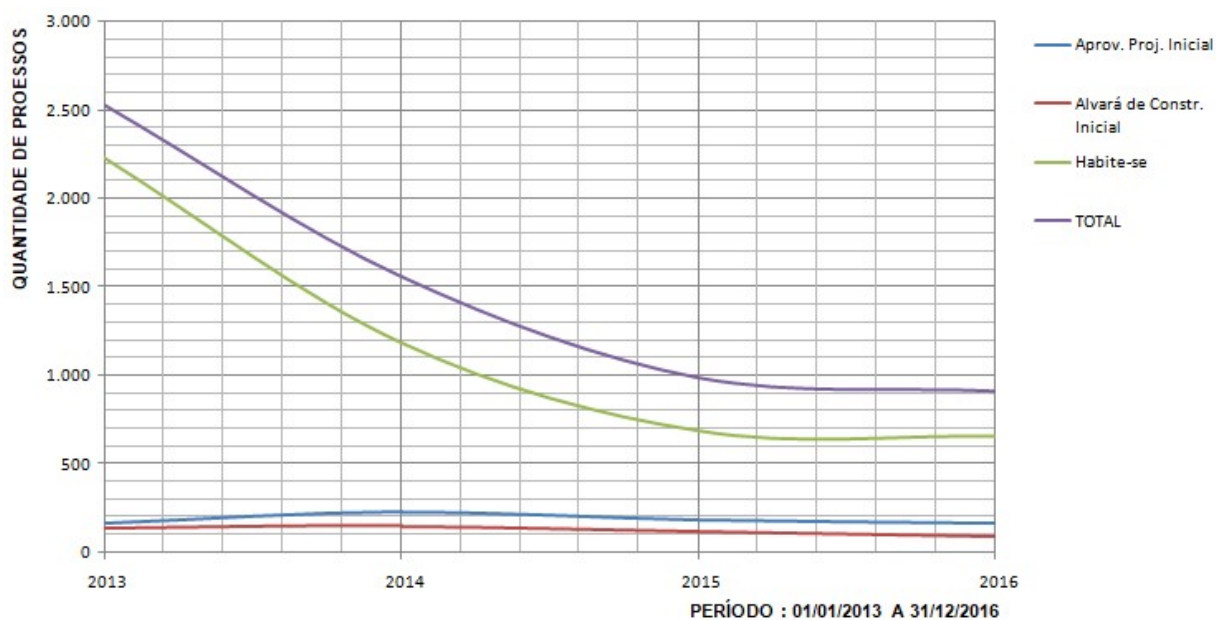
Tabela 3.3: Processos Aprovados - 2013 a 2016

Diretorias Regionais	Período				Total
Assunto / Situação	2013	2014	2015	2016	Aprovados no período
Aprov. Proj. Inicial	166	231	185	162	744
Alvará de Constr. Inicial	133	148	118	91	490
Habite-se	2.230	1.181	685	655	4.751
TOTAL	2.529	1.560	988	908	5.985

Fonte: Adaptado da SDSMA (2017)

A Figura 3.5, demonstra que o número de obras licenciadas na cidade do Recife entre os anos de 2013 a 2016 vem diminuindo a cada ano. O total de processos de licenciamento neste período, considerando desde a etapa de aprovação dos projetos até a expedição da autorização para utilização do imóvel (Habite-se), teve uma redução percentual de 64%, confirmando a falta de investimento que o setor da construção civil vem tendo nesses últimos anos (SDSMA, 2017).

Figura 3.5: Processos de licenciamento em Recife de 2013 à 2016



Fonte: Adaptado da SDSMA (2017)

CAPÍTULO 4

METODOLOGIA

Este capítulo apresenta a metodologia adotada para atingir os objetivos da pesquisa, descreve todos os procedimentos realizados para o desenvolvimento deste trabalho, que inclui as etapas de: Planejamento das atividades, Coleta de dados e Técnicas e Fontes de Análise.

Na primeira etapa da pesquisa, realizou-se um planejamento das atividades com a delimitação da pesquisa. Na sequência obteve-se a partir do método de amostragem probabilístico a definição da quantidade de obras necessárias para melhor representar o cenário imobiliário local, com o maior nível de confiança e o menor erro possível. Posteriormente, realizou-se o cadastro das empresas participantes do programa, sejam elas de pequeno, médio ou grande porte.

A coleta de dados foi realizada na segunda etapa, onde foi possível definir todos os procedimentos necessários para coleta de dados, desde a definição da periodicidade das visitas à forma de obtenção dessas informações. Buscou-se ainda identificar a quantidade de resíduos gerados em cada obra, de modo a obter valores de geração parciais, estimados e completos, visto que durante o acompanhamento das atividades, algumas das obras foram sendo concluídas.

Ainda na segunda etapa foi possível definir as técnicas de coleta, além das visitas periódicas ocorridas nos canteiros. Foram aplicados questionários e realizadas entrevistas pessoais com a administração das obras, onde se conseguiu coletar informações mais gerais e definir a melhor forma de tratamento e apresentação desses dados e finalmente, foram identificados alguns fatores que dificultaram a obtenção dessas informações nas obras.

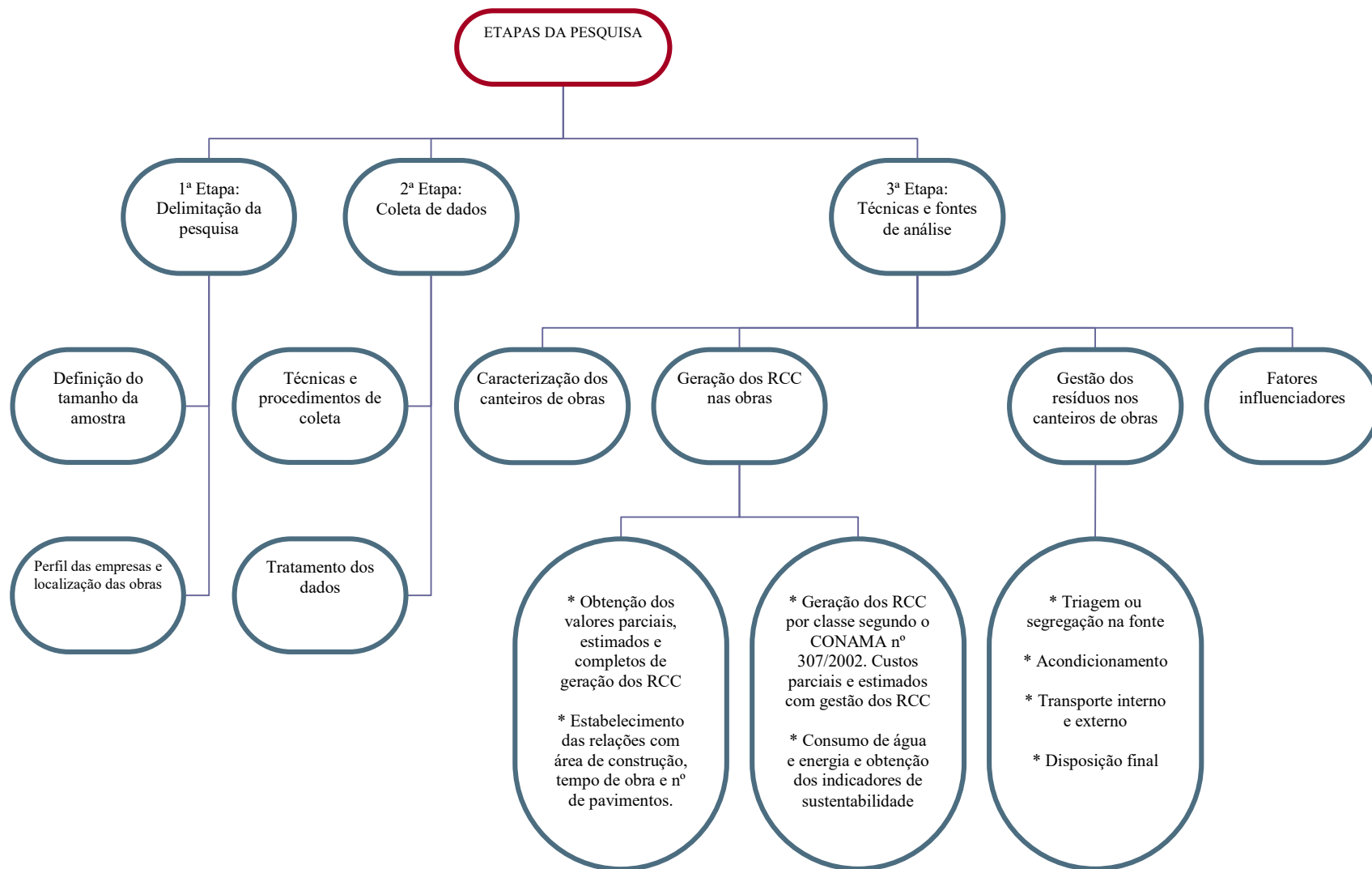
Na terceira etapa, foram demonstradas técnicas e fontes de análise dos dados, buscando identificar o tipo mais apropriado para as abordagens qualitativas, quantitativas e quali-quantitativas. A análise de conteúdo a partir dos questionários e entrevistas permitiu reduzir a complexidade das informações e categorizar as respostas obtidas. Além dessa técnica, o emprego de ferramentas estatísticas permitiu obter indicadores de geração de resíduos, de consumo de água e energia elétrica.

A partir da análise dos questionários, entrevistas e visitas técnicas foi possível descrever as obras de modo a relacionar a geração dos resíduos com as suas principais características, tais como: área de construção, tempo de obra, número de pavimentos, fase de obra, classe e tipo dos RCC e custos da coleta e destino. Além disso, se obtiveram os consumos parciais de água e energia, além dos indicadores de sustentabilidade das obras em andamento. Foi realizado ainda um diagnóstico da gestão dos RCC em 15 obras que não disponibilizaram dados completos.

Além disso, foi possível descrever o perfil da administração da obra, e utilizou-se o Índice de importância relativa para identificar as principais fontes dos desperdícios, os fatores que mais influenciam na geração dos resíduos e explicar o porquê de algumas obras dentro de uma mesma fase de construção terem índices de geração distintos, e por último foram descritas as ações que as empresas devem realizar para minimizar a geração dos resíduos de construção nos canteiros de obras.

O fluxograma apresentado na Figura 4.1 sintetiza o delineamento da pesquisa com a sequência das etapas descritas.

Figura 4.1: Fluxograma da pesquisa



4.1 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

O método de pesquisa realizado foi do tipo explicativo com elementos descritivos de abordagem quali - quantitativa. De acordo com Gil (2010), a pesquisa explicativa tem a preocupação de identificar os motivos que contribuíram para a ocorrência dos fenômenos. Esse tipo de pesquisa tem a profundidade que o estudo necessita porque explica as razões pelas quais os fenômenos aconteceram.

Como o tipo de análise necessita de um detalhamento e estabelecimento de relações entre as diversas variáveis em estudo, inicialmente foi realizada uma pesquisa descritiva com utilização de técnicas padronizadas para coleta de dados, tais como: entrevistas, aplicação de questionários e observação sistemática da geração dos resíduos nos canteiros de obras.

Quanto à forma de abordagem, a pesquisa foi realizada do seguinte modo:

a) Qualitativo: a partir de um levantamento de informações através de entrevistas e aplicação de questionários com os responsáveis da obra, de modo que se pôde explorar mais amplamente o objeto em estudo. Além desse levantamento, a revisão da bibliografia se mostrou importante para identificar em publicações recentes os índices de desperdício conhecidos dos principais materiais que compõem a cadeia da construção civil, e as suas principais deficiências, em termos de índices de geração dos resíduos.

b) Quantitativo: com base em levantamentos numéricos, a partir de coleta de dados junto às empresas construtoras cadastradas. As informações obtidas visaram demonstrar a problemática dos RCC na cidade do Recife. A combinação dessas duas técnicas torna a pesquisa mais sólida e diminui os problemas de adoção exclusiva de apenas um desses dois grupos. Permite ainda o cruzamento de informações o que gera mais confiança nos dados e amplia o tema estudado.

4.1.1 Definição do tamanho da amostra

Para elaboração da pesquisa foi realizada inicialmente uma análise estatística, a fim de determinar a quantidade necessária de obras. Verificou-se com a Prefeitura da Cidade do Recife (PCR), informações de todas as obras licenciadas entre janeiro de 2013 à dezembro de 2016, período de tempo no qual deram início a construção de todos os empreendimentos monitorados.

Neste intervalo de tempo, foram cadastrados 490 processos de licenciamento para emissão de alvará de construção emitido pela Prefeitura do Recife (PCR). Em 2013 foram cadastradas 133 obras; em 2014 (148 obras); em 2015 (118 obras); e em 2016 (91 obras), totalizando os 490 processos no período. O Alvará de construção consiste na autorização legal por parte do outorgante, para que o requerente execute todas as obras e serviços de engenharia e construção.

Com base nestas informações, foi possível definir o tamanho total da amostra. O método de amostragem probabilístico aleatório simples foi utilizado devido aos dados se tratarem de elementos finitos, equação 3.

$$n = \frac{N \sigma^2 Z^2}{(N - 1) e^2 + \sigma^2 Z^2} \quad \text{Equação 3}$$

Onde:

n = Tamanho da amostra

N = Tamanho da População

σ = desvio padrão da população (*)

Z = Nível de Confiança

e = limite aceitável de erro de amostragem

(*) - O desvio padrão da população é 0,50 nos casos onde não é conhecido o seu valor.

A Tabela 4.1 descreve a quantidade de obras cadastradas na cidade do Recife entre 2013 e 2016, com obtenção da amostra calculada e posteriormente definição da amostra total, com nível de confiança e margem de erro, para cada tipo de análise realizada, garantindo desse modo a confiabilidade da pesquisa.

Tabela 4.1: Definição do tamanho da amostra

Obras	Tipo de análise	Período	População (N)	Amostra Calculada	Amostra Total	Nível de confiança	Erro
1 à 25	Completa	2013	133	23	25	86%	14%
26 à 45	Parcial	2014-2016	357	19	20	84%	16%
46 à 60	Diagnóstico			13	15	82%	18%
26 à 60	*Fatores influenciadores			34	35	88%	12%

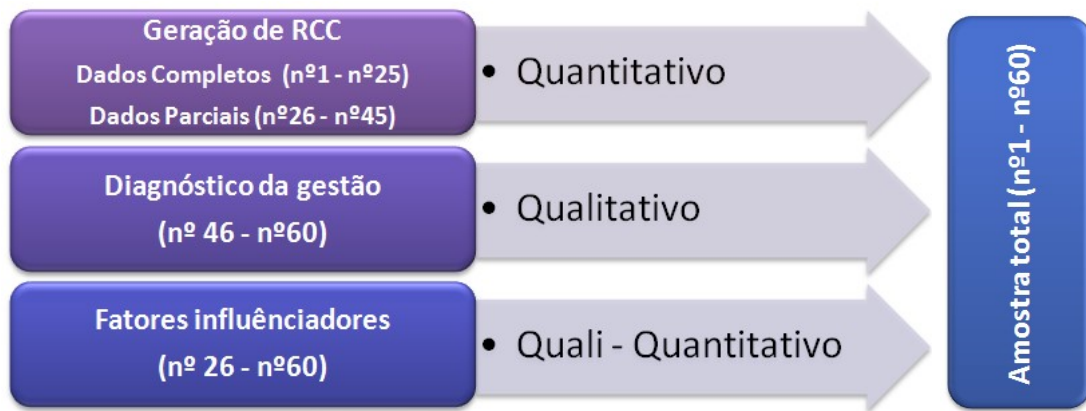
Fonte: Autor

* Não foi considerado para a soma da amostra calculada e total os valores dos fatores influenciadores, pois já estão incluídos nas obras de nº 26 à nº60 das análises anteriores.

Foi utilizado um nível de confiança entre 82% e 88% e uma margem de erro entre 12% e 18%, levando-se em conta os processos de licenciamento cadastrados no período. A amostra da pesquisa foi calculada de acordo com a população (N) identificada em cada período de tempo analisado. Após este levantamento, verificou-se 60 obras a serem monitoradas, onde 25 delas foram iniciadas em 2013, 21 obras em 2014, 8 obras em 2015 e 6 obras em 2016.

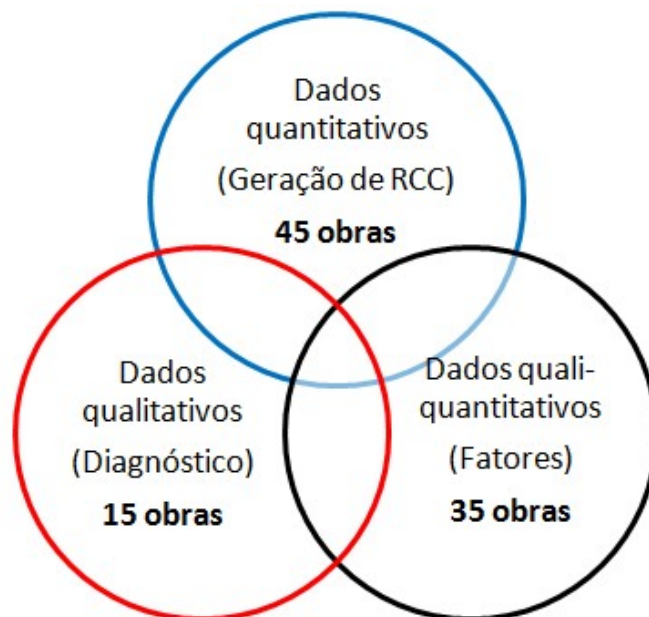
Esta escolha foi realizada de forma aleatória, com a premissa de serem obras situadas na cidade do Recife – PE, executadas por diferentes construtoras, levando-se em consideração os seguintes critérios: certificadas ou não, de múltiplos pavimentos, fase de execução (fundação, estrutura ou acabamento), porte da empresa (pequeno, médio ou grande porte). A Figura 4.2 apresenta as 60 obras acompanhadas com o tipo de análise realizada e seu respectivo método de pesquisa.

Figura 4.2: Quantidade de obras pesquisadas



Após análise detalhada das informações coletadas, os dados foram organizados de modo que se pôde identificar 25 obras com dados completos, 20 obras com dados parciais de geração de RCC, consumos de água e energia, aplicando nestes casos o método quantitativo, 15 obras onde se realizou um diagnóstico para avaliar as principais ferramentas de gestão, usando para este o método qualitativo e finalmente, 35 obras onde se analisou os fatores de influência da geração dos resíduos utilizando o método quali-quantitativo, Figura 4.3.

Figura 4.3: Método de pesquisa adotado



4.1.2 Perfil das empresas e localização das obras

Foram cadastradas obras de 7 construtoras de pequeno, médio e grande porte, com elevada representatividade no mercado imobiliário local e tempo de atuação entre 20 e 40 anos. A parceria com estas empresas foi realizada por meio de ofício (Apêndice A), onde as mesmas permitiram visitas periódicas, acesso a todas as dependências das obras e coleta de informações referentes à geração de RCC, consumo de água e energia.

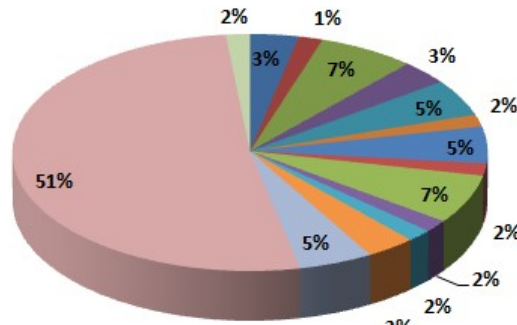
Para caracterizar as empresas quanto ao porte, utilizou-se da definição do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE, 2013), que realiza o enquadramento dos estabelecimentos industriais em função da quantidade de funcionários seguindo as premissas do IBGE, onde define as empresas de pequeno porte como sendo aquelas que têm entre 20 e 99 empregados, as empresas de médio porte entre 100 e 499 empregados, e acima de 500 são classificadas como empresas de grande porte.

Quanto à caracterização dos padrões construtivos, adotou-se a regra estabelecida pela NBR 12721: 2006 onde define esses padrões em baixo, normal e alto e leva em consideração o número de pavimentos tipo, quantidade de vagas de garagens, área construída, número de cômodos dentre outras características do imóvel. Vale destacar que outras entidades não levam em consideração apenas isso, mais também considera aspectos relacionados ao próprio empreendimento, desde a sua concepção, tecnologia empregada, estilo arquitetônico entre outras.

Quanto aos bairros onde se situam essas obras, a Figura 4.4 identifica 15 bairros onde foram coletados às informações das 60 obras acompanhadas, tendo como destaque o bairro de Boa Viagem (52%), seguidos por Tamarineira, Santo Amaro (7%), Rosarinho, Graças e Torre (5%).

Figura 4.4: Bairros do Recife com canteiros de obras pesquisados

Boa vista Ilha do Leite Santo Amaro Encruzilhada Rosarinho
Torreão Graças Parnamirim Tamarineira Caxanga
Ilha do Retiro Madalena Torre Boa viagem Pina



RPA	BAIRROS	TOTAL
1	Boa vista	2
1	Ilha do Leite	1
1	Santo Amaro	4
2	Encruzilhada	2
2	Rosarinho	3
2	Torreão	1
3	Graças	3
3	Parnamirim	1
3	Tamarineira	4
4	Caxanga	1
4	Ilha do Retiro	1
4	Madalena	2
4	Torre	3
6	Boa viagem	31
6	Pina	1

O Quadro 4.1 apresenta um resumo das 7 empresas que participaram da pesquisa com suas respectivas obras distribuídas nos bairros do Recife. O Apêndice B apresenta um detalhamento quanto à localização das obras, porte das construtoras, padrão construtivo das obras, status e fase de construção. Vale ressaltar que os empreendimentos pesquisados em 90% dos casos foram para fins de uso residencial e 10% empresariais, com 70% de padrão alto, 30% de padrão médio e nenhuma obra de padrão popular.

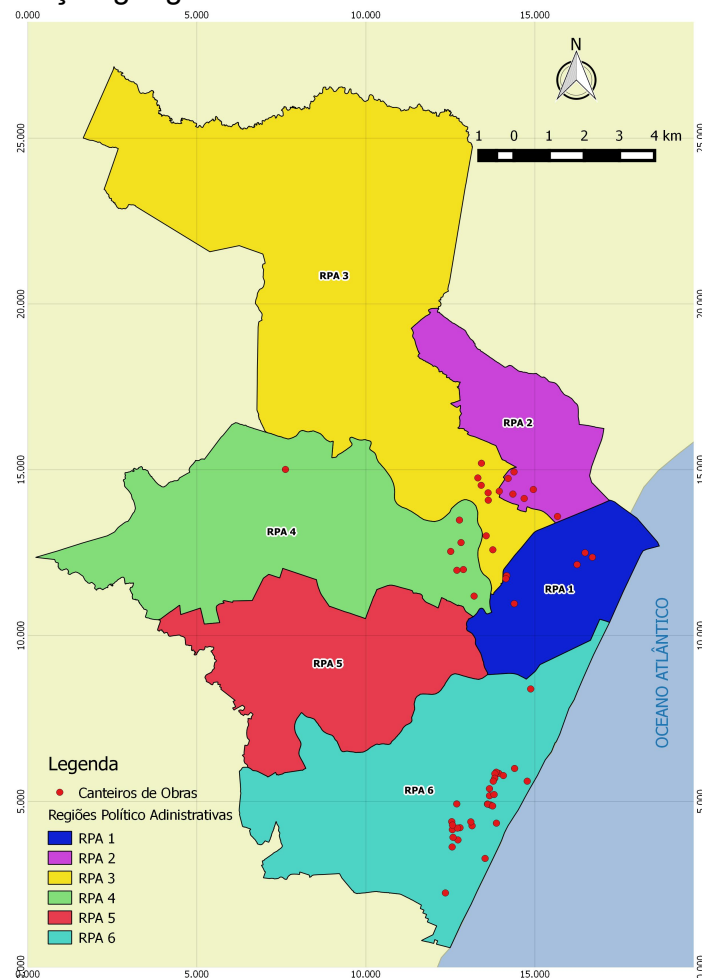
Quadro 4.1: Resumo das construtoras e obras localizadas nos bairros do Recife

Códigos	BAIRROS DO RECIFE							
	Todos	Boa Vista	Ilha do Leite	Santo Amaro	Encruzilhada	Rosarinho	Torreão	Graças
Constr 01	7	-	-	1	-	-	-	1
Constr 02	1	-	-	-	-	-	-	-
Constr 03	6	-	1	1	-	-	-	-
Constr 04	8	-	-	1	-	-	-	-
Constr 05	21	-	-	1	1	2	1	1
Constr 06	7	-	-	-	-	-	-	1
Constr 07	10	2	-	-	1	1	-	-
Total	60	2	1	4	2	3	1	3
Códigos	BAIRROS DO RECIFE							
	Parnamirim	Tamarineira	Caxangá	Ilha do Retiro	Madalena	Torre	Boa Viagem	Pina
Constr 01	-	-	-	-	1	1	3	-
Constr 02	-	-	-	-	-	-	1	-
Constr 03	1	1	-	-	-	1	1	-
Constr 04	-	1	-	-	-	-	6	-
Constr 05	-	1	-	1	1	-	12	-
Constr 06	-	-	1	-	-	1	3	1
Constr 07	-	1	-	-	-	-	5	-
Total	1	4	1	1	2	3	31	1

A escolha dos canteiros de obras se deu mediante avaliação da confiabilidade dos dados coletados. Desse modo, chegou-se a 60 obras que possuíam essas informações, algumas delas inclusive, realizavam um monitoramento contínuo da gestão dos RCC, com indicadores parciais de sustentabilidade, tais como: geração de resíduo; consumo de água e energia.

A Figura 4.5 apresenta a localização dos canteiros nas regiões político administrativas do Recife, com destaque para a (RPA 6) com 32 obras seguida pela (RPA 3) – 8, (RPA 1; RPA 4) – 7 cada, e (RPA 2) com 6 obras, totalizando as 60 obras pesquisadas. Não foi possível identificar nenhuma construtora na (RPA 5) que pudesse contribuir com a pesquisa, muito por conta da baixa quantidade de obras registradas no local.

Figura 4.5: Localização geográfica dos canteiros de obras na cidade do Recife - PE



Fonte: Elaborado pelo autor a partir da base de dados da PCR

4.2 COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi realizada nos canteiros de obra, mediante acompanhamento da retirada dos resíduos em coletores de entulho ou caçambas basculantes, por empresas devidamente cadastrada na EMLURB. O material foi classificado de acordo com o tipo, fase da construção e composição gravimétrica do resíduo. Este recurso possibilitou avaliar em peso e percentual dos diversos tipos de materiais constituintes da amostra.

O consumo de água e energia foi obtido através das faturas mensais enviadas pelas concessionárias, onde as construtoras extraíam as informações relativas aos consumos e as compilavam em planilhas padrões. As entregas de água fornecidas por caminhões pipa eram coletadas a partir das notas fiscais de entrega, após isso as informações relativas ao consumo total de água foram inseridas em uma planilha do *Excel* com a soma das duas formas de abastecimento.

Foi realizado ainda um levantamento nas 60 obras através da aplicação de um questionário (Apêndice C), que foi submetido à administração da obra, para obtenção de outros dados, a fim de se verificar as principais ferramentas, quanto ao gerenciamento dos resíduos ou consumo de água e energia.

4.2.1 Técnicas e procedimentos de coleta

Para realização desta pesquisa, as informações foram obtidas através da aplicação de um questionário semi-estruturado, entrevistas pessoais e visitas periódicas ao local das obras. O questionário foi elaborado com o objetivo de coletar informações gerais das obras e do perfil dos gestores delas, a fim de identificar possíveis experiências dessas pessoas relativas à gestão dos RCC.

O questionário aplicado possibilitou ainda coletar informações intrínsecas aos processos construtivos das obras, descrevê-las de modo a obter os tipos de fundação e estruturas adotadas e as principais técnicas construtivas empregadas, e analisar a sua

influência numa menor ou maior geração de RCC. Foi possível ainda mapear a gestão dos resíduos nos canteiros de obras e realizar um diagnóstico desse gerenciamento.

As entrevistas foram realizadas *in loco* para complementar os questionários dirigidos aos entrevistados. As entrevistas foram realizadas pelos pesquisadores do Grupo de Pesquisa de Engenharia Aplicada ao Meio Ambiente (AMBITEC) e entre a administração da obra, ou seja, engenheiros, arquitetos, gestores ambientais, técnicos e mestres de obras, abrangendo questões relacionadas com as atividades das obras, medidas de tratamento de resíduos, problemática da gestão dos RCC, fatores de influência, medidas de redução de resíduos e sugestões possíveis.

As visitas aos locais das obras foram realizadas para identificar fisicamente os métodos utilizados nos canteiros de obras para gerenciar os fluxos dos resíduos gerados. Além dessas visitas, foram realizadas palestras pelo grupo de pesquisa AMBITEC, com o objetivo de promover a conscientização do consumo racional da água, em comemoração ao dia mundial da água realizada no dia 22 de março de 2017, e em comemoração ao dia mundial do meio ambiente, realizada no dia 05 de junho de 2017, Figura 4.6.

Figura 4.6: Palestra sobre a problemática dos RCC nos canteiros de obras



4.2.2 Tratamento dos dados

Os dados foram organizados e classificados de forma sistemática, de acordo com a área de construção da edificação da menor para a maior. Todas as obras receberam uma codificação para manter o sigilo das empresas que forneceram as informações. Por fim os dados foram tabulados em planilhas, possibilitando a sua posterior análise e interpretação em gráficos e Figuras.

Como se tratou de um estudo amplo, com uma elevada quantidade de dados, o *Excel* foi o *software* escolhido para o tratamento dessas informações, diminuindo desse modo a margem de erro da pesquisa e garantindo o aumento da produtividade. Algumas fórmulas foram utilizadas para uma melhor compreensão do objeto em estudo e estabelecimento de relações entre os dados.

Foi utilizada a função “SOMASE”, para adicionar valores dentro de um intervalo atendendo a diversos critérios pré-estabelecidos. Como exemplo pôde-se somar numa dada obra a quantidade de resíduos produzidos apenas da categoria “A”. A função “SE”, possibilitou realizar comparações entre valores obtidos e valores esperados. A fim de exemplificar esta função, pôde-se avaliar se o tempo decorrido de uma obra estava acima do tempo previsto inicialmente para sua construção.

Quanto à geração dos RCC, foram estabelecidas algumas relações entre os resíduos gerados e a área de construção, nº de pavimentos, duração e fase de obra, classificação, tipo de resíduo e custos de sua geração. Este tratamento foi feito de modo parcial e estimado para as 20 obras em andamento e completo para as 25 obras concluídas no decorrer da pesquisa, com diferentes cenários analisados devido aos dados obtidos.

Foram estimados ainda os quantitativos de geração em relação às diretrizes estabelecidas pela EMLURB para elaboração do PGRCC, e de acordo com o avanço físico realizado das obras (AF%). Além disso, foi diagnosticada a gestão dos resíduos

de 15 obras, onde não foi possível obter dados completos de geração de RCC, devido a alguns fatores que dificultaram a obtenção dessas informações conforme o Quadro 4.2.

Quadro 4.2: Dificuldades encontradas para coleta de dados em 15 obras

FATORES QUE DIFICULTARAM A OBTENÇÃO DE DADOS NAS OBRAS	
• Elevada rotatividade da administração da obra; • Falta de controle e organização dos documentos; • Vinculação da gestão de resíduos de mais de uma torre em canteiros únicos; • Dados em fichas amassadas e rasuradas; • Dados não compilados em planilhas eletrônicas; • Parceiros de coleta não cadastrados na EMLURB;	• Falta de mão-de-obra específica para gerenciamento e controle dos resíduos; • Falta de segregação e classificação dos resíduos gerados; • Gestão de resíduos tratada como atividade secundária e pouco relevante para o resultado do empreendimento; • Inobservância no cumprimento dos requisitos da ISO 14001; • Obras paralisadas durante a pesquisa; • Desinteresse em passar determinadas informações.

4.3 TÉCNICAS E FONTES DE ANÁLISE

Após o estabelecimento das relações entre os dados com as características dos empreendimentos, puderam-se avaliar as obras com índices de geração superior aos indicadores padrões mais recentes publicados em Recife. A análise das classes e tipo dos RCC permitiu identificar o material mais desperdiçado na obra, e indicar as possíveis ações que as empresas devem tomar para diminuir a geração de resíduos nas obras, tais como: reaproveitamento dos resíduos classe A, com enorme potencial de utilização para diversos fins.

Avaliou-se ainda o custo do desperdício dos materiais, contudo sem entrar no mérito se essas perdas se deram por estocagem, transporte ou aplicação do material. Os consumos de água e energia foram identificados em 20 obras, onde buscou avaliar se alguma dessas obras reaproveitava a água de chuva na fase de construção. A aquisição de água potável em 10 obras era realizada por caminhões pipa, que de acordo com o gestor da obra é mais vantajoso financeiramente.

Os indicadores de sustentabilidade ambiental são um conjunto de ferramentas indispensáveis para medição e monitoramento contínuo das metas mensuráveis estabelecidas pelas empresas para o seu sistema de gestão ambiental. Neste sentido, o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) considera os indicadores de sustentabilidade e estabelece como requisito básico para o seu processo de certificação, um consumo sustentável nos campos de água, energia e uma menor geração de resíduos nas obras com as seguintes medições consideradas:

Consumo de água

- a) Ao longo da obra: consumo de água potável no canteiro de obras, seja ele proveniente de caminhão pipa ou de concessionária, por trabalhador por mês – medido mensalmente e de modo acumulado ao longo da obra em m^3 de água / trabalhador;
- b) Ao final da obra: consumo de água potável no canteiro de obras, seja ele proveniente de caminhão pipa ou de concessionária, por m^2 de área construída – medido de modo acumulado ao final da obra em m^3 de água / m^2 de área construída;

Consumo de energia

- a) Ao longo da obra: consumo de energia elétrica no canteiro de obras por trabalhador por mês – medido mensalmente e de modo acumulado ao longo da obra em kWh de energia elétrica / trabalhador;
- b) Ao final da obra: consumo de energia no canteiro de obras por m^2 de área construída – medido de modo acumulado ao final da obra em kWh de energia elétrica / m^2 de área construída.

Realizou-se ainda um diagnóstico com análise qualitativa, para avaliar as ferramentas de gestão ambiental, quanto ao tipo triagem ou segregação na fonte, modo de acondicionamento, meios de transporte internos e externos utilizados e a forma de destinação final que foi dada aos RCC. Esse diagnóstico possibilitou a obtenção de um

acervo fotográfico com mapeamento real das obras em suas diversas fases e permitiu analisar as obras que possuíam melhores ferramentas de gestão.

Para avaliação dos fatores de influência os dados obtidos foram analisados com o uso de métodos estatísticos descritivos e inferenciais. O método do índice de importância relativa (IIR) proposto por Wahab e Lawal (2011), foi utilizado para mostrar o nível dos fatores que contribuem para a geração dos resíduos nos canteiros de obras. O IIR foi calculado para cada fator de influência, a partir da análise da classificação, indicado pelos entrevistados com a utilização da escala de Likert de cinco pontos.

A Escala de Likert é a soma das respostas dadas a cada item perguntado aos entrevistados, normalmente, o que se deseja medir é o nível de concordância ou discordância em relação a uma afirmação. Usualmente são utilizados cinco níveis de respostas. A escala atribui à seguinte pontuação para estes níveis: 5 – muitíssimo relevante (MIR), 4 – muito relevante (MR), 3 – relevante (R), 2 – pouco relevante (PR) e 1- não relevante (NR).

O IIR é a razão entre a "soma do valor de peso" (SVP) e o número total de respondentes as perguntas a partir de todas as classificações ($\sum x_i$), equação 4. Quanto mais próximo IIR a 5, maior é o grau de importância dos fatores de influência categorizados e listados. O SVP é a adição do produto do valor associado de cada classificação e respectivo número de entrevistados de acordo com a equação 5.

$$\text{IIR} = \frac{\text{SVP}}{\sum x_i} \quad \text{Equação 4}$$

$$\text{SVP} = \sum x_i y_i \quad \text{Equação 5}$$

Onde;

X_i = Número de resposta a cada classificação “ i ”, onde “ j ” é a quantidade de respostas obtidas para determinada classificação.

Y_i = O valor de classificação de i , onde i varia de 1 à 5.

CAPÍTULO 5

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados e discutidos os resultados da pesquisa, destacando a caracterização das obras, a geração dos resíduos nas obras concluídas e em andamento; as suas relações com as características dos empreendimentos, fase de construção, classe, tipo do resíduo gerado, custos de transporte e destino final, consumos de água e energia, indicadores de sustentabilidade, diagnóstico da gestão dos RCC e fatores de influência da geração dos resíduos nos canteiros de obras.

5.1 CARACTERIZAÇÃO DAS OBRAS

Foi possível perceber, que algumas características das obras variaram bastante, desde a equipe técnica de apoio a execução da obra, ao quantitativo de operários mobilizados. Em alguns casos, a contratante utilizava empresas terceirizadas para determinados serviços, a exemplo do revestimento de gesso interno, esquadria de madeira e alumínio e instalações elétricas e hidráulicas.

Técnica bastante utilizada nas décadas de 80 e 90, as escavações para criação de pavimentos enterrados, não são mais usuais nos dias atuais, devido sobretudo, aos problemas de drenagem apresentados nos subsolos das edificações no decorrer da sua utilização. Das obras pesquisadas, nenhuma delas constrói pavimentos enterrados, contribuindo desse modo, para uma menor geração de resíduos proveniente das escavações.

A modificação de apartamentos padrões é uma prática identificada em 3 das 7 construtoras pesquisadas, sendo que duas delas apresentam projetos alternativos para que o cliente escolha dentre as opções propostas. A construtora que permitiu alterações no projeto original pelo cliente teve problemas de gestão dessas unidades diferenciadas, sofrendo com atrasos, retrabalhos e uma maior geração de resíduos.

O retrabalho foi apontado em algumas obras como uma significativa fonte de geração de RCC. Pode-se observar na obra de nº 41 a demolição de revestimento de gesso em um pavimento executado devido ao sistema construtivo não ter sido aprovado no ensaio de arrancamento. Na obra de nº 26 um contrapiso realizado para receber um revestimento cerâmico foi arrancado por apresentar problema de aderência. O trabalho inacabado também pode ser observado em alguns canteiros de obras.

Outro aspecto que obteve uma sensível variação foram os prazos das fases de construção, que dependem em muitos casos da utilização de equipamentos mais sofisticados e soluções construtivas mais modernas. A Figura 4.6 apresenta a obra de nº 32 com duração média de 8 meses de fundação, adotando um sistema de estaqueamento do tipo “Franki” associado a uma compactação profunda. Este método é reconhecido por não gerar RCC durante a sua execução.

Figura 5.1: Obra de nº 32 – Fundação em estaca Franki com compactação profunda



Além desse método, as estacas metálicas tiveram certa predominância, em cerca de 30% dos casos pesquisados a solução adotada para a fundação foi deste tipo, muito por conta do tipo de solo encontrado, necessidade de uma maior resistência a esforços de tração, maior velocidade na execução das obras, ou até mesmo um menor incômodo na vizinhança, devido a sua baixa vibração, muito embora seja uma das soluções de fundação mais caras nos dias atuais, Figura 5.2.

Figura 5.2: Obra de nº 33 – Fundação em estaca metálica em perfil "I"



Nos demais casos a estaca utilizada foi de concreto armado com predominância da hélice contínua, seguidas das estacas pré-moldadas e franki. A tipologia da estrutura em 100% dos casos foi de concreto armado com laje nervurada, cubeta plástica sobre painel de madeira, escoramento metálico e viga de bordo, Figura 5.3.

Figura 5.3: Laje nervurada com assoalho de madeira e cubeta plástica



O revestimento interno adotado em todos os casos teve uma configuração padrão, iniciando pelo chapisco até a camada mais superficial de tinta ou cerâmica. A vedação vertical em 80% dos casos foi de bloco cerâmico com predominância do tijolo de 8 furos, e nos demais casos com bloco de concreto de diversas famílias, (Figura 5.4).

Figura 5.4: Obra de nº 23 – Fase de estrutura com concretagem de lajes



Quanto ao revestimento da fachada houve 80% de predominância para utilização de revestimentos cerâmicos (aderentes) (Figura 5.5), 15% para utilização de peles de vidro (não aderentes) e 5% com utilização de sistema misto.

Figura 5.5: Obra de nº 36 – Fase de acabamento com revestimentos de fachadas



É importante destacar que os revestimentos de fachada aderentes geram uma quantidade de resíduo superior aos não aderentes, com predominância dos resíduos classe A, (restos de argamassa e blocos). As fachadas ventiladas fixadas na estrutura por meio de *inserts metálicos* geram resíduos classe B com predominância de vidros, elementos metálicos, plásticos e papeis.

5.2 GERAÇÃO DOS RCC NAS OBRAS CONCLUÍDAS

A Tabela 5.1 indica as principais características das 25 obras concluídas no decorrer da pesquisa, tais como: área construída, nº de pavimentos, duração em meses prevista e realizada por cada fase de construção.

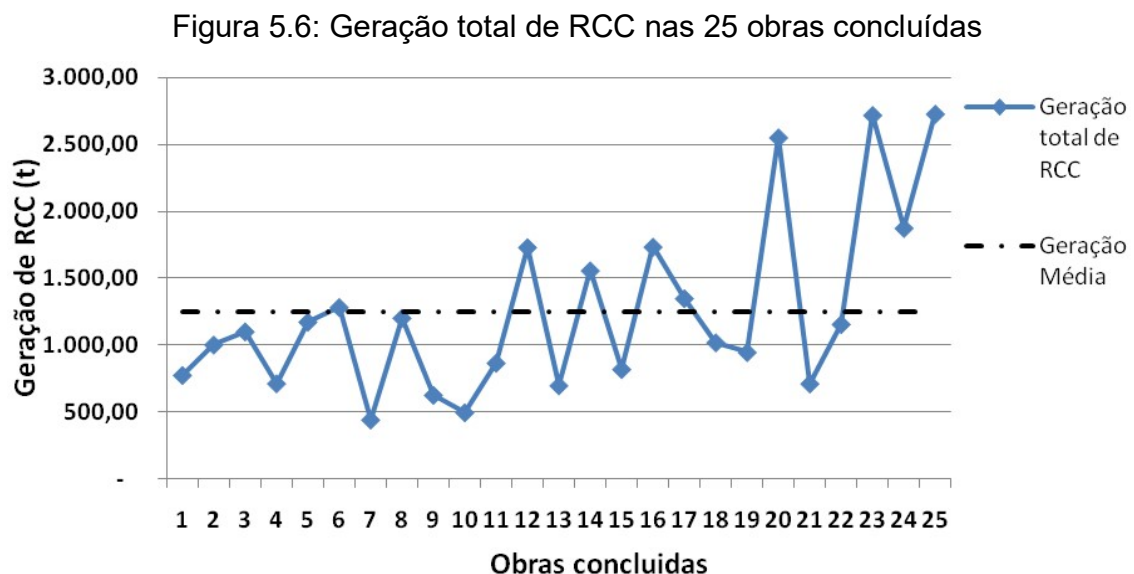
Tabela 5.1: Caracterização das obras com banco de dados de RCC completos

Obras	Área construída (m²)	Nº de Pav.	Duração (mês)		Duração por fase (mês)		
			Prevista	Realizada	Fundação	Estrutura	Acabamento
1	6568,93	20	36	36	8	16	12
2	6742,66	20	28	28	4	11	13
3	6999,33	18	36	39	5	13	21
4	7748,66	22	28	27	3	10	14
5	9355,28	24	48	53	4	20	29
6	10009,44	17	28	29	2	10	17
7	10117,14	29	28	29	3	12	14
8	10216,02	32	28	29	3	10	16
9	10322,10	28	28	29	8	10	11
10	10682,07	34	36	38	4	19	15
11	10999,81	28	38	38	7	10	21
12	12386,42	29	36	38	5	12	21
13	12410,12	36	42	42	5	17	20
14	13340,00	44	60	57	4	21	32
15	13551,93	12	28	30	8	9	13
16	13706,00	30	36	40	3	14	23
17	14094,10	28	44	44	4	15	25
18	16010,46	37	46	48	7	16	25
19	17161,34	32	48	49	8	14	27
20	17563,80	60*	48	46	4	15	27
21	17639,01	32	40	41	5	22	14
22	18279,77	34	42	45	8	14	23
23	19929,09	31	48	50	7	17	26
24	27415,66	23	42	42	7	18	17
25	56890,00	26	40	41	9	15	17
Média	14805,57	29	38	40	5	14	20

* Obra com duas torres de 30 pavimentos cada.

Observa-se que a fase de fundação tem duração média de 5 meses, com mínimo de 2 e máximo de 9 meses; a fase de estrutura com 14 meses de duração média, sendo 9 o mínimo observado e 22 meses para o tempo máximo de construção, e finalmente a fase de acabamento com duração média de 20 meses, mínimo de 11 e máximo de 32 meses. O tempo para execução de um pavimento considerando todas as fases foi de 1,38 meses/pavimento.

A Figura 5.6 indica os valores de geração dos RCC obtidos nas 25 obras com banco de dados completo (Fundação, Estrutura e Acabamento). Percebe-se que a geração nas 25 obras concluídas obteve média em torno de 1253 toneladas, com geração mínima sendo registrada na obra de nº 7 – 445,09 toneladas, e geração máxima de 2727,84 toneladas observada na obra de nº 25.

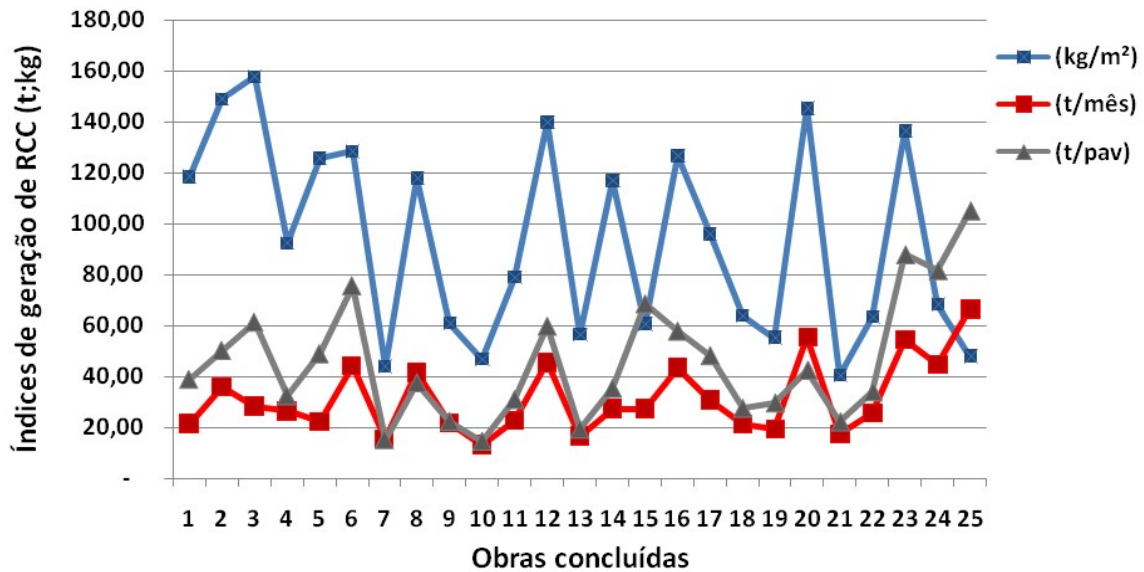


5.2.1 Índices de geração dos RCC em relação às características das obras

A Figura 5.7 apresenta os dados das obras relacionados à área de construção, prazo de conclusão da obra e nº de pavimentos. O índice de geração médio relacionado à área construída foi de 93,49kg/m² para uma área construída média de 14805,57m²,

acima do valor de referência da EMLURB (2006), de 75kg/m^2 , e dentro da faixa estabelecida por Paz e Lafayette (2016), cujo valor foi de 97kg/m^2 .

Figura 5.7: Índices de geração de RCC em relação à área de construção, prazo de conclusão da obra e nº de pavimentos.



Outro indicador que pôde ser obtido foi o que relaciona a geração de RCC ao tempo de conclusão da obra. Considerando todas as fases de construção, o indicador foi de $31,57\text{t/mês}$, para uma duração média de 40 meses. Além desse indicador obteve-se ainda um índice de $45,93\text{t}$ por pavimento construído, para uma média de 29 pavimentos, valores esses um pouco distante dos encontrados por Paz (2014), onde obteve $70,03\text{t/mês}$ para uma duração média de 34 meses e $63,68\text{t}$ por pavimento.

5.2.2 Geração dos RCC por fase de construção

É essencial conhecer o quanto se gera por fase construtiva a fim de identificar os processos construtivos que mais contribuem para a geração dos RCC. A Figura 5.8 apresenta a geração dos resíduos por fase de obra considerando as 25 obras com dados completos. A Figura 5.9 indica o percentual de geração em cada fase construtiva.

Figura 5.8: Geração de resíduos por fase de obra

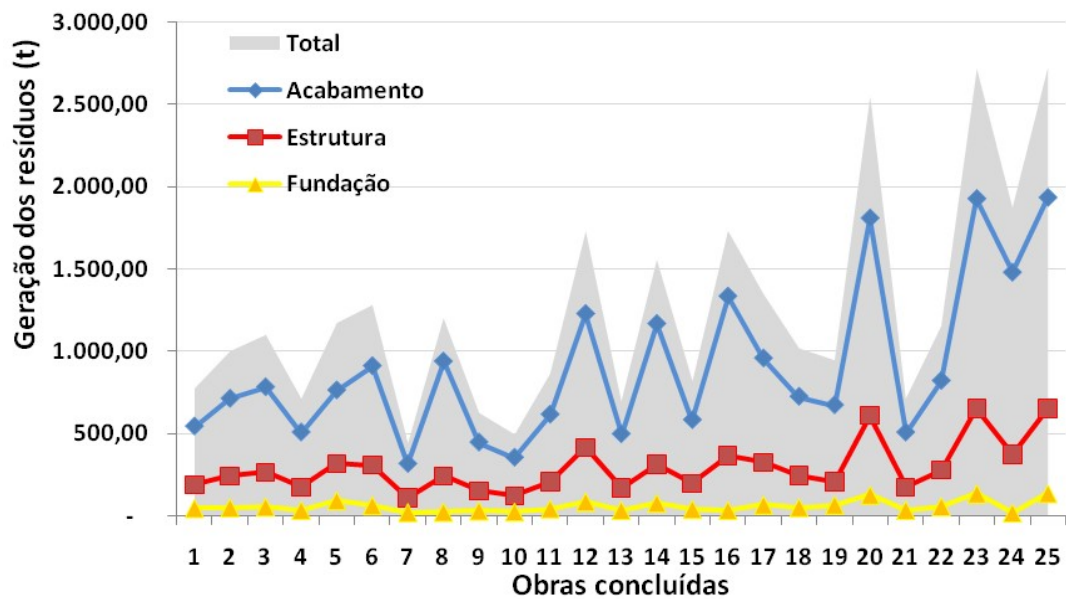
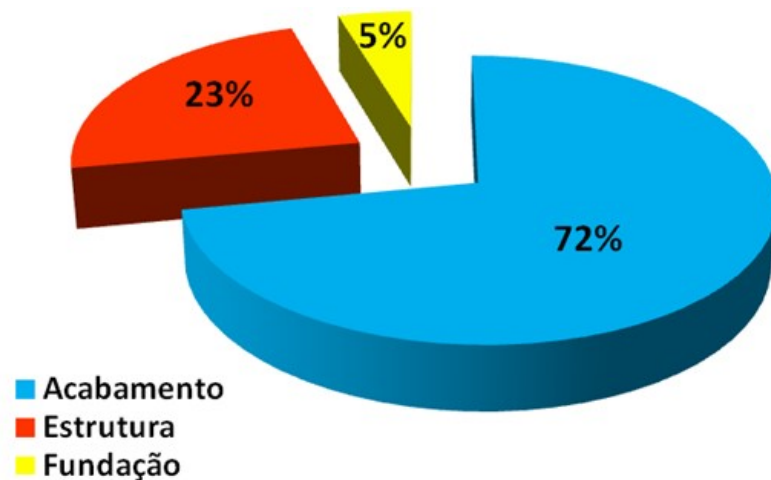


Figura 5.9: Porcentagem da geração de RCC por fase de construção

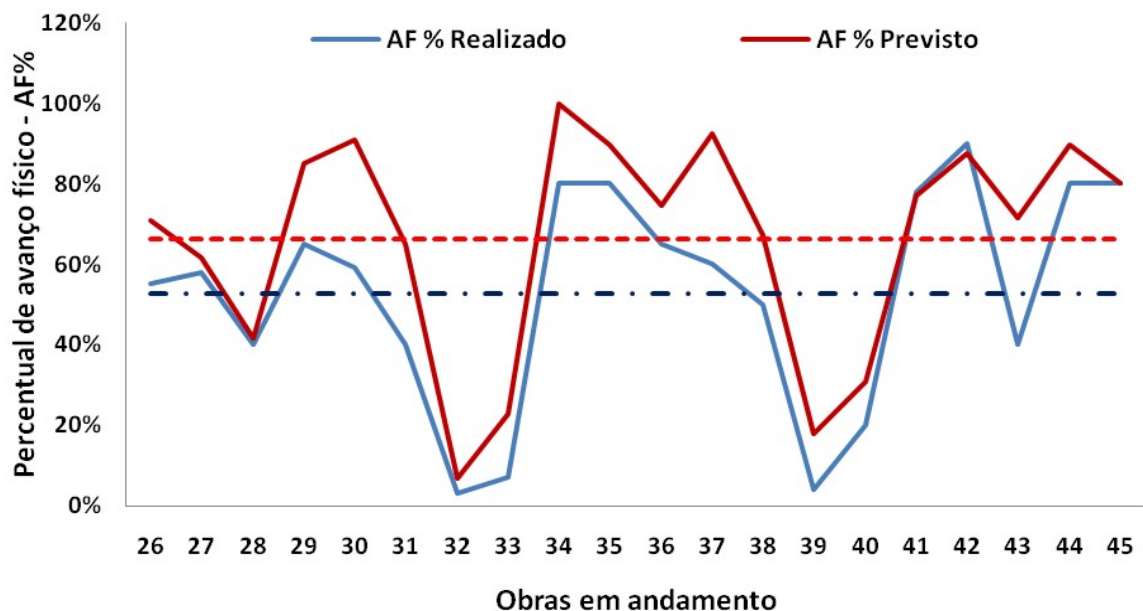


Visando a obtenção de indicadores que relacionam o peso de resíduo gerado por tempo de execução de cada fase, o índice médio obtido para a fase de fundação foi de 12,21t/mês para uma duração média de 5 meses, 20,94t/mês na fase de estrutura, com tempo médio de execução de 14 meses e 46,34t/mês para a fase de acabamentos, com duração média de 20 meses, sendo esta, a fase de maior geração em valores absolutos e relativos, demonstrando assim a variabilidade da geração dos RCC.

5.3 GERAÇÃO DOS RCC NAS OBRAS EM ANDAMENTO

A Figura 5.10 apresenta as curvas de avanço físico previsto x realizado das 20 obras em andamento com dados parciais de geração dos RCC. É possível observar que 17 obras estão atrasadas, 2 estão adiantadas e apenas 1 delas se encontra no prazo em relação ao planejamento inicial. O maior atraso pode ser observado na obra nº37 com 33% de defasagem, as obras adiantadas são as de nº41 e nº42 e a que esta no prazo é a de nº45.

Figura 5.10: Curva de avanço físico previsto x realizado das 20 obras em andamento



As obras adiantadas são de nº41 e nº42 com saldo positivo de 1% e 2% respectivamente. A obra que se encontra no prazo é a de nº 45 com 80% de avanço físico. A média dos avanços físicos realizados de todas as obras é de 53% contra 66% do que seria previsto, representando assim uma defasagem de 13% em relação ao cronograma inicial.

A Tabela 5.2 indica as principais características das obras em andamento, tais como: área construída, nº de pavimentos, duração em meses prevista e realizada por cada fase de construção.

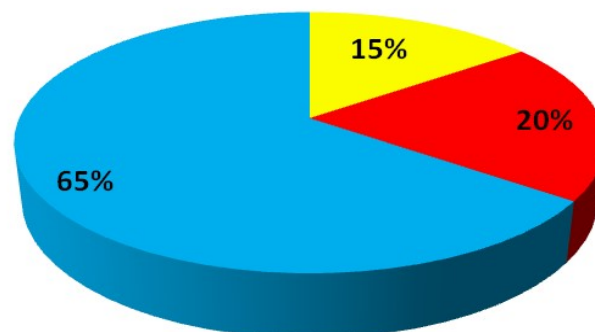
Tabela 5.2: Caracterização das obras com banco de dados de RCC parciais

Obras	Área construída (m ²)	Nº de Pav.	Duração (Mês)		Duração por fase (Mês)		
			Prevista	Realizada	Fundação	Estrutura	Acabamento
26	3281,50	15	36	26	4	12	10
27	3318,70	25	48	30	4	16	10
28	4117,52	21	48	20	5	15	-
29	5124,84	22	36	31	3	13	15
30	5421,94	24	36	33	6	13	14
31	5450,34	24	36	23	5	18	-
32	6129,69	20	48	3	3	-	-
33	6534,71	22	48	11	11	-	-
34	6780,74	25	36	48	5	20	23
35	7767,68	21	48	43	5	14	24
36	7791,79	26	48	36	4	18	14
37	7794,41	28	36	34	3	15	16
38	8188,91	22	36	24	4	8	12
39	8887,57	34	48	9	9	-	-
40	8971,76	26	48	15	5	10	-
41	9965,39	28	36	28	3	12	13
42	10081,2	38	48	42	5	15	22
43	11723,14	32	36	26	2	24	-
44	12500,00	28	48	44	3	18	23
45	14579,65	35	36	29	3	14	12
Média	7575,01	26	42	28	5	15	16

Das 20 obras em andamento 3 se encontram na fase de fundação (nº32, nº33 e nº39), 4 na fase de estrutura (nº28, nº31, nº40 e nº43) e as demais na fase de acabamento, (Figura 5.11). A obra de nº32 está na etapa de cravação de estacas com apenas 10 toneladas de resíduos gerados. As obras de nº33 e nº39 se encontram com serviços de escavação em solo de 1ª categoria, arrasamento de estacas e concretagem dos blocos.

Figura 5.11: Percentual das obras em suas diferentes fases de construção

■ Fundação ■ Estrutura ■ Acabamento



Os resíduos classe A, foram predominantes na fase de fundação, tais como: resto de concreto e argamassas, materiais provenientes de escavações ou cortes no terreno com enorme potencial de reaproveitamento. Apesar desse potencial, nenhuma das 20 obras vistoriadas reutiliza esses materiais, sendo os mesmos transportados para aterros ou centrais recicladoras de resíduos (Figuras 5.12, 5.13 e 5.14).

Figura 5.12: Escavação dos blocos de fundação – obra nº 39



Figura 5.13: Remoção de materiais proveniente de escavações – obra nº 39



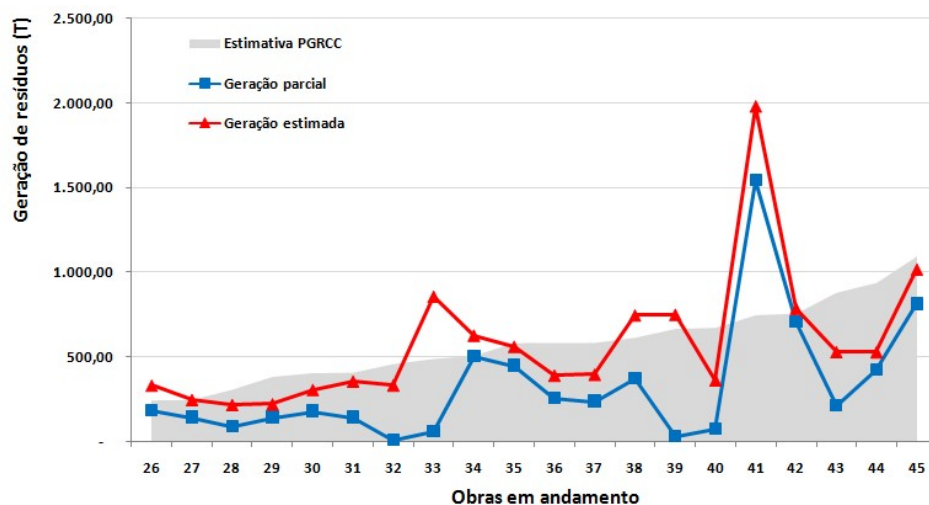
Figura 5.14: Arrasamento de estacas de concreto – obra nº 39



5.3.1 Geração dos resíduos parciais e estimados das 20 obras em andamento

A Figura 5.15 apresenta as gerações dos resíduos parciais e estimados das 20 obras em andamento. Foram realizadas duas estimativas: a primeira se baseou no PGRCC das obras, considerando o índice de geração para construções de 75 kg/m², conforme diretrizes do plano de gerenciamento de resíduos da construção civil da EMLURB (2006). A segunda estimativa foi estabelecida a partir das relações entre os avanços físicos reais das obras, projetando valores de geração ao seu término.

Figura 5.15: Geração parcial e estimada dos RCC das 20 obras em andamento



A curva baseada na estimativa do PGRCC é diretamente proporcional a área construída. Como as obras de nº26 à nº45 foram organizadas em ordem crescente em relação a sua área, a curva acompanha este crescimento. Para a geração estimada em função do avanço físico, as obras de nº26, nº33, nº34, nº38, nº39, nº41 e nº42 mostram uma significativa preocupação, pois as estimativas apontam uma ultrapassagem dos valores de referência previstos no PGRCC.

Esta análise aponta que sejam realizadas ações preventivas pelas construtoras, para impedir que a geração dos resíduos nestas obras exceda os valores de referência, e assim evitem multas e penalidades previstas por Lei. A obra de nº41 de empresa de médio porte, sem gestor de RCC é a que mais preocupa, esta obra aumentou significativamente a sua mão de obra para recuperação do seu prazo inicial.

A Tabela 5.3 apresenta os valores de geração parcial das obras em andamento, além dos valores estimados considerando tanto o PGRCC, quanto o avanço físico das obras.

Tabela 5.3: Banco de dados das gerações parciais e estimadas dos RCC

Obras	Fase Atual	Geração parcial		Estimativa PGRCC		Geração estimada (AF%)	
		(t)	(t/dia)	(t)	(t/dia)	(t)	(t/dia)
26	Acabamento	182,47	0,24	246,11	0,23	331,77	0,31
27	Acabamento	143,42	0,16	248,90	0,17	247,28	0,17
28	Estrutura	86,93	0,14	308,81	0,21	217,32	0,15
29	Acabamento	144,46	0,16	384,36	0,36	222,25	0,21
30	Acabamento	180,8	0,18	406,65	0,38	306,44	0,28
31	Estrutura	142,64	0,2	408,78	0,38	356,60	0,33
32	Fundação	10	0,1	459,73	0,32	333,33	0,23
33	Fundação	60	0,18	490,10	0,34	857,14	0,60
34	Acabamento	501,75	0,35	508,56	0,47	627,19	0,58
35	Acabamento	449,25	0,35	582,58	0,40	561,56	0,39
36	Acabamento	254,22	0,24	584,38	0,41	391,11	0,27
37	Acabamento	238,08	0,24	584,58	0,54	396,80	0,37
38	Acabamento	373,1	0,51	614,17	0,57	746,20	0,69
39	Fundação	30	0,12	666,57	0,46	750,00	0,52
40	Estrutura	72,54	0,16	672,88	0,47	362,70	0,25
41	Acabamento	1.544,67	1,85	747,40	0,69	1.980,35	1,83
42	Acabamento	707,95	0,56	756,09	0,53	786,61	0,55
43	Estrutura	211,93	0,27	879,24	0,81	529,83	0,49
44	Acabamento	423,56	0,33	937,50	0,65	529,45	0,37
45	Acabamento	813,94	0,94	1.093,47	1,01	1.017,43	0,94
Média		328,59	0,36	579,04	0,47	577,57	0,48

Verificou-se que a geração parcial dos resíduos, encontra-se entre 10t e 1544,67t, com média de geração de 328,59t, para um avanço físico realizado médio de 53%. A quantidade de resíduos em média estimada nos planos aprovados na prefeitura do Recife representou valores entre 246,11t e 1093,47t, e média de 579,04t. A geração estimada com base no avanço físico ao final das obras corresponde a valores entre 217,32t e 1980,35t, com média de 577,57t.

A obra de nº41 indica que os valores parciais de geração de RCC (1.544,67t) já ultrapassaram os valores previstos no PGRCC (747,40t), estando a mesma passível de ser penalizada. Das três obras em estágio fundação, duas delas (nº33 e nº 39), indicam tendência de ultrapassar os valores previstos no PGRCC e mesmo sendo uma avaliação preliminar, estas obras precisam criar mecanismos para reaproveitamento dos materiais desperdiçados e diminuir a geração dos RCC.

A Figura 5.16 e a Tabela 5.4 apresentam três séries de dados estimativos de geração relacionados à área de construção dos empreendimentos, tempo de conclusão das obras e nº de pavimentos tipo.

Figura 5.16: Índices de geração estimados relacionados à área construída, tempo de conclusão das obras e número de pavimentos

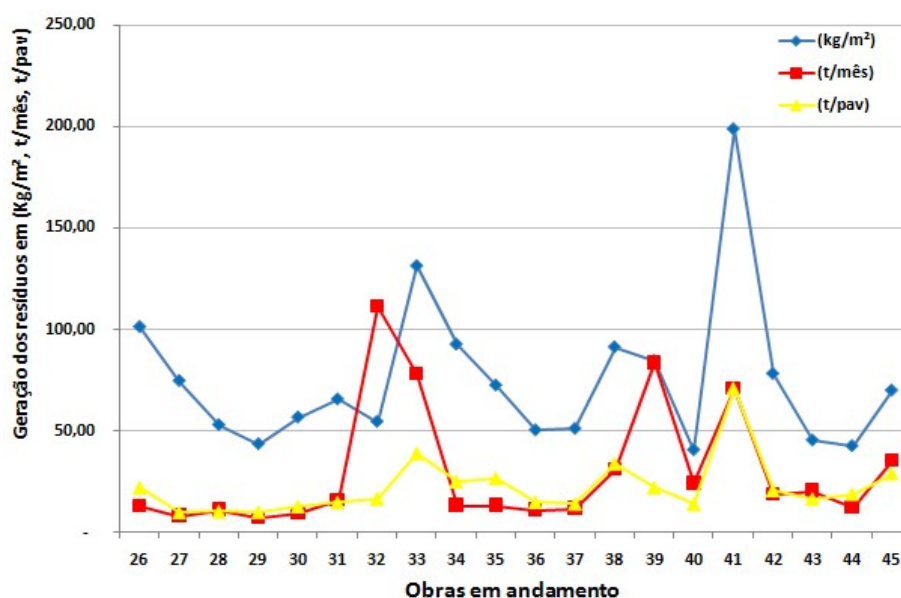


Tabela 5.4: Banco de dados dos índices de geração dos RCC estimados por área construída, tempo de obra e nº de pavimentos

Obras	Fase Atual	Índice de geração de RCC – estimados		
		(kg/m²)	(t/mês)	(t/pav)
26	Acabamento	101,10	12,76	22,12
27	Acabamento	74,51	8,24	9,89
28	Estrutura	52,78	10,87	10,35
29	Acabamento	43,37	7,17	10,10
30	Acabamento	56,52	9,29	12,77
31	Estrutura	65,43	15,50	14,86
32	Fundação	54,38	111,11	16,67
33	Fundação	139,83	77,92	38,96
34	Acabamento	92,50	13,07	25,09
35	Acabamento	72,29	13,06	26,74
36	Acabamento	50,20	10,86	15,04
37	Acabamento	50,91	11,67	14,17
38	Acabamento	91,12	31,09	33,92
39	Fundação	84,39	83,33	22,06
40	Estrutura	40,43	24,18	13,95
41	Acabamento	198,72	70,73	70,73
42	Acabamento	78,03	18,73	20,70
43	Estrutura	45,19	20,38	16,56
44	Acabamento	42,36	12,03	18,91
45	Acabamento	69,78	35,08	29,07
Média		74,76	29,85	22,13

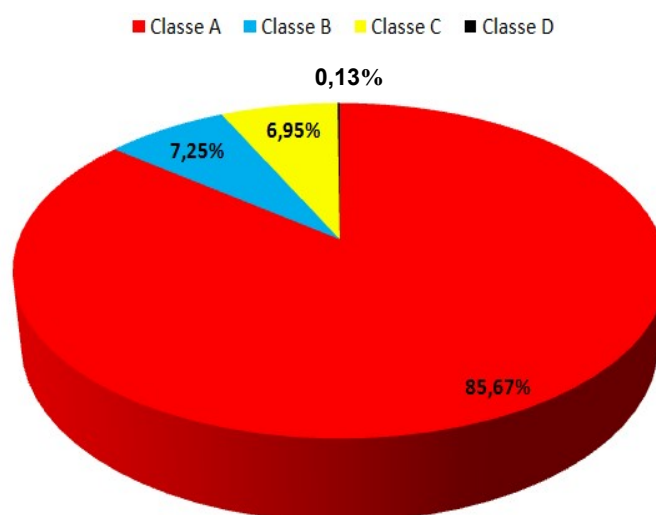
É possível observar que o índice médio estimado para geração por área construída foi de 74,76 kg/m², valor este muito próximo ao parâmetro adotado pela EMLURB de 75,00kg/m² para elaboração do PGRCC e por PAZ (2014), cujo valor foi de: 66kg/m². O índice de geração por prazo de construção apresentou um valor médio de 29,85 t/ mês, para uma duração média de 42 meses previstos. Além do índice de geração por pavimento com valor médio de 22,13 toneladas por pavimento.

5.3.2 Geração dos resíduos por classes segundo o CONAMA nº307/02

Na Figura 5.17 pode-se observar uma predominância na geração de resíduos classe A com 85,67%, sobre as demais classes. Cabe ressaltar que estes resíduos têm elevado potencial de reaproveitamento, contudo, nas obras pesquisadas eles não são reutilizados devido principalmente a seu baixo custo de coleta e destino. Os resíduos

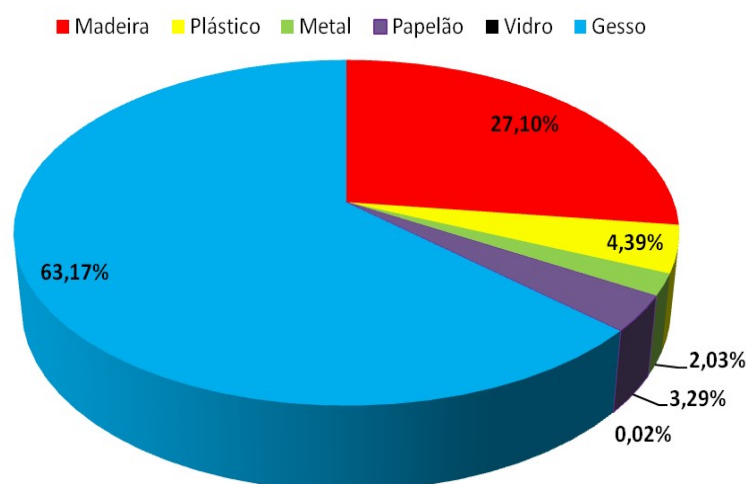
das classes B e C somaram respectivamente 7,25% e 6,95%, e os resíduos classe D com apenas 0,13% do total, valores estes próximos aos encontrados por (PAZ, 2014).

Figura 5.17: Porcentagem de geração de RCC por classe, segundo a Resolução CONAMA nº 307/2002.



A composição gravimétrica dos resíduos classe B pode ser observada na Figura 5.18 com destaque para o gesso com 63,17% dos resíduos gerados, seguido da madeira com 27,10%, plástico com 4,39%, papelão com 3,29%, metal com 2,03% e vidro com apenas 0,01%.

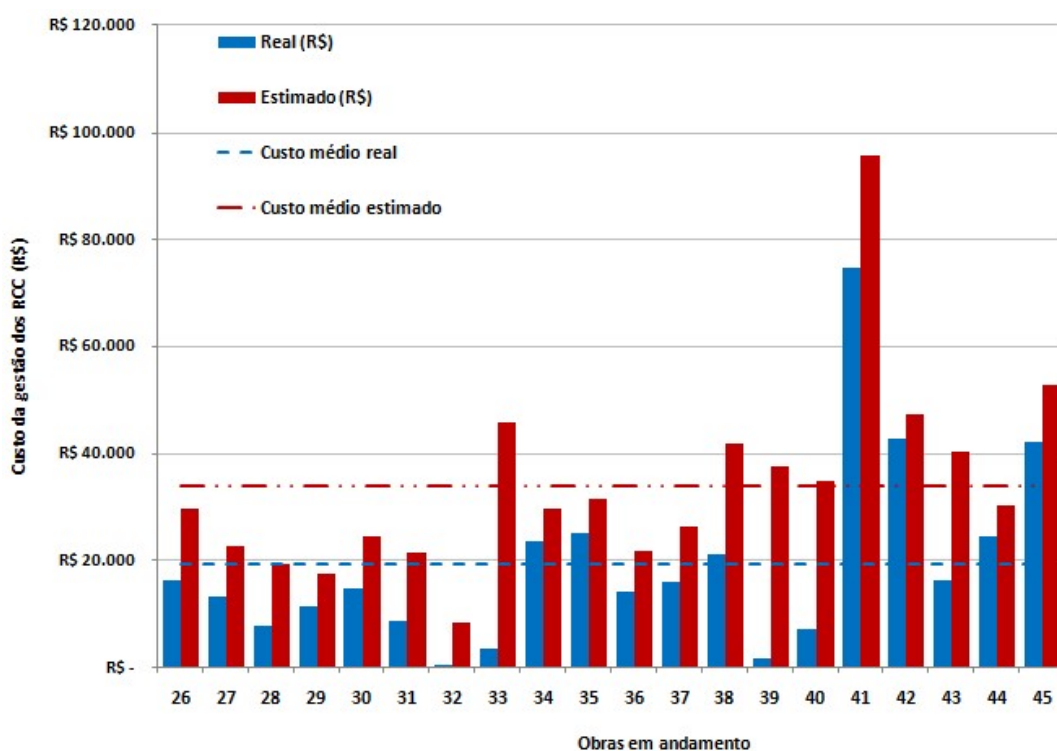
Figura 5.18: Composição gravimétrica dos resíduos Classe B



5.3.3 Custos parciais e estimados com a gestão dos RCC

A Figura 5.19 apresenta os custos parciais e estimados com base no avanço físico das obras. Para este cálculo foram consideradas apenas as etapas de transporte externo e destinação final, não sendo considerados, portanto, equipes indiretas envolvidas no gerenciamento, transporte interno, dispositivos de acondicionamento e triagem, materiais de reposição decorrentes de perdas, cabendo para estes um estudo mais aprofundado.

Figura 5.19: Custo da gestão dos RCC nas obras em andamento



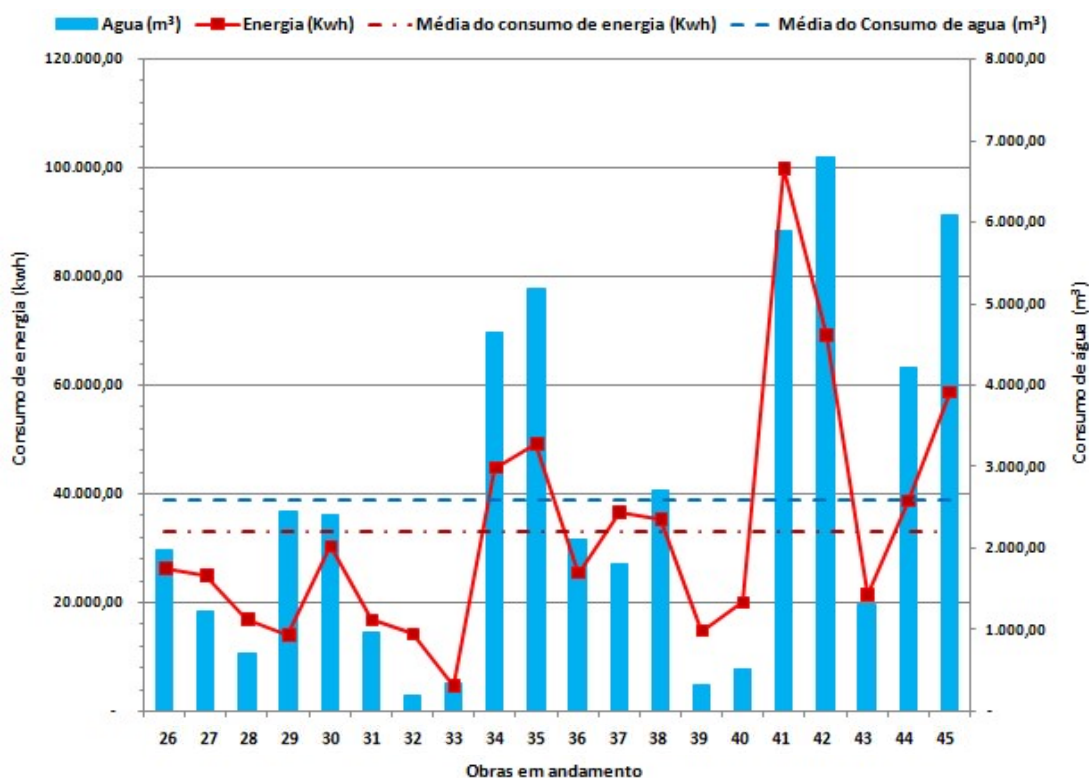
Verificou-se que a média do custo real foi de R\$ 19.133,32, e para o custo estimado de R\$ 33.904,80, representando desse modo um acréscimo superior a 77%. O menor custo realizado até o momento foi de R\$ 250,00 na obra de nº 32, que se encontra na fase de fundação, e o maior custo identificado foi na obra de nº 41, de R\$ 74.750,00, na fase de acabamento. O valor estimado de R\$ 33.904,80, encontra-se dentro da faixa obtida por Bezerra (2015), em sua pesquisa realizada na RMR do Recife e outras cidades da região do nordeste brasileiro que encontrou valores entre R\$ 20.000,00 e R\$ 40.000,00.

5.3.4 Consumos de água e energia e Indicadores de sustentabilidade

Na construção civil é muito comum o uso de indicadores para aferir o seu desempenho, seja produtividade ou medição dos desperdícios. As obras de uma maneira geral precisam consumir enormes quantidades de água e energia para realização dos seus processos construtivos. E neste sentido a pesquisa buscou medir o consumo de água e energia das obras em andamento, a fim de verificar se esses valores são compatíveis com as metas de consumo das próprias construtoras.

A Figura 5.20 apresenta os valores globais dos consumos de água e energia elétrica acumulada nas 20 obras em andamento. O Apêndice D mostra os valores de consumo de água, energia e geração de resíduo de cada obra, registrados até agosto de 2017, além dos indicadores de sustentabilidade obtido através das relações entre: (consumo x mão de obra; área de construção), sejam eles consumos mensais ou acumulados.

Figura 5.20: Consumos acumulados parciais de água e energia



Verifica-se que os canteiros que obtiveram os maiores consumos de água e energia, são as obras: nº34, nº35, nº 41, nº42, nº44, nº45. Cabe salientar que todas as obras citadas anteriormente estavam na fase de acabamento, demonstrando dessa forma altos valores globais de consumo. As obras de nº32, nº33, nº39 e nº40 apresentaram consumos menores por estarem ainda no início.

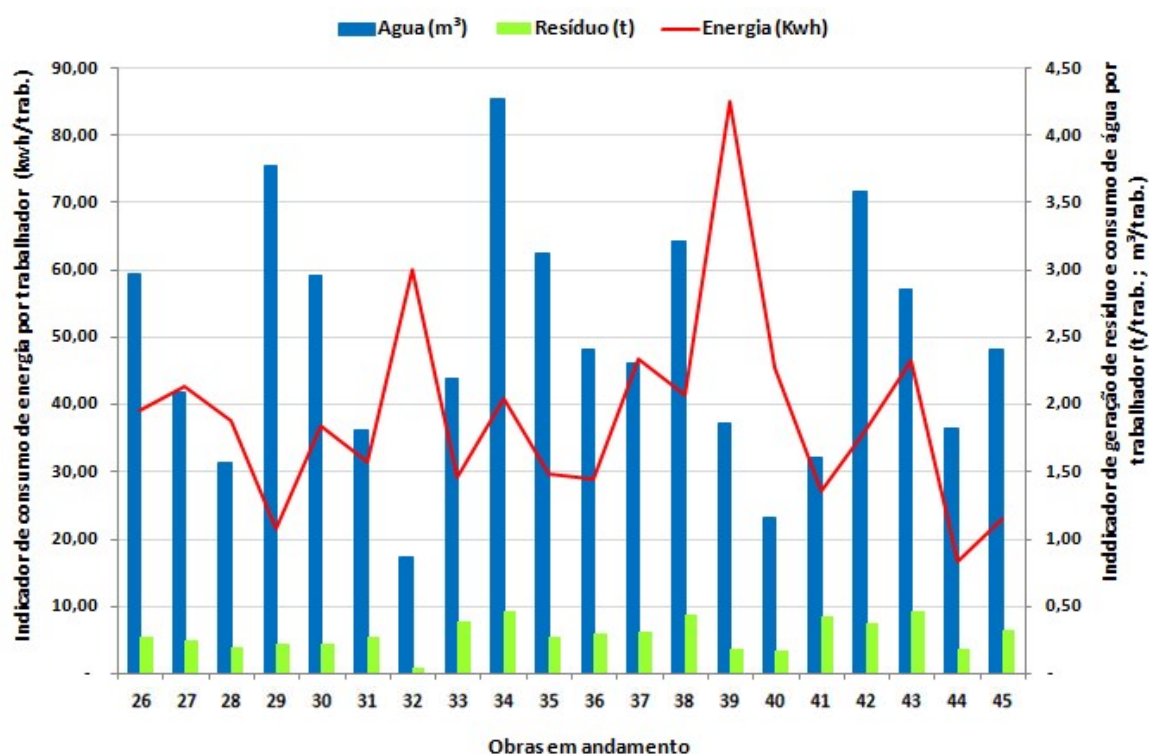
A Tabela 5.5 apresenta o banco de dados obtido nas obras em andamento com os consumos parciais acumulados de água, energia e Nº de trabalhadores. É possível observar que os menores consumos foram registrados nas obras de fundação. As obras de estrutura apresentaram consumos tanto de água e energia abaixo da média, e as obras em fase de acabamento obtiveram consumos superiores à média na maioria dos casos.

Tabela 5.5: Consumos parciais das obras em andamento de água, energia e Nº de trabalhadores acumulado

Obras	Fase Atual	Consumos parciais de água e energia		
		Água (m³)	Energia (Kwh)	Nº de Trabalhadores
26	Acabamento	1.975,00	26.114,16	665
27	Acabamento	1.216,00	24.911,04	583
28	Estrutura	699,00	16.783,49	445
29	Acabamento	2.444,00	13.925,00	648
30	Acabamento	2.419,00	30.201,43	818
31	Estrutura	957,00	16.694,20	528
32	Fundação	204,00	14.095,00	234
33	Fundação	338,00	4.478,70	154
34	Acabamento	4.649,21	44.664,88	1.089
35	Acabamento	5.183,22	49.108,00	1.658
36	Acabamento	2.115,00	25.293,57	876
37	Acabamento	1.802,00	36.492,51	780
38	Acabamento	2.715,00	35.172,69	846
39	Fundação	321,00	14.651,28	172
40	Estrutura	506,00	19.851,74	435
41	Acabamento	5.893,00	99.776,76	3.661
42	Acabamento	6.787,00	69.004,76	1.892
43	Estrutura	1.311,60	21.406,66	459
44	Acabamento	4.217,00	38.650,22	2.318
45	Acabamento	6.091,00	58.577,00	2.533
Média		2592,15	32992,65	1039

A Figura 5.21 apresenta os indicadores de sustentabilidade de acordo com o item 5.4.1.1 do PBQP-H, que trata dos objetivos da qualidade voltados à sustentabilidade nos canteiros de obras, onde considera os indicadores de consumo de água e energia, além da geração de resíduos ao longo da obra, ou seja, indicador este medido mensalmente e obtido através da média entre o consumo acumulado e o número de trabalhadores acumulado.

Figura 5.21: Indicadores de sustentabilidade para os consumos de água, energia e geração de resíduos ao longo da obra por trabalhador



Observou-se que o indicador de geração de resíduos por trabalhador variou entre 40kg/trab à 460kg/trab, com média de 290kg/trab de RCC ao longo da obra. O indicador de consumo de água ficou entre 0,87m³/trab à 4,27m³/trab, com média de 2,44m³/trab. Valor próximo ao encontrado por Santos (2014), ao pesquisar sobre o consumo de água em 2 canteiros de obras da cidade do Recife, cujo valor obtido foi de 1,91m³/trab. ao longo da obra. Por fim o indicador de consumo energético foi de 16,67kwh/trab à 85,18kwh/trab com média registrada de 38,40 kwh/trab.

A Tabela 5.6 indica o banco de dados dos indicadores de sustentabilidade medidos ao longo da obra para os consumos acumulados de água, energia elétrica, e geração de resíduos por trabalhador acumulado. Vale destacar que o indicador medido, refere-se ao final do período em análise das obras, pois as 20 obras se encontram em fase de construção com um avanço físico médio realizado de 53%.

Tabela 5.6: Indicadores de sustentabilidade de água, energia e geração de resíduos por trabalhador

Obras	Fase Atual	Indicadores de sustentabilidade		
		Água (m³)	Energia (Kwh)	Resíduo (t)
26	Acabamento	2,97	39,27	0,27
27	Acabamento	2,09	42,73	0,25
28	Estrutura	1,57	37,72	0,20
29	Acabamento	3,77	21,49	0,22
30	Acabamento	2,96	36,92	0,22
31	Estrutura	1,81	31,62	0,27
32	Fundação	0,87	60,24	0,04
33	Fundação	2,19	29,08	0,39
34	Acabamento	4,27	41,01	0,46
35	Acabamento	3,13	29,62	0,27
36	Acabamento	2,41	28,87	0,29
37	Acabamento	2,31	46,79	0,31
38	Acabamento	3,21	41,58	0,44
39	Fundação	1,87	85,18	0,17
40	Estrutura	1,16	45,64	0,17
41	Acabamento	1,61	27,25	0,42
42	Acabamento	3,59	36,47	0,37
43	Estrutura	2,86	46,64	0,46
44	Acabamento	1,82	16,67	0,18
45	Acabamento	2,40	23,13	0,32
Média		2,44	38,40	0,29

A Figura 5.22 apresenta os indicadores de sustentabilidade de água, energia e geração de resíduos ao final da obra relacionados à área de construção. A Tabela 5.7 indica o banco de dados dos indicadores de sustentabilidade medidos ao final da obra (Período analisado) para os consumos acumulados de água, energia elétrica, e geração de resíduos por metro quadrado de área construída.

Figura 5.22: Indicadores de sustentabilidade para os consumos de água, energia e geração de resíduos ao final da obra por área de construção

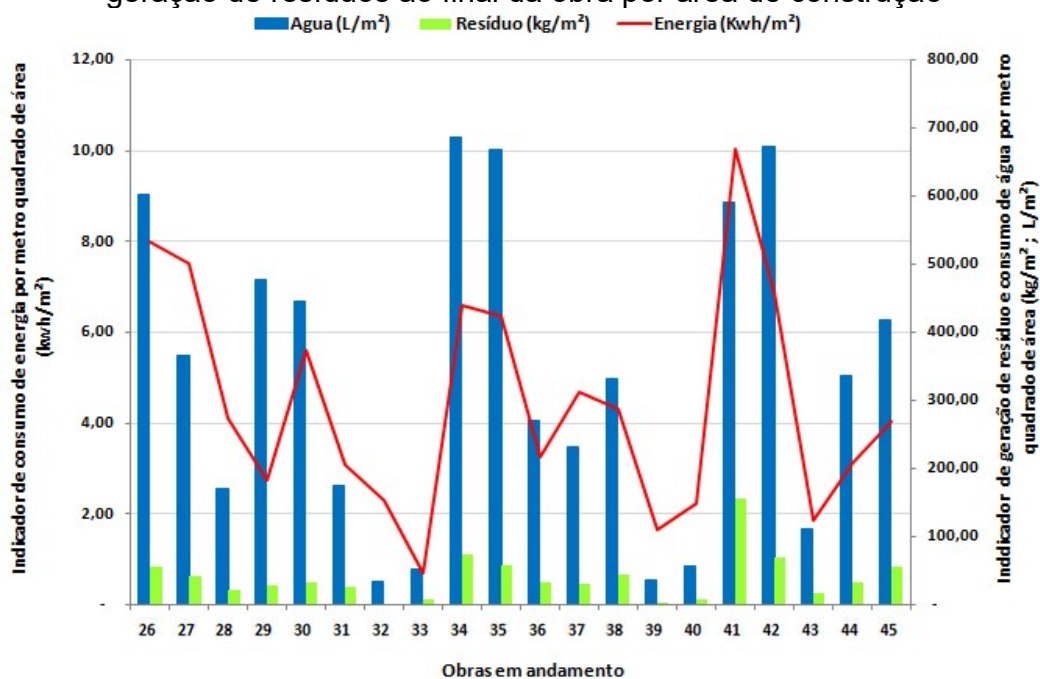


Tabela 5.7: Indicadores de sustentabilidade de água, energia e geração de resíduos por metro quadrado de área construída

Obras	Fase Atual	Indicadores de sustentabilidade		
		Água (L/m²)	Energia (Kwh/m²)	Resíduo (kg/m²)
26	Acabamento	601,86	7,96	55,61
27	Acabamento	366,41	7,51	43,22
28	Estrutura	169,76	4,08	21,11
29	Acabamento	476,89	2,72	28,19
30	Acabamento	446,15	5,57	33,35
31	Estrutura	175,59	3,06	26,17
32	Fundação	33,28	2,30	1,63
33	Fundação	51,72	0,69	9,18
34	Acabamento	685,65	6,59	74,00
35	Acabamento	667,28	6,32	57,84
36	Acabamento	271,44	3,25	32,63
37	Acabamento	231,19	4,68	30,54
38	Acabamento	331,55	4,30	45,56
39	Fundação	36,12	1,65	3,38
40	Estrutura	56,40	2,21	8,09
41	Acabamento	591,35	10,01	155,00
42	Acabamento	673,23	6,84	70,22
43	Estrutura	111,88	1,83	18,08
44	Acabamento	337,36	3,09	33,88
45	Acabamento	417,77	4,02	55,83
Média		336,64	4,43	40,17

Observou-se que o indicador de geração de resíduos por área de construção variou entre 1,63kg/m² à 155kg/m², com média de 40,17kg/m² de RCC ao final da obra. O indicador de consumo de água ficou entre 33,28L/m² à 685,65L/m², com média de 336,64L/m², resultados estes um pouco distante das obras pesquisadas por Silva e Violin (2013), no Paraná, onde encontrou valores de consumo entre 200L/m² à 250L/m². Por fim o indicador de consumo energético foi de 0,69kwh/m² à 10,01kwh/m² com média registrada de 4,43 kwh/m² para as 20 obras em andamento.

A fim de se comparar os indicadores obtidos nas 20 obras em andamento, o Quadro 5.1 apresenta a média das metas adotada pelas 7 construtoras analisadas. É possível destacar que a meta da geração de resíduos ao longo da obra esta sendo atendida, ou seja, todos os valores encontram-se abaixo dos 600 kg/trab. A meta estabelecida a geração de resíduos ao final da obra de 30kg/m² encontra-se atendida parcialmente em 8 das 20 obras, embora a geração de RCC projetada pelo avanço físico aponte para 74,76kg/m², fora da faixa interna estabelecida.

Quadro 5.1: Indicadores de sustentabilidade de referência adotados pelas construtoras

ITEM	INDICADORES	UND	META
1.0	Geração de resíduos ao longo da obra	kg/trab	600
2.0	Geração de resíduos ao final obra	kg/m ²	30
3.0	Consumo de água ao longo da obra	m ³ /trab	3
4.0	Consumo de água ao final obra	m ³ /m ²	0,8
5.0	Consumo de energia ao longo da obra	Kwh/trab	25
6.0	Consumo de energia ao final da obra	Kwh/m ²	0,5

Os indicadores médios obtidos para consumo de água corroboram para o atendimento da meta geral de 3m³/trab e 0,8m³/m², contudo, analisando cada obra de modo isolado, percebe-se que as obras de nº34, nº35, nº38 e nº42 apresentam valores superiores a referência adotada de 3m³/trab. Com relação ao consumo energético, observa-se que a média geral esta muito acima das referências utilizadas e que apenas as obras nº29, nº44 e nº45 tem consumos por trabalhador ao longo da obra dentro da expectativa.

5.4 GESTÃO DOS RESÍDUOS NOS CANTEIROS DE OBRA DO RECIFE – PE

A Tabela 5.8 apresenta o resumo de 15 obras onde não foi possível obter dados completos de geração de RCC. Foi realizado um diagnóstico da geração dos RCC, com o resumo de suas principais informações (Área construída, duração, nº de pavimentos, geração de resíduos, fase de construção e se possui alguma certificação).

Tabela 5.8: Caracterização dos canteiros com diagnóstico da gestão dos RCC

Obra	Área construída (m²)	Duração (meses)	Nº de pavimentos	Peso do resíduo (kg)	Fase atual da obra	Possui certificação?
46	6031,02	31	14	434932	Acabamento	Sim
47	6127,20	25	22	492780	Acabamento	Não
48	6861,11	28	18	3114542	Acabamento	Sim
49	7059,72	22	20	21915	Acabamento	Sim
50	7733,85	30	25	1091360	Acabamento	Sim
51	8140,57	27	23	-	Estrutura	Não
52	8318,42	25	14	597655	Acabamento	Sim
53	9460,83	27	23	442266	Acabamento	Não
54	10728,00	31	28	16439	Estrutura	Não
55	11667,16	52	33	525566	Acabamento	Não
56	12554,54	50	30	615708	Acabamento	Não
57	15206,91	28	44	642720	Acabamento	Sim
58	16098,68	38	15	316297	Acabamento	Sim
59	17614,10	34	33	645853	Acabamento	Sim
60	17645,67	33	20	22251	Estrutura	Não

a) Estrutura – 20% das obras

- Montagem de armação dos pilares, vigas e lajes;
- Fabricação e montagem das formas com instalação de escoramento metálico;
- Concretagem de estruturas convencionais com concreto usinado bombeado;
- Alvenaria interna e externa em tijolos de bloco cerâmico e concreto.

b) Acabamento – 80% das obras

- Revestimento interno e externo em argamassa industrializada;
- Forro de gesso acartonado fixado a estrutura por arame de aço galvanizado;
- Assentamento de porta pronta em madeira, com fixação do batente no vão com espuma expansiva de poliuretano;
- Instalações elétricas e hidráulicas, (Infra-estrutura e acabamentos);
- Assentamento de cerâmica e porcelanato em ambientes internos ou externos;
- Massa corrida e pintura PVA em paredes internas.

Das 15 obras pesquisadas, 8 obras possuem certificação ISO 14001, e 7 obras são de construtoras não certificadas. Identificou-se que a diferença no volume de geração entre as construtoras certificadas e as que não possuem certificação é pequena. Contudo, a forma de controle e caracterização dos resíduos nas obras certificadas é mais eficaz do que nas outras. A preocupação com a gestão dos resíduos vai desde a sua geração até o seu destino final.

5.4.1 Triagem ou segregação na fonte

Conforme a resolução 307/2002 – CONAMA no art. 3º, a triagem ou segregação deverá ser realizada de preferência na origem pelo gerador do resíduo, ou ser realizada em áreas apropriadas de destinação autorizadas com esta finalidade. Para tal, devem ser formadas pilhas próximas aos locais que serão transportados os materiais que serão segregados, e em seguida realiza-se o seu acondicionamento.

Ao fim de um dia de atividade ou ao término de um determinado serviço, pôde ser observado que 6 das 15 obras realizavam a segregação dos resíduos. Esta prática evitou que os resíduos se acumulassem e se misturassem a outros de diversas classes. É importante assegurar que o RCC esteja isento de materiais contaminantes, potencializando desse modo a sua reutilização ou reciclagem.

Esta conduta contribuiu ainda para a segurança e limpeza da obra, evitando que os materiais e as ferramentas ficassem espalhados pelo canteiro de obra, gerando

contaminação entre os resíduos e desorganização, aumentando desse modo a possibilidade da ocorrência de acidentes, além de acréscimo na geração dos resíduos nas obras, Figura 5.23 e 5.24.

Figura 5.23: Embalagens de argamassa para acondicionamento – obra 46



Figura 5.24: Dispositivos para guarda de EPI e lâmpadas usadas – obra 49



Apesar do empenho em segregar os materiais, foi possível observar muito resíduo misturado em caçambas coletoras e baias de segregação, Figura 5.25 e 5.26. As caçambas localizadas fora do canteiro possibilitaram que qualquer gerador depositasse o seu resíduo, ocasionando um percentual elevado de mistura, impossibilitando o seu reaproveitamento. Os equipamentos de proteção individual (EPI), em algumas empresas foram classificados como resíduos perigosos e seguiram para incineração.

Figura 5.25: Baias para segregação dos resíduos – obra 49

Figura 5.26: Caçamba coletora com resíduo misturado – obra 59



5.4.2 Acondicionamento

Após a segregação na fonte, os RCC foram armazenados em recipientes posicionados e distribuídos ao longo da obra: bombonas, caixas de coleta, bags ou caçambas, até atingirem volumes suficientes que justificassem o seu transporte interno para o depósito, de onde saíram para serem reutilizados, reciclados ou destinados de modo adequado. Os resíduos foram acondicionados em dispositivos instalados com sinalização de acordo com a classe do RCC, (Figuras 5.27 e 5.28).

Figura 5.27: Bombonas plásticas para acondicionamento por classe de RCC



Figura 5.28: Caçamba coletora acessível com escada em madeira



Todas as obras pesquisadas realizam o acondicionamento dos RCC, esta prática facilita a retirada dos resíduos das obras. Essa forma de armazenamento possibilitou

que os resíduos de construção continuassem segregados. Os materiais mais leves como os plásticos, embalagens de papel de cimento e argamassas, foram colocados em bags; materiais classe A ou B, tais como: areias, argamassa e gesso, foram acondicionados em caçambas metálicas.

5.4.3 Transporte interno e externo

O transporte interno dos RCC em todas as obras é realizado por carrinhos de mão, elevadores de carga, guinchos, gruas ou manipuladores telescópicos. O operador do guincho aproveita as descidas vazias do equipamento para transportar os recipientes dos RCC até o local do depósito final, conforme sua classificação. Algumas obras pesquisadas preferem transportar os resíduos misturados (sem segregação na fonte), e realizar a sua separação em um local específico.

O transporte externo, ou seja, aquele que ocorre entre o canteiro de obras e a central de destinação, seja ela usina de reciclagem ou aterro sanitário, é feito por empresa especializada, devidamente credenciada na EMLURB. O uso de GPS nas unidades transportadoras é de uso obrigatório, pois evita o despejo irregular dos RCC em logradouros públicos. Nas Figuras 5.29 e 5.30 são apresentadas algumas unidades de transporte mais utilizadas nos canteiros de obras.

Figura 5.29: Manipulador telescópico utilizado para transporte interno



Figura 5.30: Guinchos cremalheiras utilizados para transporte vertical



5.4.4 Disposição final dos RCC

A destinação final dos RCC é feita de acordo com o tipo de resíduo. Os RCC classe A são encaminhados para centrais de reciclagem de agregados em 5 das 15 obras (Figura 5.31). Os resíduos classe B são enviados para cooperativas e associações de catadores em 2 das 15 obras (Figura 5.32). Os resíduos classe C, em todas as obras seguem para os aterros sanitários mais próximos, dentre eles, o CTR Candeias, CTR Igarassu e CTR Pernambuco. Os resíduos classe D que vão para incineração.

Figura 5.31: Planta para britagem de agregados para construção civil



Figura 5.32: Cooperativa de catadores palha de arroz - Triagem de resíduos



5.5 PERFIL DA ADMINISTRAÇÃO DAS OBRAS

Foram aplicados questionários e realizadas entrevistas aos administradores das obras em andamento. Em 20 obras obteve-se dados parciais de geração de RCC, consumo de água e energia, e nas outras 15 obras, realizou-se um diagnóstico da gestão dos resíduos. A Tabela 5.9 indica o perfil dos funcionários dessas obras, a proporção de administrador por obra, rotatividade, tempo de experiência e o padrão construtivo dessas obras.

Tabela 5.9: Perfil dos funcionários que compõem a administração das obras

Perfil dos funcionários	Frequência	Porcentagem (%)
Descrição das funções		
Engenheiro Civil	15	71,43
Arquiteto	3	14,29
Técnico em Edificações	2	9,52
Auxiliar de Engenharia	1	4,76
Total	21	100,00
Proporção de administrador por obra		
1/1	12	57,14
1/2	5	23,81
1/3	3	14,29
1/4	1	4,76
Total	21	100,00
Rotatividade da administração		
0	10	47,62
1	3	14,29
2	2	9,52
3	6	28,57
Total	21	100,00
Tempo de experiência		
0-5	9	42,86
6-10	8	38,10
11 a 15	3	14,29
16 a 20	1	4,76
Total	21	100,00
Padrão das obras		
Alto	25	71,43
Médio	10	28,57
Baixo	0	0,00
Total	35	100,00

O perfil dos entrevistados constatou que 71,43% eram engenheiros civis, 14,29% eram arquitetos, 9,52% de técnicos em edificações e 4,76% de auxiliar de engenharia. A proporção de engenheiros por obra identificou 57,14% responsáveis apenas por uma obra, 23,81% por duas obras, 14,29% por três obras e 4,76% por 4 obras. As obras que possuíam alto padrão (71,43%), médio padrão (28,57%), sendo inexistente obra de baixo padrão.

A rotatividade evidenciou que 47,62% estão desde o início dos serviços, 14,29% da administração já foi substituída ao menos uma vez; 9,52% mudaram duas vezes e 28,57% com três mudanças no controle das obras. O tempo de experiência mostrou

que 42,86% tem até 5 anos de formação; 38,10% entre 6 e 10 anos; 14,29% entre 11 e 15 anos e 4,76% entre 16 e 20 anos de experiência.

5.5.1 Fontes de desperdício na construção civil

A Tabela 5.10 demonstra as 10 principais fontes causadoras do desperdício de materiais nas obras.

Tabela 5.10: Fontes causadoras do desperdício de materiais nas obras

Principais causas dos desperdícios de materiais	0 a 25%		26 a 50%		51 a 75%		76-100%	
	FreQ (%)		FreQ (%)		FreQ (%)		FreQ (%)	
1. Sobreconsumo de materiais	12	57,14	9	42,86	-	-	-	-
2. Complexidade e alteração de projetos	6	28,57	7	33,33	8	38,10	-	-
3. Processo construtivo envolvido	5	23,81	5	23,81	5	23,81	6	28,57
4. Recebimento e guarda dos materiais	8	38,10	13	61,90	-	-	-	-
5. Retrabalho	4	19,05	7	33,33	10	47,62	-	-
6. Falha nas requisições dos materiais	7	33,33	7	33,33	6	28,57	1	4,76
7. Vandalismo e furto	14	66,67	7	33,33	-	-	-	-
8. Condições do canteiro onde a obra é executada	11	52,38	10	47,62	-	-	-	-
9. Movimentação dos materiais no canteiro	12	57,14	8	38,10	1	4,76	-	-
10. Falta de reaproveitamento	3	14,29	6	28,57	7	33,33	5	23,81

O sobreconsumo de materiais foi identificado por 12 participantes, representando entre 0 à 25% das causas dos resíduos, enquanto que 9 deles indicaram uma relevância entre 26% e 50%. A complexidade e alteração de projetos foi observada por 6 com relevância entre 0 à 25%, por 7 com 26% à 50% e 8 com representatividade entre 51% e 75%. Os processos construtivos envolvidos foram mencionados como causas para os desperdícios em todas as faixas, sendo que 6 acreditam que a relevância seja entre 76% à 100%.

O recebimento e guarda dos materiais foi apontado por 8 dos entrevistados com relevância de 0 à 25% e por 13 entre 26 e 50%. O retrabalho foi destacado por 4 respondentes, com grau de importância entre 0 à 25%, por 7 entre 26% e 50%, e por 10 entre 51% à 75%. As falhas nos pedidos dos materiais foram apontadas em todos os

intervalos, muito embora apenas 1 dos participantes tenha considerado muito relevante esta causa.

O vandalismo e o furto foram destacados por 14 respondentes que atribuíram peso entre 0 e 25%, enquanto os 7 demais o destacaram com percentuais entre 26% à 50%. As condições do canteiro foram mencionadas por 11 participantes como relevante entre 0 à 25% e os demais atribuíram percentuais entre 26% e 50%. O transporte de materiais obteve 12 escolhas entre 0 e 25%, 8 entre 26% e 50% e 1 escolha entre 51% e 75%. A falta de reaproveitamento mencionadas por todos os entrevistados, tendo como destaque 7 deles que atribuíram percentual entre 50% e 75%.

5.5.2 Fatores influenciadores dos desperdícios nas obras

A Tabela 5.11 mostra os fatores que afetam o desperdício de materiais nos canteiros de obra, tendo como causas a variação dos projetos. Dentre esses fatores, a exigência do cliente na última hora, alcançou um Índice de Importância Relativa (IIR) de 4,05, sendo este considerado muito relevante a muitíssimo relevante para a geração dos resíduos. A complexidade dos projetos recebeu um índice de 3,95, seguida da modificação dos apartamentos com 3,86 e finalmente a falta de informações nos projetos com 3,52, ficando estes com pontuações de relevante a muito relevante.

Tabela 5.11: Índice de Importância Relativa das causas da variação dos projetos

Fatores	MIR (5)	MR (4)	R (3)	PR (2)	NR (1)	SVP = $\sum x_i y_i$	IIR	Posição
Exigência do cliente de última hora	11	4	3	2	1	85	4,05	1
Projeto complexo	9	6	3	2	1	83	3,95	2
Apartamento modificado	7	7	5	1	1	81	3,86	3
Falta de informações nos projetos	6	6	4	3	2	74	3,52	4
Falta de detalhamento construtivo	5	3	4	3	6	61	2,90	5
Condições de solo imprevistas	3	3	5	4	6	56	2,67	6
Longa duração do projeto	1	3	3	6	8	46	2,19	7

Quanto ao critério de seleção dos materiais a Tabela 5.12, mostra que o custo da aquisição dos materiais recebeu um elevado valor do índice de 4,24, ficando entre

muitíssimo relevante a muito relevante. Disponibilidade do material no mercado recebeu pontuação igual a 4,00, sendo um item considerado muito relevante para a produção dos RCC. A exigência de projetistas e clientes, além dos locais aptos para recebimento e estocagem dos materiais, obtiveram respectivamente 3,95 e 3,62 pontos.

Tabela 5.12: Índice de Importância Relativa das causas para seleção dos materiais

Fatores	MIR(5)	MR(4)	R(3)	PR(2)	NR (1)	SVP = $\sum x_i y_i$	IIR	Posição
Custo de aquisição	12	5	2	1	1	89	4,24	1
Disponibilidade no mercado	10	5	3	2	1	84	4,00	2
Exigência de projetistas e clientes	8	7	4	1	1	83	3,95	3
Locais de recebimento e estocagem	7	6	3	3	2	76	3,62	4
Forma do pedido	5	3	4	3	6	61	2,90	5
Dimensões ou embalagens	3	3	6	4	5	58	2,76	6
Pré-disponibilidade para produção de resíduos	1	2	4	7	7	46	2,19	7

A Tabela 5.13 demonstra o IIR das causas do desperdício dos materiais a partir da escolha de determinados métodos construtivos, e neste sentido o custo da construção recebeu 4,14 pontos, superando alguns fatores intrínsecos da própria construção. Acredita-se que quanto menor o custo para a realização de uma obra existe menos ferramentas de controle da gestão dos resíduos, sobretudo devido à falta de profissionais ligados a área de meio ambiente e uma menor cultura voltada para a reutilização dos materiais.

Tabela 5.13: Índice de Importância Relativa das causas para seleção métodos construtivos

Fatores	MIR (5)	MR (4)	R (3)	PR (2)	NR (1)	SVP = $\sum x_i y_i$	IIR	Posição
Custo da construção	10	7	2	1	1	87	4,14	1
Tipo da fundação	9	5	3	3	1	81	3,86	2
Tipo do elemento de vedação	8	7	2	2	2	80	3,81	3
Tipo do revestimento interno e externo	7	7	2	3	2	77	3,67	4
Tipo da estrutura	5	3	4	3	6	61	2,90	5
Escavação de subsolo	3	3	5	4	6	56	2,67	6
Familiaridade com a tecnologia adotada	2	2	3	6	8	47	2,24	7

O tipo de fundação foi enumerado na 2ª posição e recebeu 3,86 pontos, seguidos da escolha do elemento de vedação com 3,81 de IIR, e do tipo de revestimento externo e

interno com 3,67 pontos, todos dentro do critério de classificação entre relevante e muito relevante. Os demais receberam pontuação inferior a 3 pontos, sendo considerados pouco relevante a relevante, com destaque para a familiaridade do método construtivo que recebeu 8 votos como “não relevante” para a geração dos RCC.

Diante do exposto, segue abaixo algumas recomendações para que as empresas possam diminuir os consumos de água, energia e reduzir a geração dos RCC nos canteiros de obras.

- Reaproveitamento da água da chuva para lavagem de pisos, equipamentos, descarga de vasos sanitários, mictórios e irrigação de plantas;
- Uso de equipamentos eficientes tanto para economicidade de água e energia elétrica;
- Aproveitamento das condições do local para reduzir o consumo energético nos canteiros de obra, iluminação natural e ventilação natural;
- Aproveitamento da radiação solar por meio do uso de coletores térmicos e painéis solares;
- Reutilização do gesso reidratado em percentuais adequados à aplicação tendo em vista seu menor tempo de pega;
- Busca de materiais alternativos tanto para uso em obras permanentes quanto para as instalações provisórias;
- Segregação na fonte para impedir que os materiais desçam misturados e dificultem ainda mais a sua separação;
- Investimento em tecnologias que demandem uma menor quantidade de mão-de-obra;
- Treinamento e capacitação de funcionários para uma melhor técnica de construtiva;
- Menor rotatividade da administração da obra e adoção de um responsável técnico por obra;
- Escolha de processo construtivo e materiais tendo em vista o custo e o seu potencial de desperdício;

- Elaboração de projetos específicos para alguns sistemas construtivos, tais como de: forma, alvenaria, impermeabilização e fachada;
- Criar projetos personalizados para que o cliente possa escolher dentre algumas opções para reduzir a modificação de apartamentos ao longo da obra.

CAPÍTULO 6

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo apresenta as principais conclusões dos resultados obtidos através da análise das obras. Em seguida são indicadas algumas sugestões para trabalhos futuros considerando as limitações encontradas para o desenvolvimento desta pesquisa.

6.1 CONCLUSÕES

Mesmo com toda dificuldade para obtenção de valores correspondentes a geração de RCC, foi possível criar um banco de dados com informações precisas para compreender melhor a dinâmica da geração dos resíduos nas obras. A subdivisão da geração por fase de obra, área de construção, tempo de conclusão das obras e número de pavimentos rendeu índices precisos que podem ser utilizados como referência tanto por construtoras, quanto pelos órgãos de fiscalização e controle.

A caracterização das obras possibilitou identificar que as obras construídas na cidade do Recife, praticamente não realizam mais pavimentos de sub-solo, que é comum a modificação dos apartamentos padrões no decorrer da construção do edifício, que o método construtivo influencia diretamente nos custos, prazos e geração dos RCC. Quanto ao sistema de vedação adotado foi observado que em 80% dos casos eram de blocos cerâmicos de 8 furos e nos demais casos blocos de concreto.

A análise das obras com dados completos permitiu alcançar um índice de geração por área construída de $93,49\text{kg/m}^2$, para uma área média de $14805,57\text{m}^2$. Comparando esse dado com o índice de desconstrução da EMLURB de 800kg/m^2 , observa-se que a cada 9 prédios construídos 1 vira entulho de construção. O indicador por tempo de conclusão de obra foi de $31,57\text{t/mês}$, cuja duração média foi de 40 meses. Obteve-se ainda um índice de $45,93\text{t/pav}$ para uma média de 29 pavimentos construídos.

A geração por fase de construção possibilitou identificar a etapa de acabamento como a fase crítica da obra em relação às perdas de materiais. Tanto em valores absolutos quanto em valores relativos. Esta fase demonstrou ser onde mais se gera resíduo com 46,34t/mês, seguida pela fase de estrutura com 20,94t/mês e fundação com 12,21t/mês. Esses indicadores evidenciam que a geração no decorrer da construção de um edifício não ocorre de forma linear.

Apesar do índice de geração por área de construção para as 20 obras em andamento ter sido de 74,76kg/m², próximo ao valor de referência adotado pela EMLURB de 75,00kg/m², a estimativa da geração baseada no avanço físico das obras deve ser utilizada com cautela, pois como evidenciado nas 25 obras concluídas, a geração varia de acordo com a fase de construção, cabendo neste caso, uma ponderação. Mesmo assim, o indicador pode ser utilizado como referência para estimar as perdas de materiais no decorrer da construção.

A análise das classes dos RCC de acordo com Resolução nº 307/2002 do CONAMA não apresentou significativa variação, tanto para as obras concluídas quanto para as obras em andamento. Os resíduos classe A foram evidenciados em 85,67% dos casos, seguidos da classe B, 7,25%, classe C com 6,95% e classe D com 0,13%. Dos resíduos classe B o gesso foi encontrado em 63,17% dos casos, muito por conta do seu peso e baixo custo em relação aos materiais a base de cimento.

Os custos médios estimados nas obras de R\$ 33904,80 são próximos aos valores encontrados na literatura para transporte e destino final dos resíduos. É importante destacar, que existem outros custos decorrentes da gestão dos RCC nos canteiros de obras, desde o transporte interno, dispositivos provisórios de acondicionamento, mão-de-obra específica da gestão dentre outros, embora as empresas pesquisadas não demonstrem interesse de aprofundar esta análise e conhecer o custo real do gerenciamento dos resíduos.

Os consumos mensais e acumulados de água e energia das 20 obras em andamento (Apêndice D) auxiliam na gestão das despesas e permitiram identificar as obras com maiores consumos. Os indicadores de sustentabilidade obtidos através da relação entre o consumo de água, energia ou geração de resíduos e o número de trabalhadores ou área de construção, são importantes para a tomada de decisão dos gestores das obras, pois vão poder comparar com seus indicadores padrões e identificar as obras com os consumos acima do previsto.

O diagnóstico da gestão dos RCC revelou que as empresas certificadas com a ISO 14001 têm mais eficácia nos métodos de controle dos resíduos do que as construtoras não certificadas. Algumas empresas dispõem de um gestor ambiental que fica responsável por esse gerenciamento, orientando os funcionários quanto à melhor forma de segregação, acondicionamento e transporte dos resíduos nos canteiros. Cabe ainda a ele monitorar as retiradas dos resíduos das obras, para que seja realizado por empresas cadastradas na EMLURB e destinados de forma correta.

A análise do perfil da administração de 35 obras possibilitou identificar que a maioria dos responsáveis eram engenheiros civis, seguido por arquitetos, técnicos de edificações e auxiliares de engenharia. A proporção de administrador por obra revelou que mais de 40% desses funcionários ficam responsáveis por mais de uma obra e que em mais de 50% das obras analisadas teve substituição da sua administração, sendo esses dois pontos tema de preocupação.

As fontes causadoras dos desperdícios foram principalmente o consumo além do previsto de materiais, a excessiva alteração dos projetos no decorrer das obras e o processo construtivo envolvido. Em uma dessas obras, um pavimento de revestimento de gesso teve de ser demolido por não ter passado no ensaio de arrancamento, em outra delas um piso cimentado foi todo arrancado por não ter aderido ao substrato, demonstrando o descuido ao cumprimento das técnicas construtivas e a falta de qualidade de alguns materiais empregados.

Os fatores que mais influenciaram essa perda de materiais foram a exigência do cliente de última hora quando há alguma mudança, a complexidade dos projetos e a constante modificação de apartamentos. O baixo custo dos materiais como critério de escolha foram apontados por alguns administradores das obras, junto com a disponibilidade de alguns materiais no mercado, e até mesmo a exigência de projetistas ou clientes. Quanto ao método de construção, o custo foi destacado como o primeiro fator, seguido pela tipologia construtiva da fundação e dos elementos de vedação dos ambientes.

Espera-se que os resultados apresentados neste trabalho contribuam para um melhor gerenciamento dos RCC nos canteiros de obras, ao fornecer elementos aos gestores na tomada de decisão sobre como reduzir as elevadas perdas de materiais identificadas nas obras. É preciso que as construtoras utilizem selos certificadores, implantem programas de educação ambiental dos seus colaboradores e utilizem tecnologias construtivas mais sustentáveis.

6.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Segue abaixo algumas sugestões para elaboração de trabalhos futuros considerando as limitações encontradas para o desenvolvimento deste trabalho.

- Ampliação da pesquisa para obras de até quatro pavimentos de baixo a médio padrão construtivo;
- Conhecer os índices de consumo de água, energia e geração de resíduos em obras do programa minha casa minha vida;
- Estender a pesquisa para obras de infra-estrutura e conhecer as principais fontes causadoras de resíduos naquelas obras;
- Avaliar a geração de RCC e consumo de água e energia pós-ocupação, nos primeiros anos de entrega, durante o prazo de garantia legal da construtora;
- Atribuir indicadores de geração de resíduos para todos os processos construtivos, desde a etapa de fundações até a fase de acabamento;

- Criar índices de desconstrução de imóveis de acordo com o número de pavimentos e tecnologia construtiva empregada;
- Aprofundar os estudos quanto às perdas de materiais incorporados na edificação devido a uma quantidade aplicada superior a quantidade prevista inicialmente;
- Aferição das emissões dos Gases de efeito estufa (GEE), a partir dos fatores de emissão dos consumos de água e energia e geração de resíduos nos canteiros de obras.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004**: Resíduos Sólidos - Classificação. Rio de Janeiro, 2004a.

ABRAMAT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO. Disponível em: < <http://www.abramat.org.br/datafiles/publicacoes/perfil-2016.pdf>> Acesso em: 10 jun. 2017.

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2014. 120 p. 2014. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2014.pdf>>. Acesso em: 07 jan. 2016.

ADEMI – PE – ASSOCIAÇÃO DAS EMPRESAS DO MERCADO IMOBILIÁRIO DE PERNAMBUCO. Disponível em: < http://www.ademi-pe.com.br/wp-content/uploads/2016/12/DATASTORE-Ebook_Imob_MercadoPE_DTS_v2.pdf>. Acesso em: 13 de dez. 2017.

ALBUQUERQUE, D. M. S. **Impacto socioambiental da deposição irregular dos Resíduos da Construção e Demolição na cidade do Recife-PE. 2015.** 180 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade de Pernambuco, Recife, 2015.

AL-MAGHONY, S. S. **Managing and Minimizing Construction Waste in Gaza Strip.** Palestina, 2006. 224p. A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Construction Management, The Islamic University of Gaza – Palestine.

ANDRADE, F.E.S.; MILEO, S.G. **Planejamento para Redução de Perdas na Construção Civil.** Centro Universitário de Itajúba, Minas Gerais. 2011.

AMADEI, D. I. B. *et al.* **A questão dos resíduos de construção civil: um breve estado da arte.** Revista Nupem, Campo Mourão, v. 3, n. 5, p. 185-199, ago./dez. 2011.

ARROTEIA, A. V.; AMARAL, T.G.; MELHADO, S. B. **Gestão de projetos e sua interface com o canteiro de obras sob a ótica da Preparação da execução de Obras (PEO)**. Ambiente construído, Porto Alegre, V. 14, n.4, p. 183-200, out./dez. 2014.

BAPTISTA Jr, J. V.; ROMANEL, C. **Sustentabilidade na indústria da construção: uma logística para reciclagem dos resíduos de pequenas obras**. Rio de Janeiro. Revista Brasileira de Gestão Urbana (Brazilian Journal of Urban Management), v. 5, n. 2, p. 27-37, jul./dez. 2013.

BARBOSA, G *et al.* Implementing Lean Construction Effectively in a year in a construction Project. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTIO, 21, Fortaleza, 2013. **Proceedings...** Fortaleza, 2013.

BERNHOEFT, Luiz Fernando; GUSMAO, Alexandre Duarte and TAVARES, Yêda Vieira Póvoas. **Influência da adição de resíduo de gesso no calor de hidratação da argamassa de revestimento interno**. *Ambient. constr. (Online)* [online]. 2011, vol.11, n.2, pp.189-199. ISSN 1678-8621. <http://dx.doi.org/10.1590/S1678-86212011000200013>.

BEZERRA, J. S. **Análise dos custos de resíduos da construção civil em canteiros de obras em cidades do nordeste do Brasil**. 2015. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco. Recife, 2015.

BITTENCOURT, M. **Avaliação de aspectos ambientais em canteiro de obras**. 2012. **Dissertação (Mestrado)** - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

BRANDSTETTER, M. C. G. de O.; Santos, F. C. dos; Carasek, H. **Avaliação das melhorias obtidas por meio da implantação do projeto de alvenaria de vedação**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 79-98, jul./set. 2013.

BRASIL. Política Nacional de Educação Ambiental. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9795.htm> Acesso em 10 Jun. 2015.

BRASIL. LEI Nº 12.305, 2 de Agosto de 2010. <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20072010/2010/lei/l12305.htm> Acesso em: 02 de Jan. de 2016

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/pol%C3%ADtica-de-res%C3%ADduos-s%C3%B3lidos>> Acesso em 29 de Jun. 2015.

BRASILEIRO, L.L.; MATOS, J.M.E. **Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil**. Centro de Tecnologia - CT, Centro de Ciências da Natureza - CCN, Departamento de Química, LIMAv, Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI, 2015.

CABRAL, A.E.B.; MOREIRA, K.M.V. **Manual sobre os Resíduos Sólidos da Construção Civil**. Sindicato da Indústria da Construção Civil do Ceará. Programa Qualidade de Vida na Construção. Fortaleza, 2011.

CAGED – Cadastro Geral de Empregados e Desempregados. Variação Relativa do Emprego Formal. 2016. Disponível em: < <http://ces.ibge.gov.br/base-de-dados/metadados/mte/cadastro-geral-de-empregados-e-desempregados-caged.html>>. Acesso em: 10 nov. 2016.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Manual Minha Casa Minha Vida**. Jun. 2013. Disponível em: <http://www.adh.pi.gov.br/minha_casa_minha_vida.pdf>. Acesso em: 07 jan. 2016.

CARDOSO, A. da C. F. **Estimativa de geração de resíduos da construção civil nos municípios de Criciúma e Içara e estudo de viabilidade de usinas de triagem e reciclagem**. Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Ambiental (Pós - Graduação). Universidade do Extremo Sul Catarinense. Criciúma, 2011. 107f.

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção. Indicadores Imobiliários Nacionais. 2016. Disponível em: < http://www.cbicdados.com.br/media/anexos/pesquisa_nacional_2016.pdf>. Acesso em: 22 jul. 2017.

CNI – Confederação Nacional da indústria. Índice de confiança do empresário industrial - (ICEI). 2017. Disponível em: < https://static-cms.s3.amazonaws.com/media/filer_public/28/a0/28a0070f-0cad-4a85-86035d1f0a8e6970/indiceconfiancadoempresarioindustrial_outubro2017.pdf>. Acesso em: 03 nov. 2017.

COSTA, R.V.G. **Taxa de geração de resíduos da construção civil em edificações na cidade de João Pessoa**. 2012. 67 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana

e Ambiental) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal de João Pessoa, João Pessoa, 2012.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº 307, de 5 de Julho de 2002. Brasília, 2002.

_____. Resolução nº 348, de 16 de agosto de 2004. Brasília, 2004.

_____. Resolução nº 431, de 24 de maio de 2011. Brasília, 2011.

CONDEPE/FIDEM . **Estudos econômicos – PIB**. 2016. Disponível em: http://www2.condepefidem.pe.gov.br/web/condepe/fidem/resultados?p_p_id=110_INSTANCE_4TYm&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&_110_INSTANCE_4TYm_struts_action=%2Fdocument_library_display%2Fview&_110_INSTANCE_4TYm_folderId=143166>. Acesso em: 12 jan. 2017.

CUSTO UNITÁRIO BÁSICO – CUB / PE. **Indicador dos custos do setor da construção civil – Jun/17**. Disponível em: <<http://www.cub.org.br/cub-m2-estadual/PE/>>. Acesso em: 10 jun. 2017.

DIÁRIO DE PERNAMBUCO. Boa Viagem: **PE: O que mais se demitiu**. 2017. Disponível em: <http://www.impresso.diariodepernambuco.com.br/app/noticia/cadernos/economia/2017/05/17/interna_economia,168534/diario-economico.shtml>. Acesso em: 02 set. 2017.

DING, T.; XIAO, J. Estimation of building-related construction and demolition waste in Shanghai. **Waste Management**, v. 34, p. 2327-2334, 2014.

DMI – Dados do Mercado imobiliário. **DMI Recife – Mensal_Fevereiro2017**. Disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/0B-oGOWH5eGgHZ0RWT09fNIJ1U2s/view>>. Acesso em: 02 set. 2017.

EVANGELISTA, P. P. A.; COSTA, D. B.; ZANTA, V. M. **Alternativa sustentável para destinação de resíduos de construção classe A: sistemática para reciclagem em canteiros de obras**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 10, n. 3, p. 23-40, jul./set. 2010.

EXAME. **Construção civil vive crise sem precedentes no Brasil**. 2015. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/revista-exame/a-crise-e-a-crise-da-construcao/>>. Acesso em: 16 jul. 2016.

FGV. **Perfil da Indústria de Materiais de Construção**. 2016. Disponível em: <<http://www.abramat.org.br/datafiles/publicacoes/perfil-2016.pdf>>. Acesso em: 08 de ago. 2017.

FIESP. **Cadeia produtiva da construção civil**. 2017. Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/infografico-cadeia-da-construcao/#setor--40>>. Acesso em: 10 jun. 2017.

GIL, A. C. **Como elaborar projeto de pesquisa**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GUSMÃO, A.D. **Manual de Gestão de Resíduos Sólidos da Construção Civil**. Camaragibe: CCS Gráfica Editora, 2008. 140 p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa anual da indústria da construção**. Rio de Janeiro, vol.25, pag 1-52, 2015.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produto interno Bruto. 2015. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 18 nov. 2016.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. População estimada. 2017. Disponível em: < <http://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/16131-ibge-divulga-as-estimativas-populacionais-dos-municipios-para-2017.html>>. Acesso em: 02 set. 2017.

JANG, H. *et al.* Labour productivity model for reinforced concrete construction projects. **Construction Innovation**, v. 11, n. 1, p. 92-113, 2011. ISSN 1471-4175

JC – Jornal do comércio. **Documento Suape 2015**. Disponível em: <<http://especiais.jconline.ne10.uol.com.br/documento-suape-2015/>>. Acesso em: 20 ago. 2016.

KIM, T. W. *et al.* Productivity Management Methodology Using Productivity Achievement Ratio. **KSCE Journal of Civil Engineering**, v. 15, n. 1, p. 23-31, 2011. ISSN 1976-3808

KERN, A. P. et al. Waste generated in high-rise buildings construction: a quantification model based on statistical multiple regression. **Waste Management**, v. 39, p. 35-44, 2015.

LIMA, C.S.T. **caracterização tecnológica de resíduos de escavação de estaca tipo hélice contínua para uso em pavimentação**. 2016. Dissertação de Mestrado – Universidade de Pernambuco. Recife, 2016.

LI-YASHUAL. **Developing a Sustainable Construction Waste Estimation and Management System**. Dissertation Abstracts International. Vol. 75, no. 06, suppl. B, 221 p. 2013, 221. 0, 2013.

LLATAS, C. A Model for quantifying construction waste in projects according to the European waste list. **Waste Management**, v. 31, n. 6, p. 1261–1276, 2011.

LOPES, J.; OLIVEIRA, R.; ABREU, M. I. The Sustainability of the Construction Industry in SubSaharan Africa: some new evidence from recent data. **Procedia Engineering**, v. 172, p. 657-664, 2017.

LORDSLEEM JR., A. C.; PINHO, S. A. C. **Medição de desperdícios na construção de edifícios**. 1. ed. Recife: Universidade de Pernambuco, 2015. Vol 1, p.13-67.

MACEDO, T.F.; LAFAYETTE, K.P.V. Physical and grain sized characterization of the wastes generated in the civil construction in the city of Recife. In: Geo-frontiers, 2011, Dallas, México. Anais... Dallas: ASCE, 2011. P. 2928-2937.

MÁLIA, M.A.B; BRITO, J.; PINHEIRO, M.D.; BRAVO, M. Construction and demolition waste indicators. *Waste management & Research*, v.31, n.3, p.241-255, 2013.

MARQUES, C. T; GOMES, B. M. F; BRANDLI, L.L. **Consumo de água e energia em canteiros de obra: um estudo de caso do diagnóstico a ações visando à sustentabilidade**. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 17, n. 4, p. 79-90, out.dez. 2017.

MARQUES, O.B; OLIVEIRA, R.M.S; PICANÇO, A.P. **resíduos de construção civil: geração e alternativas para reciclagem em um canteiro de obras de pequeno porte**. *Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal*, v. 10, n. 2, p. 143-156, mar./abr. 2013.

MARTINS, F.G. **Gestão e gerenciamento de resíduos da construção civil em obras de grande porte – Estudo de caso.** 2012. 186 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2012.

MAWDESLEY, M. J.; AL-JIBOURI, S. **Modelling construction project productivity using systems dynamics approach.** International Journal of Productivity and Performance Management, v. 59, n.1, p. 18-36, 2010. ISSN 1741-0401.

MENDOZA, F.J.C.; ALTABELLA, J.E.; IZQUIERDO, A.G. **Application of inert wastes in the construction, operation and closure of landfills: Calculation tool.** Waste Management, Mechanical Engineering and Construction, Universidad Jaume I, Avda Vicent Sos Baynat, s/n, 12071 Castellón, Spain, 2016.

MERCÊS, M. **Geração de emprego e renda – A porta da saída para a crise.** Revista ConstruirNE, Pernambuco, Editora ConstruirNE, p. 52-53, 2016.

MESQUITA, A.S.G. **Análise da geração de resíduos sólidos da construção civil em Teresina,** Piauí. Revista Holos, v.2, p.58-65, 2012.

MONTEIRO, H. F. M. S. **Resíduos de construção e Demolição (Estado da Arte).** 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências e tecnologia do ambiente) – Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. Portugal, 2012.

Nazirah Zainul Abidin, Christine L. Pasquire, (2005) **"Delivering sustainability through value management: Concept and performance overview"**, Engineering, Construction and Architectural Management, Vol. 12 Issue: 2, pp.168-180, 2006.

NOVAES, M.V.; MOURÃO, C.A.M.A. **Manual de gestão ambiental de resíduos da construção civil.** 1ª ed. Fortaleza: COOPERCON, 2008. 100 p.

OGLIARI, E. M. **Avaliação de duas cooperativas de catadores de resíduos sólidos urbanos para identificação de parâmetros operacionais e de gerenciamento que influenciam na quantidade de rejeitos gerados no processo de coleta e triagem.** 2015. Dissertação de mestrado. Universidade do Vale do Rio Sinos. São Leopoldo, 2015.

PACHECO, T.C. **Diagnóstico da gestão de resíduos na construção civil:** comparação de obras no Rio de Janeiro visando a certificação LEED e obras sem

certificação. 2011. 109 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2011.

PASCHOALIN FILHO, J. A.; GRAUDENZ, G. S. **Destinação irregular de resíduos de construção e demolição (RCC) e seus impactos na saúde coletiva.** Revista de Gestão Social e Ambiental, v. 6, n. 1, p. 127-142, 2012.

PASCHOALIN FILHO, J. A. *et al.* Manejo de resíduos de demolição gerados durante as obras da arena de futebol Palestra Itália (Allianz Parque) localizada na cidade de São Paulo/Brasil. Revista Holos, v. 6, n. 3, p. 73-91, 2013.

PAZ, D.H.F. **Desenvolvimento de um sistema de apoio ao gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil em canteiros de obras de edificações urbanas.** 2014. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco. Recife, 2014.

PAZ, D.H.F.; LAFAYETTE, K.P.V. Forecasting of construction and demolition waste in Brazil. **Waste Management & Research**, 2016.

PINHO, S. A. C. **Desenvolvimento de programa de indicadores de desempenho para tecnologias construtivas à base de cimento: perdas, consumo e produtividade.** 2013. Dissertação de mestrado – Universidade de Pernambuco. Recife, 2013.

PRIORI, J. L. **Estudo exploratório sobre gestão mais sustentável em canteiros de obras na Região Metropolitana do Recife.** 2011. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2011.

RODRIGUES, C. B. **Blocos de concreto produzidos com agregados reciclados mistos: avaliação das propriedades físicas, mecânicas e térmicas.** 2015. 141p. Dissertação (Mestrado). Universidade de Pernambuco. 2015.

SÁEZ, P. V. *et al.* Assessing the accumulation of construction waste generation during residential building construction works. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 93, p. 67-74, 2014.

SALGADO, M. S.; CHATELET, A.; FERNANDEZ, P. Produção de Edificações Sustentáveis: desafios e alternativas. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 12, n. 4, p. 81-99, out./dez. 2012.

SANTOS, C. P. **Consumo de água em canteiros de obras no município de Recife/PE**. 2014. Dissertação de mestrado – Universidade de Pernambuco. Recife, 2014.

SANTOS, C. P.; SILVA, S. R.; CERQUEIRA, C. A. Water Consumption in Construction Sites in the City of Recife/PE. **Electronic Journal of Geotechnical Engineering**, v. 20, n. 7, p. 17111726, 2015.

SANTOS, D. R. **Indicadores de desperdício e produtividade da tecnologia construtiva de revestimento com projeção mecânica de argamassa**. 2016. Dissertação de mestrado – Universidade de Pernambuco. Recife, 2016.

SANTOS, D. S. **Diagnóstico da gestão dos resíduos de construção e demolição e seus impactos ambientais no município de Jaboatão dos Guararapes/PE**. 2015. Dissertação de mestrado – Universidade de Pernambuco. Recife, 2015.

SANTOS, P.R.; SANTOS, D. de G. Investigação de perdas devido ao trabalho inacabado e o seu impacto no tempo de ciclo dos processos construtivos. **Ambiente construído**, Porto Alegre, V. 17, n. 2, p. 39-52, abr. / jun. 2017.

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. 2013. Disponível em: <https://m.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/SP/Pesquisas/MPE_conceito_e_mpregados.pdf>. Acesso em: 28 dez. 2017.

SILVA, R.R.; VIOLIN, R.Y.T. **Gestão da água em canteiros de obras de construção civil**. 2013. VIII Encontro Internacional de Produção Científica Cesumar – UNICESUMAR, Editora CESUMAR, Paraná, 2013.

SILVA, A. G. **Dicas para o orçamentista**: Estimativa de consumo de água. Disponível em <http://www.engwhere.com.br/engenharia/dicas_orcamentista.htm>. Acesso em 07 mar. 2018.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO E MOBILIÁRIO DO RIO GRANDE DO SUL. **Guia de Sustentabilidade na Construção Civil no Rio Grande do Sul.**

Disponível em:

<http://www.sindusconrs.com.br/wpcontent/uploads/2013/06/Cartilha_Sustentabilidade_WEB.pdf>. Acesso em: 2 ab. 2018.

VIANA, D. D.; FORMOSO, C. F.; KALSAAS, B. T. Waste in construction: a systematic literature review on empirical studies. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNACIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 20, San Diego, 2012. **Proceedings...** San Diego: State University of San Diego, 2012.

WAHAB, A. B.; LAWAL, A. F. An evaluation of waste control measures in construction industry in Nigeria. **African Journal of Environmental Science and Technology**. v. 5, n. 3, p. 246-254, mar. 2011. ISSN 1996-0786

WRAP – Waste & Resources Action Programme. **Auditing of water use on construction sites – phase I & phase II.** United Kingdom. 2012. 140 p.

YAZIGI, W. **A técnica de edificar**. 11a ed. São Paulo: Pini: Sinduscon. 2011.

APÊNDICE A

Ofício enviado para as construtoras

Recife, 01 de Setembro de 2016

Ofício nº 01/2016

Att: Construtora 01

Ilmo. Sr. Funalo de tal – Diretor de construção



Assunto: Apoio Técnico de Gerenciamento de Resíduos da Construção e Demolição

Prezado Senhor,

O estudante de **mestrado Sidney Ribeiro Vieira**, da **Universidade de Pernambuco (UPE)**, vem realizando uma pesquisa com o propósito de analisar os elevados índices de geração de resíduos da construção civil, a fim de obter índices de geração calibrados e atualizados, identificando inclusive os fatores que mais contribuem para a geração dos RCC nas obras, sob orientação **da Profa. Dra. Kalinny Patrícia Vaz Lafayette (POLI/UPE)**.

Esses indicadores de perdas contribuirão para a redução dos impactos ambientais causados pelos resíduos da construção e demolição (RCC), depositados de maneira inadequada pelos geradores / transportadores em Recife e, dessa forma, irão colaborar para agregar conhecimentos às atividades que são desempenhadas pelo presente órgão municipal.

Após diálogo com profissionais da **Construtora 01**, verificou-se a necessidade de realização de uma parceria com esta empresa, para que os pesquisadores possam dar um apoio técnico no desenvolvimento da gestão de resíduos da empresa, e obter dados para pesquisa do mestrado, lembrando que tais informações, serão utilizadas somente para fins acadêmicos, e que em nenhum momento as construtoras e obras serão identificadas.

Neste contexto, solicitamos ainda, que os pesquisadores se dediquem no mínimo em dois turnos nas obras por semana, para auxiliar na coleta de dados de geração de RCC e elaborar um diagnóstico, propondo ações de melhoria, com o objetivo de reduzir as perdas de materiais nas construções. Lembramos ainda que este apoio, em nenhum momento se configura como vínculo empregatício. Estamos à disposição para maiores esclarecimentos.

Atenciosamente,

Profa. Dra. Kalinny Patrícia Vaz Lafayette

Coordenadora do Mestrado em Engenharia Civil – POLI/UPE

Docente Permanente do Mestrado em Engenharia Civil – POLI/UPE

APÊNDICE B

Perfil das obras analisadas e respectivos enquadramentos

PERFIL DAS OBRAS ANALISADAS 						
Código	Construtora	Bairros	Porte	Padrão	Status	Fase
1	Constr 06	Boa Viagem	Grande porte	Médio	Concluída	Concluída
2	Constr 05	Boa Viagem	Grande porte	Médio	Concluída	Concluída
3	Constr 05	Boa Viagem	Grande porte	Médio	Concluída	Concluída
4	Constr 05	Boa Viagem	Grande porte	Médio	Concluída	Concluída
5	Constr 04	Boa Viagem	Grande porte	Médio	Concluída	Concluída
6	Constr 04	Boa Viagem	Grande porte	Médio	Concluída	Concluída
7	Constr 04	Boa Viagem	Grande porte	Médio	Concluída	Concluída
8	Constr 06	Boa Viagem	Grande porte	Médio	Concluída	Concluída
9	Constr 04	Santo Amaro	Grande porte	Alto	Concluída	Concluída
10	Constr 07	Boa Viagem	Grande porte	Alto	Concluída	Concluída
11	Constr 07	Boa Viagem	Grande porte	Alto	Concluída	Concluída
12	Constr 07	Boa Viagem	Grande porte	Alto	Concluída	Concluída
13	Constr 07	Boa Viagem	Grande porte	Alto	Concluída	Concluída
14	Constr 06	Boa Viagem	Grande porte	Alto	Concluída	Concluída
15	Constr 05	Boa Viagem	Grande porte	Alto	Concluída	Concluída
16	Constr 05	Boa Viagem	Grande porte	Alto	Concluída	Concluída
17	Constr 05	Boa Viagem	Grande porte	Alto	Concluída	Concluída
18	Constr 04	Boa Viagem	Grande porte	Alto	Concluída	Concluída
19	Constr 06	Torre	Grande porte	Alto	Concluída	Concluída
20	Constr 05	Santo Amaro	Grande porte	Alto	Concluída	Concluída
21	Constr 05	Rosarinho	Grande porte	Alto	Concluída	Concluída
22	Constr 05	Boa Viagem	Grande porte	Alto	Concluída	Concluída
23	Constr 05	Boa Viagem	Grande porte	Alto	Concluída	Concluída
24	Constr 05	Boa Viagem	Grande porte	Alto	Concluída	Concluída
25	Constr 05	Ilha do Retiro	Grande porte	Alto	Concluída	Concluída
26	Constr 01	Torre	Médio porte	Médio	Em Andamento	Acabamento
27	Constr 01	Boa Viagem	Médio porte	Médio	Em Andamento	Acabamento
28	Constr 01	Boa Viagem	Médio porte	Médio	Em Andamento	Estrutura
29	Constr 01	Boa Viagem	Médio porte	Médio	Em Andamento	Acabamento
30	Constr 01	Santo Amaro	Médio porte	Médio	Em Andamento	Acabamento
31	Constr 01	Graças	Médio porte	Alto	Em Andamento	Estrutura
32	Constr 06	Caxangá	Grande porte	Alto	Em Andamento	Fundação
33	Constr 05	Madalena	Grande porte	Alto	Em Andamento	Fundação
34	Constr 05	Boa Viagem	Grande porte	Alto	Em Andamento	Acabamento
35	Constr 04	Boa Viagem	Grande porte	Alto	Em Andamento	Acabamento
36	Constr 05	Torreão	Grande porte	Alto	Em Andamento	Acabamento
37	Constr 05	Rosarinho	Grande porte	Alto	Em Andamento	Acabamento
38	Constr 05	Boa Viagem	Grande porte	Alto	Em Andamento	Acabamento

PERFIL DAS OBRAS ANALISADAS  GRUPO DE PESQUISA DE ENGENHARIA APLICADA AO MEIO AMBIENTE						
39	Constr 05	Encruzilhada	Grande porte	Alto	Em Andamento	Fundação
40	Constr 05	Graças	Grande porte	Alto	Em Andamento	Estrutura
41	Constr 02	Boa Viagem	Pequeno porte	Alto	Em Andamento	Acabamento
42	Constr 05	Tamarineira	Grande porte	Alto	Em Andamento	Acabamento
43	Constr 05	Boa Viagem	Grande porte	Alto	Em Andamento	Estrutura
44	Constr 04	Boa Viagem	Grande porte	Alto	Em Andamento	Acabamento
45	Constr 04	Tamarineira	Grande porte	Alto	Em Andamento	Acabamento
46	Constr 01	Madalena	Médio porte	Médio	Em Andamento	Acabamento
47	Constr 03	Ilha do Leite	Médio porte	Médio	Em Andamento	Acabamento
48	Constr 03	Tamarineira	Médio porte	Médio	Em Andamento	Acabamento
49	Constr 03	Torre	Médio porte	Médio	Em Andamento	Acabamento
50	Constr 03	Santo Amaro	Médio porte	Médio	Em Andamento	Acabamento
51	Constr 03	Boa Viagem	Médio porte	Alto	Em Andamento	Estrutura
52	Constr 03	Parnamirim	Médio porte	Alto	Em Andamento	Acabamento
53	Constr 06	Pina	Grande porte	Alto	Em Andamento	Acabamento
54	Constr 06	Graças	Grande porte	Alto	Em Andamento	Estrutura
55	Constr 07	Boa Vista	Grande porte	Alto	Em Andamento	Acabamento
56	Constr 07	Rosarinho	Grande porte	Alto	Em Andamento	Acabamento
57	Constr 07	Tamarineira	Grande porte	Alto	Em Andamento	Acabamento
58	Constr 07	Encruzilhada	Grande porte	Alto	Em Andamento	Acabamento
59	Constr 07	Boa Viagem	Grande porte	Alto	Em Andamento	Acabamento
60	Constr 07	Boa Vista	Grande porte	Alto	Em Andamento	Estrutura

APÊNDICE C

Questionário padrão para obtenção de dados nas obras

QUESTIONÁRIO PADRÃO PARA OBTENÇÃO DE DADOS NAS OBRAS



ITEM	DESCRIÇÃO DOS ITENS	DATA:	___/___/___
1.0	INFORMAÇÕES GERAIS DAS OBRAS		
1.1	Construtora:		
1.2	Nome da obra:		
1.3	Bairro:		
1.4	Efetivo atual:		
1.5	Duração inicial prevista:		
1.6	Área construída: N° de Pavimentos:		
1.7	Finalidade do uso: Comercial () Residencial ()		
1.8	Fase: Fundação () Estrutura () Acabamento ()		
2.0	INFORMAÇÕES RELACIONADAS À ADMINISTRAÇÃO DA OBRA		
2.1	Rotatividade do responsável técnico: Formação:		
2.2	Quantidade de obras que assume: Tempo:		
2.3	Possui gestor ambiental? Sim () Não ()		
2.4	Realiza treinamentos / palestras relacionadas a geração de RCC nas obras? Sim () Não ()		
3.0	INFORMAÇÕES INTRÍNSECAS AOS PROCESSOS CONSTRUTIVOS		
3.1	Tipo de fundação:		
3.2	Tipo de estrutura:		
3.3	Tipo de vedação:		
3.4	Tipo de revestimento interno e externo:		
3.5	Tipo de produção de argamassa: Rodada em obra () Industrializada ()		
4.0	MAPEAMENTO DA GESTÃO DOS RCC NOS CANTEIROS DE OBRAS		
4.1	Realiza segregação? Sim () Não () Se sim, onde? Local de origem () Áreas específicas ()		
4.2	Utiliza-se de dispositivos de acondicionamento? Sim () Não () Se sim, quais? Bags () Baías () Bombonas () Caçambas () Outros ()		
4.3	Quais unidades de transporte interno utilizam para movimentação dos RCC nas obras? Guincho () Grua () Duto coletor () Carros de mão () Outros ()		
4.4	Que forma de destinação realiza? Aterro sanitário () Recicladora de resíduos () Incineradoras () Cooperativas e associações () Outras ()		
5.0	OBSERVAÇÕES		

Possui alguma certificação?: _____ Possui logística reversa?: _____

APÊNDICE D

Consumos de água, energia e Indicadores de sustentabilidade

Quadro D1 - Banco de dados dos consumos de água e energia além dos indicadores de sustentabilidade

Obra: 26

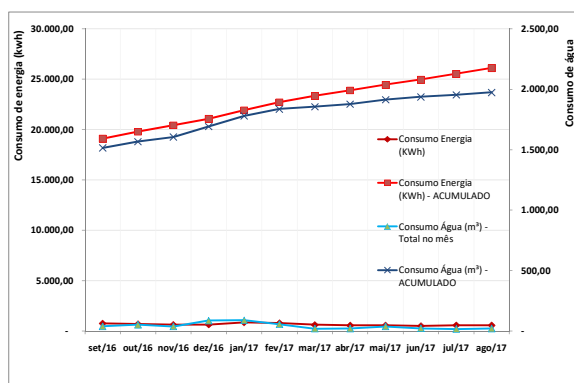
Área construída: 3.281,50 Fase: Acabamento



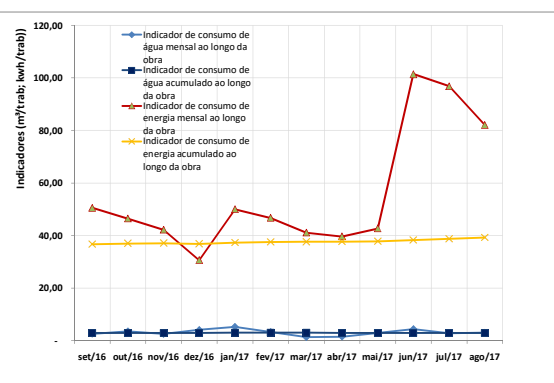
Informações Necessárias	set/16	out/16	nov/16	dez/16	jan/17	fev/17	mar/17	abr/17	mai/17	jun/17	jul/17	ago/17
Consumo Energia (KWh)	758,50	697,00	633,46	643,70	850,00	795,00	617,05	556,00	555,55	507,38	581,18	575,03
Consumo Energia (KWh) - ACUMULADO	19.102,81	19.799,81	20.433,27	21.076,97	21.926,97	22.721,97	23.339,02	23.895,02	24.450,57	24.957,95	25.539,13	26.114,16
Consumo Água (m³) - Compesa	7,00	5,00	6,00	6,00	9,00	8,00	4,00	5,00	6,00	6,00	1,00	5,00
Consumo Água (m³) - Caminhão Pipa	32,00	48,00	32,00	80,00	80,00	48,00	16,00	16,00	32,00	16,00	16,00	16,00
Consumo Água (m³) - Total no mês	39,00	53,00	38,00	86,00	89,00	56,00	20,00	21,00	38,00	22,00	17,00	21,00
Consumo Água (m³) - ACUMULADO	1.514,00	1.567,00	1.605,00	1.691,00	1.780,00	1.836,00	1.856,00	1.877,00	1.915,00	1.937,00	1.954,00	1.975,00
m³ de caçambas de entulho descartadas	6,00		6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	12,00	6,00	12,00	-	6,00
m³ de caçambas de entulho descartadas - ACUMULADO	264,00	264,00	270,00	276,00	282,00	288,00	294,00	306,00	312,00	324,00	324,00	330,00
Número de funcionários	15,00	15,00	15,00	21,00	17,00	17,00	15,00	14,00	13,00	5,00	6,00	7,00
Número de funcionários - ACUMULADO	520,00	535,00	550,00	571,00	588,00	605,00	620,00	634,00	647,00	652,00	658,00	665,00
Indicador de geração de resíduos mensal ao longo da obra:	0,40	-	0,40	0,29	0,35	0,35	0,40	0,86	0,46	2,40	-	0,86
Indicador de geração de resíduos acumulado ao longo da obra:	0,51	0,49	0,49	0,48	0,48	0,48	0,47	0,48	0,48	0,50	0,49	0,50
Indicador de consumo de água mensal ao longo da obra	2,60	3,53	2,53	4,10	5,24	3,29	1,33	1,50	2,92	4,40	2,83	3,00
Indicador de consumo de água acumulado ao longo da obra	2,91	2,93	2,92	2,96	3,03	3,03	2,99	2,96	2,96	2,97	2,97	2,97
Indicador de consumo de energia mensal ao longo da obra	50,57	46,47	42,23	30,65	50,00	46,76	41,14	39,71	42,73	101,48	96,86	82,15
Indicador de consumo de energia acumulado ao longo da obra	36,74	37,01	37,15	36,91	37,29	37,56	37,64	37,69	37,79	38,28	38,81	39,27
Indicador de geração de resíduos ao final da obra:	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10
Indicador de geração de água ao final da obra:	0,46	0,48	0,49	0,52	0,54	0,56	0,57	0,57	0,58	0,59	0,60	0,60
Indicador de geração de Energia ao final da obra:	5,82	6,03	6,23	6,42	6,68	6,92	7,11	7,28	7,45	7,61	7,78	7,96

Gráfico D1 - Consumos de água e energia, Histograma de mão de obra e indicadores de sustentabilidade

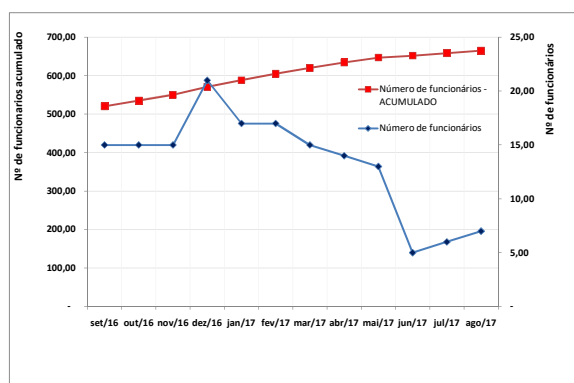
CONSUMOS PARCIAIS DE ÁGUA E ENERGIA - 2017



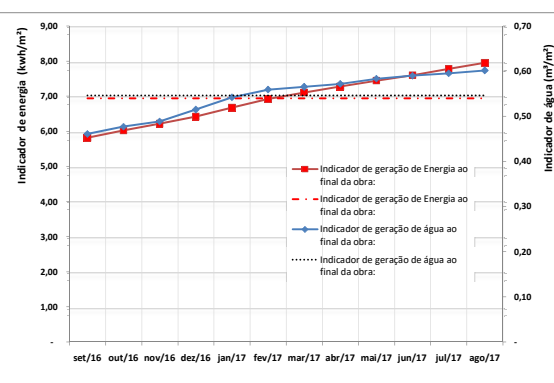
INDICADORES DE CONSUMO DE ÁGUA E ENERGIA POR TRABALHADOR - 2017



Nº DE FUNCIONÁRIOS POR MÊS E ACUMULADO - 2017



INDICADORES DE CONSUMO DE ÁGUA E ENERGIA POR ÁREA CONSTRUÍDA - 2017



Quadro D2 - Banco de dados dos consumos de água e energia além dos indicadores de sustentabilidade

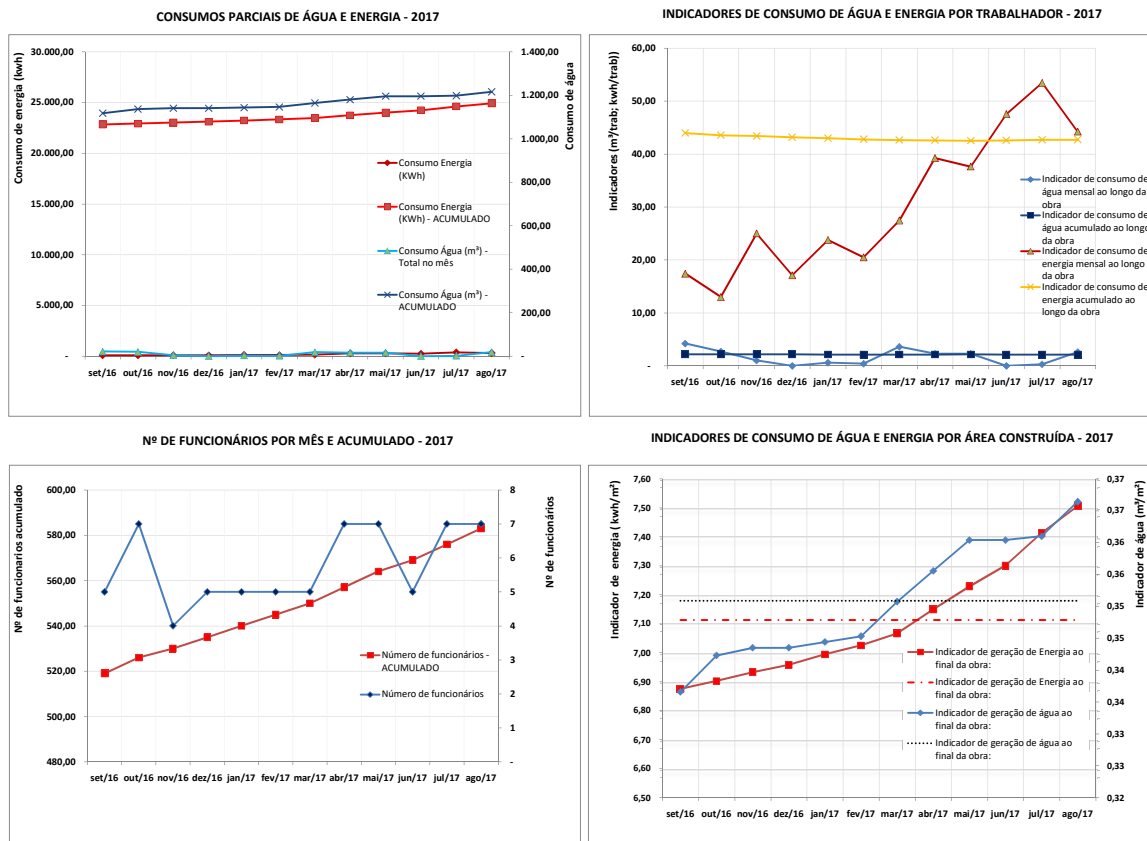
Obra: 27

Área construída: 3.318,70 Fase: Acabamento



Informações Necessárias	set/16	out/16	nov/16	dez/16	jan/17	fev/17	mar/17	abr/17	mai/17	jun/17	jul/17	ago/17
Consumo Energia (KWh)	87,00	91,00	100,00	85,64	118,90	102,50	137,35	274,70	263,43	237,68	374,13	309,55
Consumo Energia (KWh) - ACUMULADO	22.816,16	22.907,16	23.007,16	23.092,80	23.211,70	23.314,20	23.451,55	23.726,25	23.989,68	24.227,36	24.601,49	24.911,04
Consumo Água (m³) - Compesa	5,00	3,00	4,00	-	2,00	1,00	2,00				2,00	2,00
Consumo Água (m³) - Caminhão Pipa	16,00	16,00		-	1,00	1,00	16,00	16,00	16,00	-	-	16,00
Consumo Água (m³) - Total no mês	21,00	19,00	4,00	-	3,00	2,00	18,00	16,00	16,00	-	2,00	18,00
Consumo Água (m³) - ACUMULADO	1.117,00	1.136,00	1.140,00	1.140,00	1.143,00	1.146,00	1.164,00	1.180,00	1.196,00	1.196,00	1.198,00	1.216,00
m³ de caçambas de entulho descartadas	1,00	3,00	1,00	-	1,00	-	-	6,00	-	-	-	6,00
m³ de caçambas de entulho descartadas - ACUMULADO	201,00	204,00	205,00	205,00	206,00	206,00	206,00	212,00	212,00	212,00	212,00	218,00
Número de funcionários	5,00	7,00	4,00	5,00	5,00	5,00	5,00	7,00	7,00	5,00	7,00	7,00
Número de funcionários - ACUMULADO	519,00	526,00	530,00	535,00	540,00	545,00	550,00	557,00	564,00	569,00	576,00	583,00
Indicador de geração de resíduos mensal ao longo da obra:	0,20	0,43	0,25	-	0,20	-	-	0,86	-	-	-	0,86
Indicador de geração de resíduos acumulado ao longo da obra:	0,39	0,39	0,39	0,38	0,38	0,38	0,37	0,38	0,38	0,37	0,37	0,37
Indicador de consumo de água mensal ao longo da obra	4,20	2,71	1,00	-	0,60	0,40	3,60	2,29	2,29	-	0,29	2,57
Indicador de consumo de água acumulado ao longo da obra	2,15	2,16	2,15	2,13	2,12	2,10	2,12	2,12	2,12	2,10	2,08	2,09
Indicador de consumo de energia mensal ao longo da obra	17,40	13,00	25,00	17,13	23,78	20,50	27,47	39,24	37,63	47,54	53,45	44,22
Indicador de consumo de energia acumulado ao longo da obra	43,96	43,55	43,41	43,16	42,98	42,78	42,64	42,60	42,53	42,58	42,71	42,73
Indicador de geração de resíduos ao final da obra:	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07
Indicador de geração de água ao final da obra:	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,35	0,35	0,36	0,36	0,36	0,36	0,37
Indicador de geração de Energia ao final da obra:	6,88	6,90	6,93	6,96	6,99	7,03	7,07	7,15	7,23	7,30	7,41	7,51

Gráfico D2 - Consumos de água e energia, Histograma de mão de obra e indicadores de sustentabilidade



Quadro D3 - Banco de dados dos consumos de água e energia além dos indicadores de sustentabilidade

Obra: 28

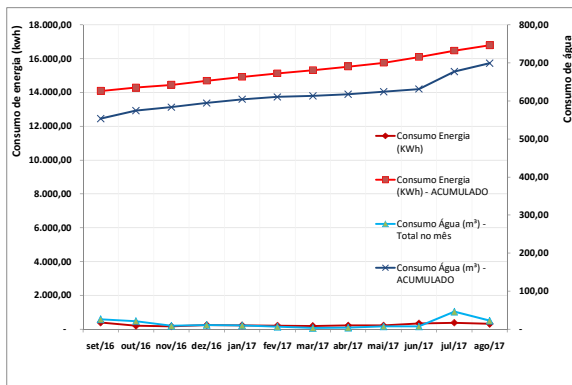
Área construída: 4.117,52 Fase: Estrutura



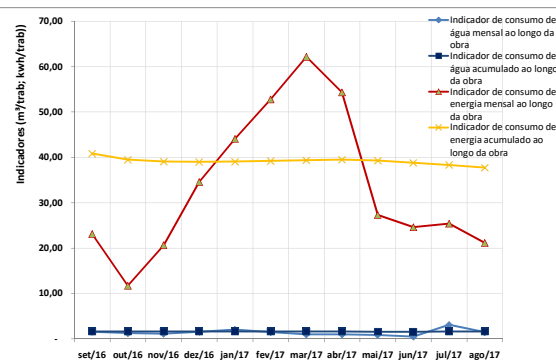
Informações Necessárias	set/16	out/16	nov/16	dez/16	jan/17	fev/17	mar/17	abr/17	mai/17	jun/17	jul/17	ago/17
Consumo Energia (KWh)	392,58	198,85	165,03	241,90	220,39	211,15	186,55	217,30	218,33	344,40	380,58	317,00
Consumo Energia (KWh) - ACUMULADO	14.082,01	14.280,86	14.445,89	14.687,79	14.908,18	15.119,33	15.305,88	15.523,18	15.741,51	16.085,91	16.466,49	16.783,49
Consumo Água (m³) - Compesa	26,00	21,00	9,00	11,00	10,00	6,00	3,00	4,00	7,00	7,00	46,00	22,00
Consumo Água (m³) - Caminhão Pipa												
Consumo Água (m³) - Total no mês	26,00	21,00	9,00	11,00	10,00	6,00	3,00	4,00	7,00	7,00	46,00	22,00
Consumo Água (m³) - ACUMULADO	553,00	574,00	583,00	594,00	604,00	610,00	613,00	617,00	624,00	631,00	677,00	699,00
m³ de caçambas de entulho descartadas		6,00	6,00						6,00	-	6,00	-
m³ de caçambas de entulho descartadas - ACUMULADO	96,00	102,00	108,00	108,00	108,00	108,00	108,00	108,00	114,00	114,00	120,00	120,00
Número de funcionários	17,00	17,00	8,00	7,00	5,00	4,00	3,00	4,00	8,00	14,00	15,00	15,00
Número de funcionários - ACUMULADO	345,00	362,00	370,00	377,00	382,00	386,00	389,00	393,00	401,00	415,00	430,00	445,00
Indicador de geração de resíduos mensal ao longo da obra:	-	0,35	0,75	-	-	-	-	-	0,75	-	0,40	-
Indicador de geração de resíduos acumulado ao longo da obra:	0,28	0,28	0,29	0,29	0,28	0,28	0,28	0,27	0,28	0,27	0,28	0,27
Indicador de consumo de água mensal ao longo da obra	1,53	1,24	1,13	1,57	2,00	1,50	1,00	1,00	0,88	0,50	3,07	1,47
Indicador de consumo de água acumulado ao longo da obra	1,60	1,59	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,57	1,56	1,52	1,57	1,57
Indicador de consumo de energia mensal ao longo da obra	23,09	11,70	20,63	34,56	44,08	52,79	62,18	54,33	27,29	24,60	25,37	21,13
Indicador de consumo de energia acumulado ao longo da obra	40,82	39,45	39,04	38,96	39,03	39,17	39,35	39,50	39,26	38,76	38,29	37,72
Indicador de geração de resíduos ao final da obra:	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Indicador de geração de água ao final da obra:	0,13	0,14	0,14	0,14	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17
Indicador de geração de Energia ao final da obra:	3,42	3,47	3,51	3,57	3,62	3,67	3,72	3,77	3,82	3,91	4,00	4,08

Gráfico D3 - Consumos de água e energia, Histograma de mão de obra e indicadores de sustentabilidade

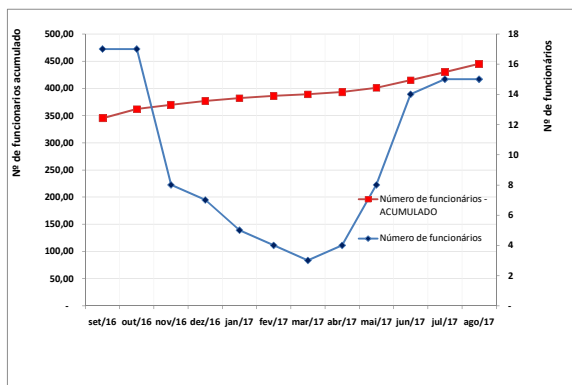
CONSUMOS PARCIAIS DE ÁGUA E ENERGIA - 2017



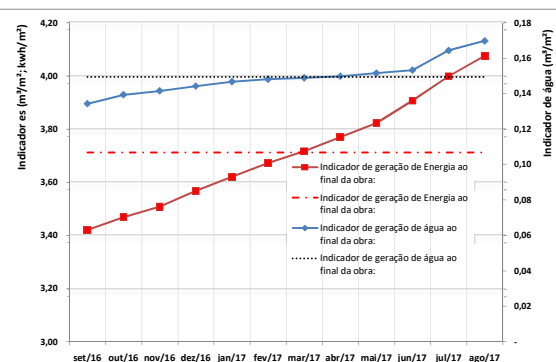
INDICADORES DE CONSUMO DE ÁGUA E ENERGIA POR TRABALHADOR - 2017



Nº DE FUNCIONÁRIOS POR MÊS E ACUMULADO - 2017



INDICADORES DE CONSUMO DE ÁGUA E ENERGIA POR ÁREA CONSTRUÍDA - 2017



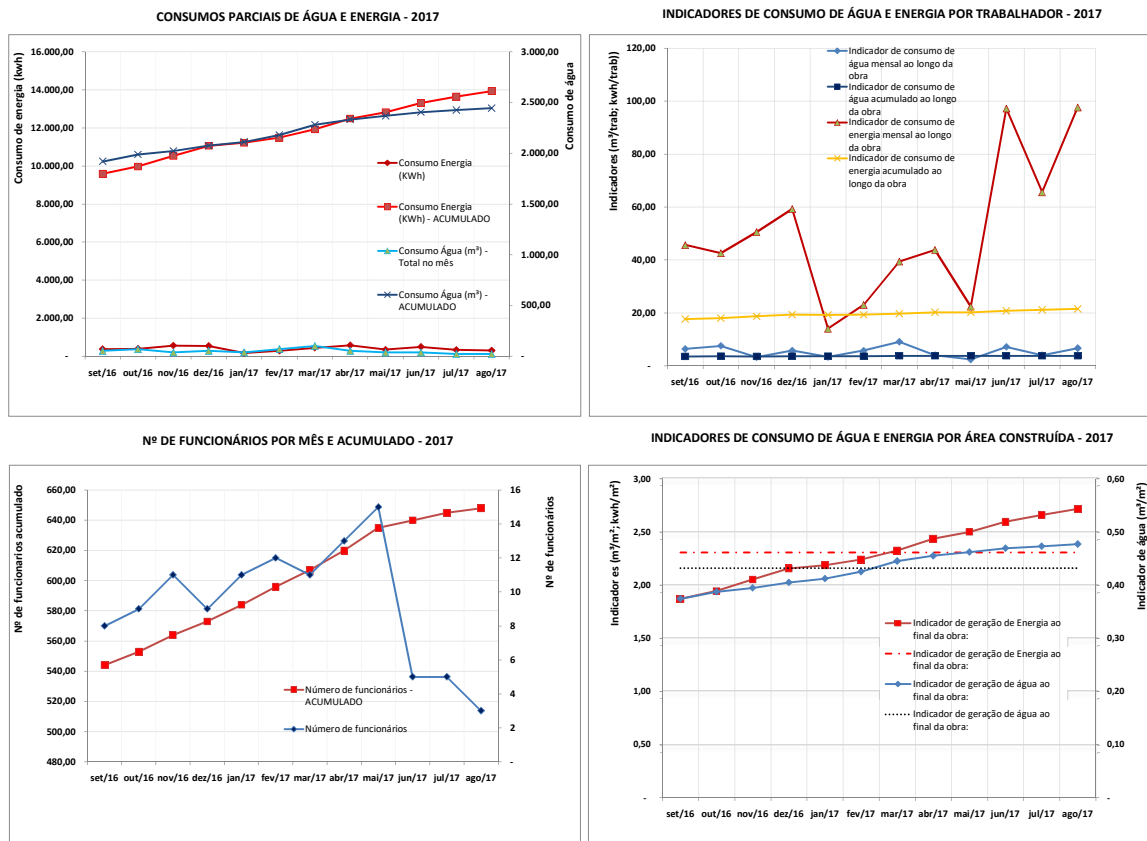
Quadro D4 - Banco de dados dos consumos de água e energia além dos indicadores de sustentabilidade

Obra: 29

Área construída: 5.124,84 Fase: Acabamento



Informações Necessárias	set/16	out/16	nov/16	dez/16	jan/17	fev/17	mar/17	abr/17	mai/17	jun/17	jul/17	ago/17
Consumo Energia (KWh)	365,00	383,00	556,00	533,00	154,00	276,00	433,00	569,00	336,00	486,00	328,00	293,00
Consumo Energia (KWh) - ACUMULADO	9.578,00	9.961,00	10.517,00	11.050,00	11.204,00	11.480,00	11.913,00	12.482,00	12.818,00	13.304,00	13.632,00	13.925,00
Consumo Água (m³) - Compesa	3,00	4,00	4,00	4,00	5,00	5,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Consumo Água (m³) - Caminhão Pipa	48,00	64,00	32,00	48,00	32,00	64,00	96,00	48,00	32,00	32,00	16,00	16,00
Consumo Água (m³) - Total no mês	51,00	68,00	36,00	52,00	37,00	69,00	100,00	52,00	36,00	36,00	20,00	20,00
Consumo Água (m³) - ACUMULADO	1.918,00	1.986,00	2.022,00	2.074,00	2.111,00	2.180,00	2.280,00	2.332,00	2.368,00	2.404,00	2.424,00	2.444,00
m³ de caçambas de entulho descartadas	1,00	1,00	2,00	-	6,00	6,00	12,00	12,00	12,00	-	6,00	-
m³ de caçambas de entulho descartadas - ACUMULADO	309,00	310,00	312,00	312,00	318,00	324,00	336,00	348,00	360,00	360,00	366,00	366,00
Número de funcionários	8,00	9,00	11,00	9,00	11,00	12,00	11,00	13,00	15,00	5,00	5,00	3,00
Número de funcionários - ACUMULADO	544,00	553,00	564,00	573,00	584,00	596,00	607,00	620,00	635,00	640,00	645,00	648,00
Indicador de geração de resíduos mensal ao longo da obra:	0,13	0,11	0,18	-	0,55	0,50	1,09	0,92	0,80	-	1,20	-
Indicador de geração de resíduos acumulado ao longo da obra:	0,57	0,56	0,55	0,54	0,54	0,54	0,55	0,56	0,57	0,56	0,57	0,56
Indicador de consumo de água mensal ao longo da obra	6,38	7,56	3,27	5,78	3,36	5,75	9,09	4,00	2,40	7,20	4,00	6,67
Indicador de consumo de água acumulado ao longo da obra	3,53	3,59	3,59	3,62	3,61	3,66	3,76	3,76	3,73	3,76	3,76	3,77
Indicador de consumo de energia mensal ao longo da obra	45,63	42,56	50,55	59,22	14,00	23,00	39,36	43,77	22,40	97,20	65,60	97,67
Indicador de consumo de energia acumulado ao longo da obra	17,61	18,01	18,65	19,28	19,18	19,26	19,63	20,13	20,19	20,79	21,13	21,49
Indicador de geração de resíduos ao final da obra:	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Indicador de geração de água ao final da obra:	0,37	0,39	0,39	0,40	0,41	0,43	0,44	0,46	0,46	0,47	0,47	0,48
Indicador de geração de Energia ao final da obra:	1,87	1,94	2,05	2,16	2,19	2,24	2,32	2,44	2,50	2,60	2,66	2,72

Gráfico D4 - Consumos de água e energia, Histograma de mão de obra e indicadores de sustentabilidade


Quadro D5 - Banco de dados dos consumos de água e energia além dos indicadores de sustentabilidade

Obra: 30

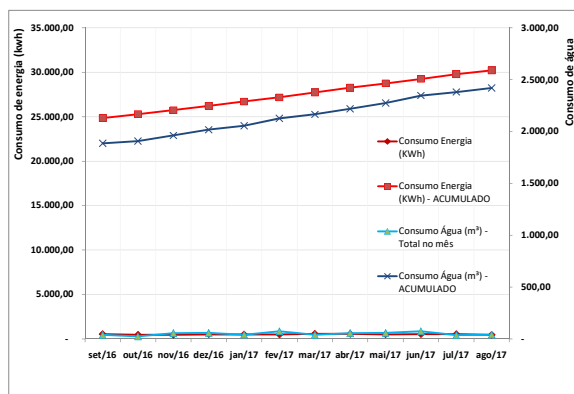


Área construída: 5.421,94 Fase: Acabamento

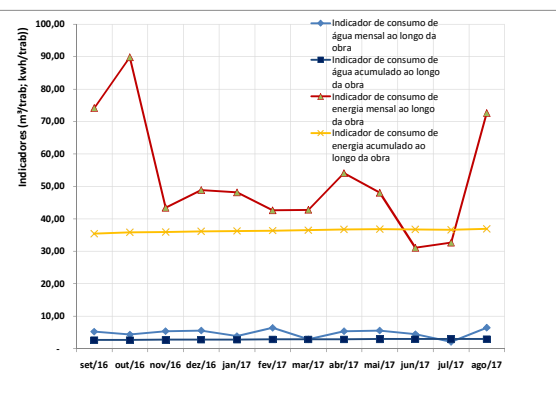
Informações Necessárias	set/16	out/16	nov/16	dez/16	jan/17	fev/17	mar/17	abr/17	mai/17	jun/17	jul/17	ago/17
Consumo Energia (KWh)	519,00	448,95	434,60	489,00	481,75	469,45	556,58	541,20	480,73	498,15	523,78	435,63
Consumo Energia (KWh) - ACUMULADO	24.841,61	25.290,56	25.725,16	26.214,16	26.695,91	27.165,36	27.721,94	28.263,14	28.743,87	29.242,02	29.765,80	30.201,43
Consumo Água (m³) - Compesa	5,00	6,00	6,00	8,00	7,00	7,00	6,00	6,00	8,00	8,00	2,00	7,00
Consumo Água (m³) - Caminhão Pipa	32,00	16,00	48,00	48,00	32,00	64,00	32,00	48,00	48,00	64,00	32,00	32,00
Consumo Água (m³) - Total no mês	37,00	22,00	54,00	56,00	39,00	71,00	38,00	54,00	56,00	72,00	34,00	39,00
Consumo Água (m³) - ACUMULADO	1.884,00	1.906,00	1.960,00	2.016,00	2.055,00	2.126,00	2.164,00	2.218,00	2.274,00	2.346,00	2.380,00	2.419,00
m³ de caçambas de entulho descartadas	2,00	-	2,00	-	18,00	6,00	-	-	6,00	12,00	-	6,00
m³ de caçambas de entulho descartadas - ACUMULADO	406,00	406,00	408,00	408,00	426,00	432,00	432,00	432,00	438,00	450,00	450,00	456,00
Número de funcionários	7,00	5,00	10,00	10,00	10,00	11,00	13,00	10,00	10,00	16,00	16,00	6,00
Número de funcionários - ACUMULADO	701,00	706,00	716,00	726,00	736,00	747,00	760,00	770,00	780,00	796,00	812,00	818,00
Indicador de geração de resíduos mensal ao longo da obra:	0,29	-	0,20	-	1,80	0,55	-	-	0,60	0,75	-	1,00
Indicador de geração de resíduos acumulado ao longo da obra:	0,58	0,58	0,57	0,56	0,58	0,58	0,57	0,56	0,56	0,57	0,55	0,56
Indicador de consumo de água mensal ao longo da obra	5,29	4,40	5,40	5,60	3,90	6,45	2,92	5,40	5,60	4,50	2,13	6,50
Indicador de consumo de água acumulado ao longo da obra	2,69	2,70	2,74	2,78	2,79	2,85	2,85	2,88	2,92	2,95	2,93	2,96
Indicador de consumo de energia mensal ao longo da obra	74,14	89,79	43,46	48,90	48,18	42,68	42,81	54,12	48,07	31,13	32,74	72,61
Indicador de consumo de energia acumulado ao longo da obra	35,44	35,82	35,93	36,11	36,27	36,37	36,48	36,71	36,85	36,74	36,66	36,92
Indicador de geração de resíduos ao final da obra:	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Indicador de geração de água ao final da obra:	0,35	0,35	0,36	0,37	0,38	0,39	0,40	0,41	0,42	0,43	0,44	0,45
Indicador de geração de Energia ao final da obra:	4,58	4,66	4,74	4,83	4,92	5,01	5,11	5,21	5,30	5,39	5,49	5,57

Gráfico D5 - Consumos de água e energia, Histograma de mão de obra e indicadores de sustentabilidade

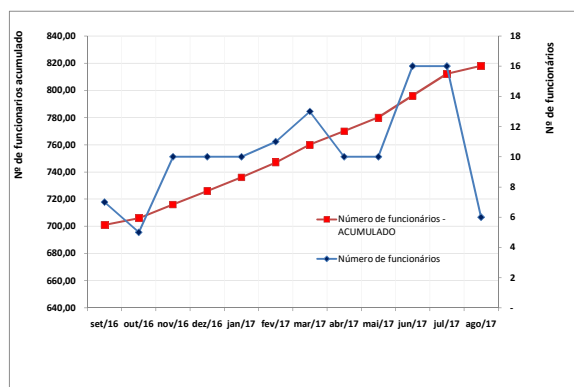
CONSUMOS PARCIAIS DE ÁGUA E ENERGIA - 2017



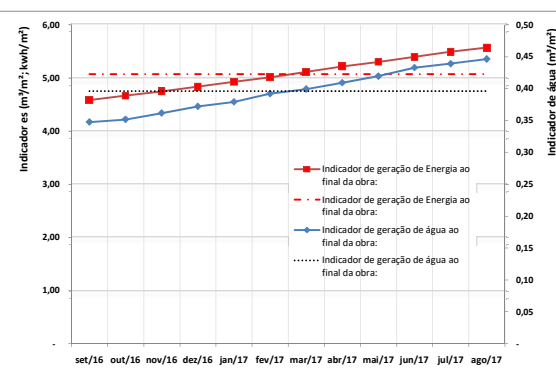
INDICADORES DE CONSUMO DE ÁGUA E ENERGIA POR TRABALHADOR - 2017



Nº DE FUNCIONÁRIOS POR MÊS E ACUMULADO - 2017



INDICADORES DE CONSUMO DE ÁGUA E ENERGIA POR ÁREA CONSTRUÍDA - 2017



Quadro D6 - Banco de dados dos consumos de água e energia além dos indicadores de sustentabilidade

Obra: 31

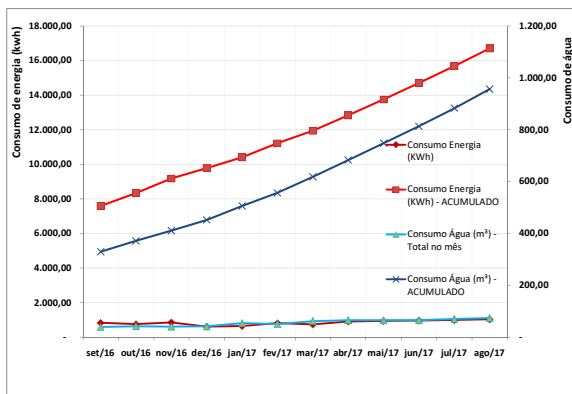
Área construída: 5.450,34 Fase: Estrutura



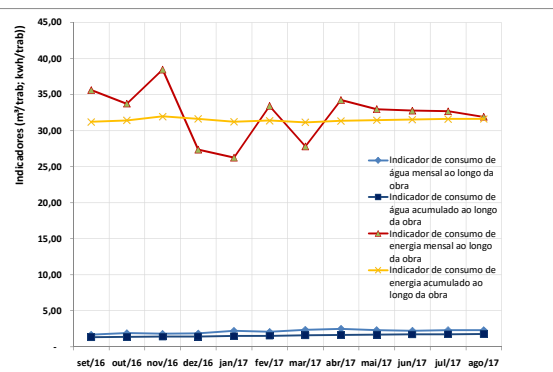
Informações Necessárias	set/16	out/16	nov/16	dez/16	jan/17	fev/17	mar/17	abr/17	mai/17	jun/17	jul/17	ago/17
Consumo Energia (KWh)	819,00	742,00	846,00	602,00	630,00	802,00	723,00	890,00	923,00	950,00	980,00	1.021,00
Consumo Energia (KWh) - ACUMULADO	7.585,20	8.327,20	9.173,20	9.775,20	10.405,20	11.207,20	11.930,20	12.820,20	13.743,20	14.693,20	15.673,20	16.694,20
Consumo Água (m³) - Compesa	39,00	42,00	40,00	41,00	54,00	50,00	62,00	65,00	65,00	65,00	70,00	74,00
Consumo Água (m³) - Caminhão Pipa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Consumo Água (m³) - Total no mês	39,00	42,00	40,00	41,00	54,00	50,00	62,00	65,00	65,00	65,00	70,00	74,00
Consumo Água (m³) - ACUMULADO	329,00	371,00	411,00	452,00	506,00	556,00	618,00	683,00	748,00	813,00	883,00	957,00
m³ de caçambas de entulho descartadas	6,00	-	-	12,00	6,00	6,00	4,00	12,00	12,00	8,00	12,00	14,00
m³ de caçambas de entulho descartadas - ACUMULADO	48,00	48,00	48,00	60,00	66,00	72,00	76,00	88,00	100,00	108,00	120,00	134,00
Número de funcionários	23,00	22,00	22,00	22,00	24,00	24,00	26,00	26,00	28,00	29,00	30,00	32,00
Número de funcionários - ACUMULADO	243,00	265,00	287,00	309,00	333,00	357,00	383,00	409,00	437,00	466,00	496,00	528,00
Indicador de geração de resíduos mensal ao longo da obra:	0,26	-	-	0,55	0,25	0,25	0,15	0,46	0,43	0,28	0,40	0,44
Indicador de geração de resíduos acumulado ao longo da obra:	0,20	0,18	0,17	0,19	0,20	0,20	0,20	0,22	0,23	0,23	0,24	0,25
Indicador de consumo de água mensal ao longo da obra	1,70	1,91	1,82	1,86	2,25	2,08	2,38	2,50	2,32	2,24	2,33	2,31
Indicador de consumo de água acumulado ao longo da obra	1,35	1,40	1,43	1,46	1,52	1,56	1,61	1,67	1,71	1,74	1,78	1,81
Indicador de consumo de energia mensal ao longo da obra	35,61	33,73	38,45	27,36	26,25	33,42	27,81	34,23	32,96	32,76	32,67	31,91
Indicador de consumo de energia acumulado ao longo da obra	31,21	31,42	31,96	31,63	31,25	31,39	31,15	31,35	31,45	31,53	31,60	31,62
Indicador de geração de resíduos ao final da obra:	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Indicador de geração de água ao final da obra:	0,06	0,07	0,08	0,08	0,09	0,10	0,11	0,13	0,14	0,15	0,16	0,18
Indicador de geração de Energia ao final da obra:	1,39	1,53	1,68	1,79	1,91	2,06	2,19	2,35	2,52	2,70	2,88	3,06

Gráfico D6 - Consumos de água e energia, Histograma de mão de obra e indicadores de sustentabilidade

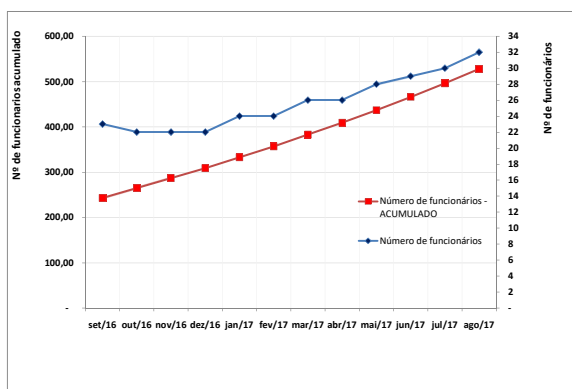
CONSUMOS PARCIAIS DE ÁGUA E ENERGIA - 2017



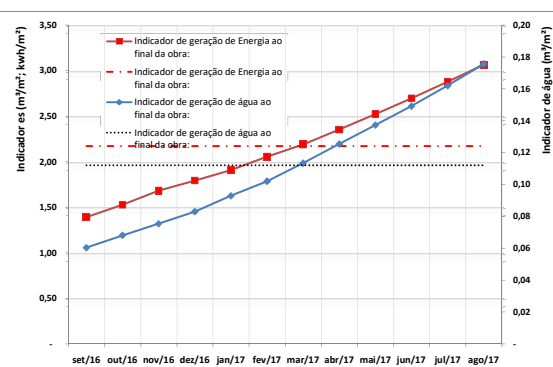
INDICADORES DE CONSUMO DE ÁGUA E ENERGIA POR TRABALHADOR - 2017



Nº DE FUNCIONÁRIOS POR MÊS E ACUMULADO - 2017



INDICADORES DE CONSUMO DE ÁGUA E ENERGIA POR ÁREA CONSTRUÍDA - 2017



Quadro D7 - Banco de dados dos consumos de água e energia além dos indicadores de sustentabilidade

Obra: 32

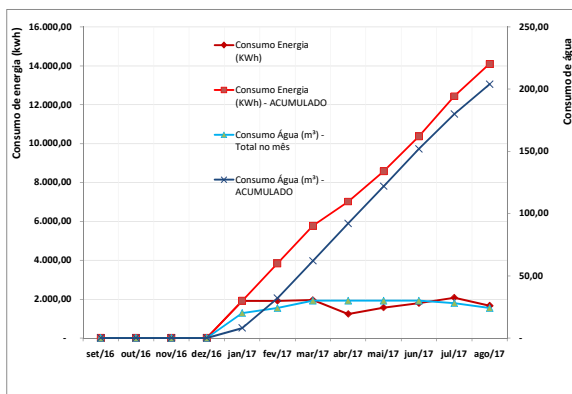
Área construída: 6.129,69 Fase: Fundação



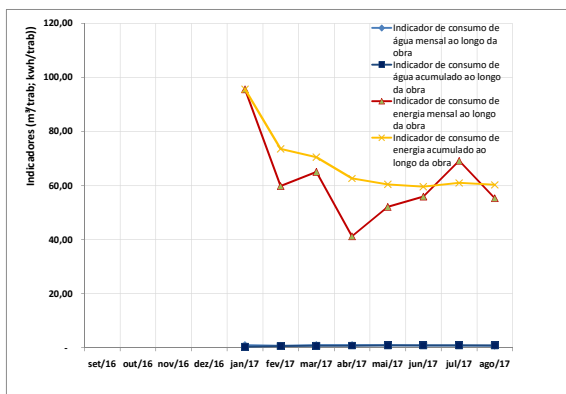
Informações Necessárias	set/16	out/16	nov/16	dez/16	jan/17	fev/17	mar/17	abr/17	mai/17	jun/17	jul/17	ago/17
Consumo Energia (KWh)					1.911,00	1.913,00	1.951,00	1.236,00	1.563,00	1.789,00	2.073,00	1.659,00
Consumo Energia (KWh) - ACUMULADO					1.911,00	3.824,00	5.775,00	7.011,00	8.574,00	10.363,00	12.436,00	14.095,00
Consumo Água (m³) - Compesa					8,00	13,00	17,00	16,00	18,00	15,00	15,00	10,00
Consumo Água (m³) - Caminhão Pipa												
Consumo Água (m³) - Total no mês					20,00	24,00	30,00	30,00	30,00	30,00	28,00	24,00
Consumo Água (m³) - ACUMULADO					8,00	32,00	62,00	92,00	122,00	152,00	180,00	204,00
m³ de caçambas de entulho descartadas												
m³ de caçambas de entulho descartadas - ACUMULADO					-	-	-	-	-	-	-	-
Número de funcionários					20,00	32,00	30,00	30,00	30,00	32,00	30,00	30,00
Número de funcionários - ACUMULADO					20,00	52,00	82,00	112,00	142,00	174,00	204,00	234,00
Indicador de geração de resíduos mensal ao longo da obra:					-	-	-	-	-	-	-	-
Indicador de geração de resíduos acumulado ao longo da obra:					-	-	-	-	-	-	-	-
Indicador de consumo de água mensal ao longo da obra					1,00	0,75	1,00	1,00	1,00	0,94	0,93	0,80
Indicador de consumo de água acumulado ao longo da obra					0,40	0,62	0,76	0,82	0,86	0,87	0,88	0,87
Indicador de consumo de energia mensal ao longo da obra					95,55	59,78	65,03	41,20	52,10	55,91	69,10	55,30
Indicador de consumo de energia acumulado ao longo da obra					95,55	73,54	70,43	62,60	60,38	59,56	60,96	60,24
Indicador de geração de resíduos ao final da obra:					-	-	-	-	-	-	-	-
Indicador de geração de água ao final da obra:					0,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
Indicador de geração de Energia ao final da obra:					0,31	0,62	0,94	1,14	1,40	1,69	2,03	2,30

Gráfico D7 - Consumos de água e energia, Histograma de mão de obra e indicadores de sustentabilidade

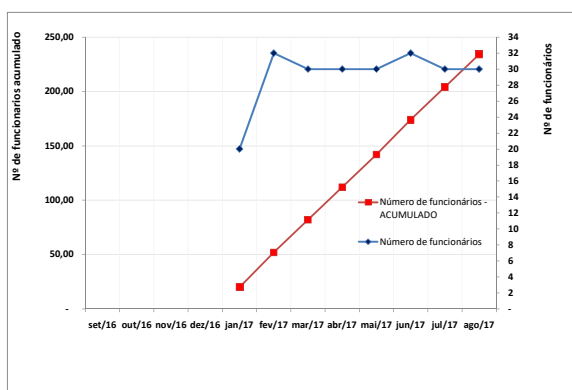
CONSUMOS PARCIAIS DE ÁGUA E ENERGIA - 2017



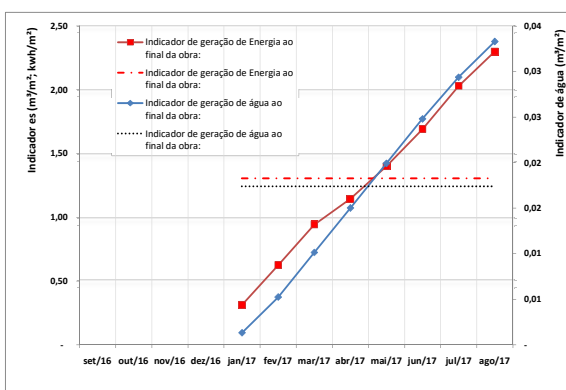
INDICADORES DE CONSUMO DE ÁGUA E ENERGIA POR TRABALHADOR - 2017



Nº DE FUNCIONÁRIOS POR MÊS E ACUMULADO - 2017



INDICADORES DE CONSUMO DE ÁGUA E ENERGIA POR ÁREA CONSTRUÍDA - 2017



Quadro D8 - Banco de dados dos consumos de água e energia além dos indicadores de sustentabilidade

Obra: 33

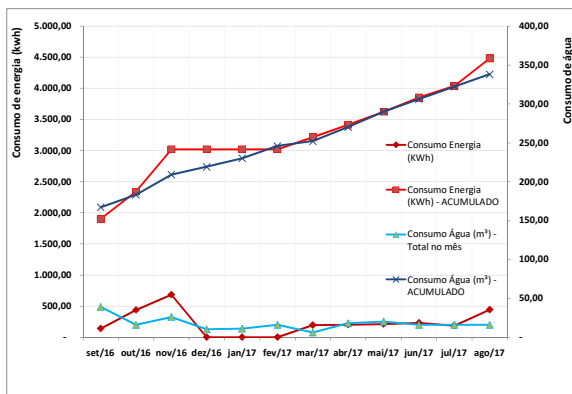
Área construída: 6.534,71 Fase: Fundação



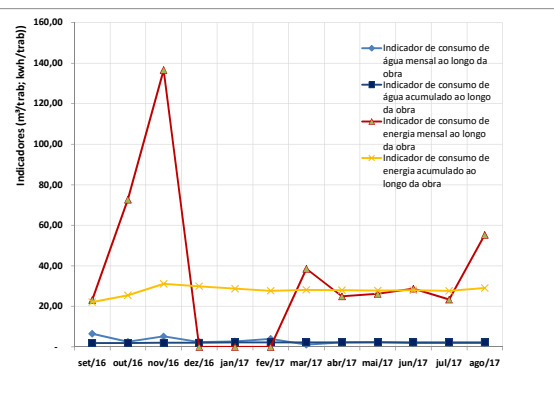
Informações Necessárias	set/16	out/16	nov/16	dez/16	jan/17	fev/17	mar/17	abr/17	mai/17	jun/17	jul/17	ago/17
Consumo Energia (KWh)	139,00	436,00	683,00	-	-	-	192,90	199,90	209,30	229,90	186,60	442,10
Consumo Energia (KWh) - ACUMULADO	1.899,00	2.335,00	3.018,00	3.018,00	3.018,00	3.018,00	3.210,90	3.410,80	3.620,10	3.850,00	4.036,60	4.478,70
Consumo Água (m³) - Compesa	39,00	16,00	26,00	10,00	11,00	16,00	6,00	18,00	20,00	16,00	16,00	16,00
Consumo Água (m³) - Caminhão Pipa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Consumo Água (m³) - Total no mês	39,00	16,00	26,00	10,00	11,00	16,00	6,00	18,00	20,00	16,00	16,00	16,00
Consumo Água (m³) - ACUMULADO	167,00	183,00	209,00	219,00	230,00	246,00	252,00	270,00	290,00	306,00	322,00	338,00
m³ de caçambas de entulho descartadas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
m³ de caçambas de entulho descartadas - ACUMULADO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Número de funcionários	6,00	6,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Número de funcionários - ACUMULADO	86,00	92,00	97,00	101,00	105,00	109,00	114,00	122,00	130,00	138,00	146,00	154,00
Indicador de geração de resíduos mensal ao longo da obra:	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Indicador de geração de resíduos acumulado ao longo da obra:	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Indicador de consumo de água mensal ao longo da obra	6,50	2,67	5,20	2,50	2,75	4,00	1,20	2,25	2,50	2,00	2,00	2,00
Indicador de consumo de água acumulado ao longo da obra	1,94	1,99	2,15	2,17	2,19	2,26	2,21	2,21	2,23	2,22	2,21	2,19
Indicador de consumo de energia mensal ao longo da obra	23,17	72,67	136,60	-	-	-	38,58	24,99	26,16	28,74	23,33	55,26
Indicador de consumo de energia acumulado ao longo da obra	22,08	25,38	31,11	29,88	28,74	27,69	28,17	27,96	27,85	27,90	27,65	29,08
Indicador de geração de resíduos ao final da obra:	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Indicador de geração de água ao final da obra:	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05
Indicador de geração de Energia ao final da obra:	0,29	0,36	0,46	0,46	0,46	0,46	0,49	0,52	0,55	0,59	0,62	0,69

Gráfico D8 - Consumos de água e energia, Histograma de mão de obra e indicadores de sustentabilidade

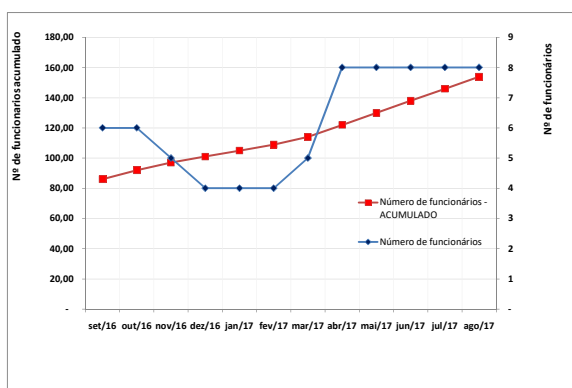
CONSUMOS PARCIAIS DE ÁGUA E ENERGIA - 2017



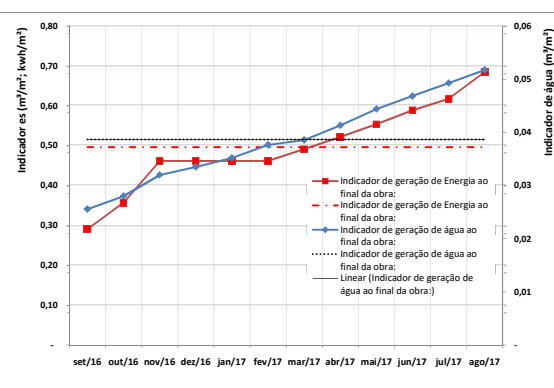
INDICADORES DE CONSUMO DE ÁGUA E ENERGIA POR TRABALHADOR - 2017



Nº DE FUNCIONÁRIOS POR MÊS E ACUMULADO - 2017



INDICADORES DE CONSUMO DE ÁGUA E ENERGIA POR ÁREA CONSTRUÍDA - 2017



Quadro D9 - Banco de dados dos consumos de água e energia além dos indicadores de sustentabilidade

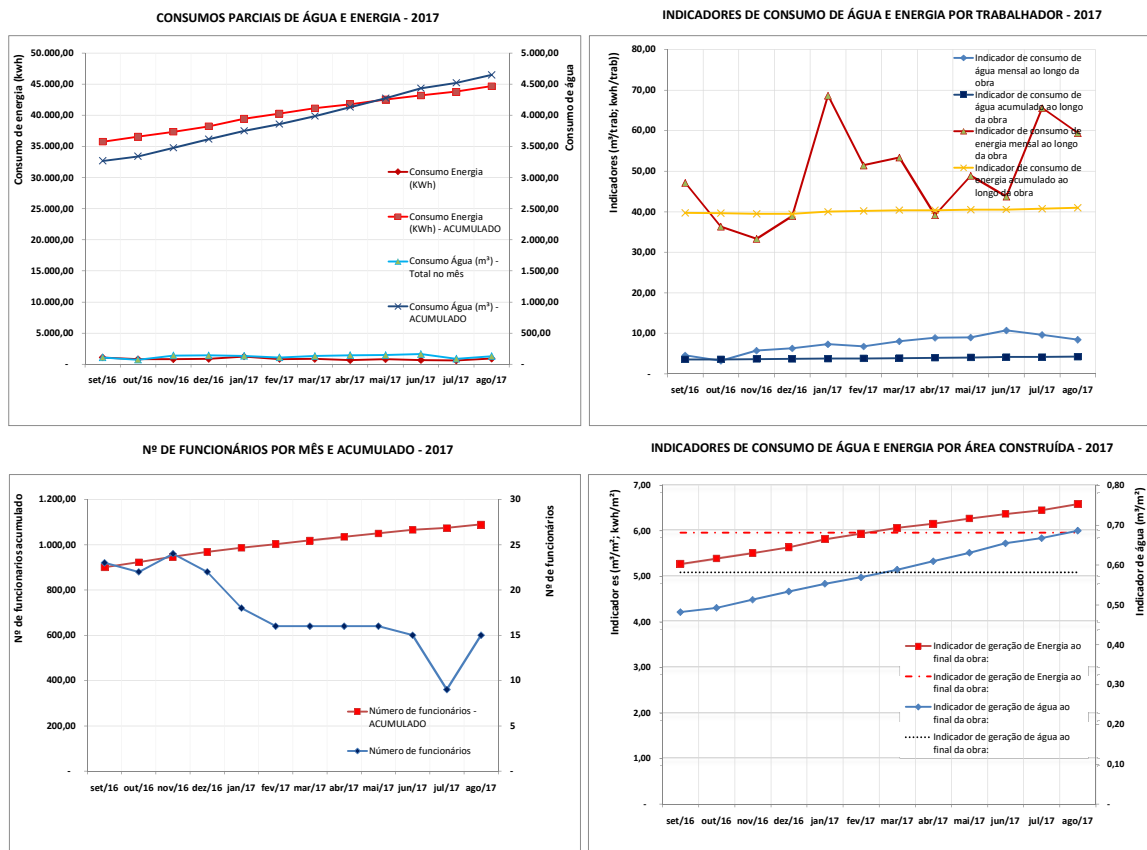
Obra: 34

Área construída: 6.780,74 Fase: Acabamento



Informações Necessárias	set/16	out/16	nov/16	dez/16	jan/17	fev/17	mar/17	abr/17	mai/17	jun/17	jul/17	ago/17
Consumo Energia (KWh)	1.084,00	799,50	799,50	857,00	1.236,00	823,08	854,00	626,00	782,00	656,00	590,00	891,00
Consumo Energia (KWh) - ACUMULADO	35.750,80	36.550,30	37.349,80	38.206,80	39.442,80	40.265,88	41.119,88	41.745,88	42.527,88	43.183,88	43.773,88	44.664,88
Consumo Água (m³) - Compesa	10,00	8,15	10,38	11,00	4,00	13,00	1,50	15,00	16,00	17,00	7,00	15,00
Consumo Água (m³) - Caminhão Pipa	96,00	64,00	128,00	128,00	128,00	96,00	128,00	128,00	128,00	144,00	80,00	112,00
Consumo Água (m³) - Total no mês	106,00	72,15	138,38	139,00	132,00	109,00	129,50	143,00	144,00	161,00	87,00	127,00
Consumo Água (m³) - ACUMULADO	3.267,18	3.339,33	3.477,71	3.616,71	3.748,71	3.857,71	3.987,21	4.130,21	4.274,21	4.435,21	4.522,21	4.649,21
m³ de caçambas de entulho descartadas	12,00	12,00	6,00	30,00	3,69	-	4,57	8,34	3,75	6,81	4,06	-
m³ de caçambas de entulho descartadas - ACUMULADO	474,00	486,00	492,00	522,00	525,69	525,69	530,26	538,60	542,35	549,16	553,22	553,22
Número de funcionários	23,00	22,00	24,00	22,00	18,00	16,00	16,00	16,00	16,00	15,00	9,00	15,00
Número de funcionários - ACUMULADO	900,00	922,00	946,00	968,00	986,00	1.002,00	1.018,00	1.034,00	1.050,00	1.065,00	1.074,00	1.089,00
Indicador de geração de resíduos mensal ao longo da obra:	0,52	0,55	0,25	1,36	0,21	-	0,29	0,52	0,23	0,45	0,45	-
Indicador de geração de resíduos acumulado ao longo da obra:	0,53	0,53	0,52	0,54	0,53	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,51
Indicador de consumo de água mensal ao longo da obra	4,61	3,28	5,77	6,32	7,33	6,81	8,09	8,94	9,00	10,73	9,67	8,47
Indicador de consumo de água acumulado ao longo da obra	3,63	3,62	3,68	3,74	3,80	3,85	3,92	3,99	4,07	4,16	4,21	4,27
Indicador de consumo de energia mensal ao longo da obra	47,13	36,34	33,31	38,95	68,67	51,44	53,38	39,13	48,88	43,73	65,56	59,40
Indicador de consumo de energia acumulado ao longo da obra	39,72	39,64	39,48	39,47	40,00	40,19	40,39	40,37	40,50	40,55	40,76	41,01
Indicador de geração de resíduos ao final da obra:	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Indicador de geração de água ao final da obra:	0,48	0,49	0,51	0,53	0,55	0,57	0,59	0,61	0,63	0,65	0,67	0,69
Indicador de geração de Energia ao final da obra:	5,27	5,39	5,51	5,63	5,82	5,94	6,06	6,16	6,27	6,37	6,46	6,59

Gráfico D9 - Consumos de água e energia, Histograma de mão de obra e indicadores de sustentabilidade



Quadro D10 - Banco de dados dos consumos de água e energia além dos indicadores de sustentabilidade

Obra: 35

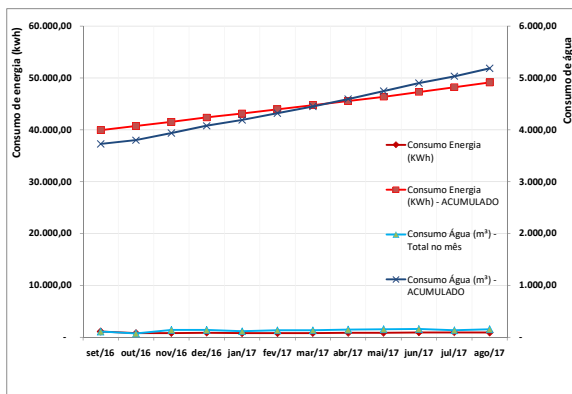
Área construída: 7.767,68 Fase: Acabamento



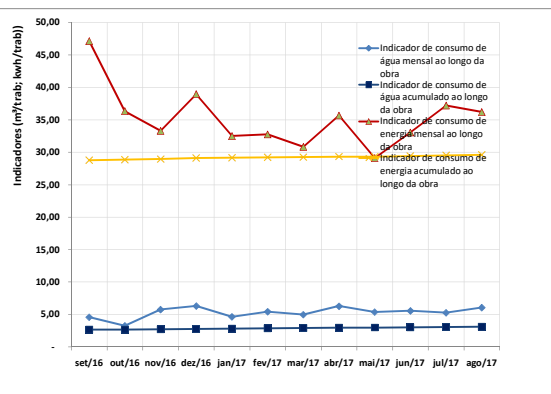
Informações Necessárias	set/16	out/16	nov/16	dez/16	jan/17	fev/17	mar/17	abr/17	mai/17	jun/17	jul/17	ago/17
Consumo Energia (KWh)	1.084,00	799,50	799,50	857,00	780,00	786,00	802,00	820,00	815,00	925,00	930,00	905,00
Consumo Energia (KWh) - ACUMULADO	39.889,00	40.688,50	41.488,00	42.345,00	43.125,00	43.911,00	44.713,00	45.533,00	46.348,00	47.273,00	48.203,00	49.108,00
Consumo Água (m³) - Compesa	10,00	8,15	10,38	11,00	12,00	11,00	10,00	10,00	15,00	16,00	12,00	12,00
Consumo Água (m³) - Caminhão Pipa	96,00	64,00	128,00	128,00	100,00	120,00	120,00	135,00	136,00	140,00	120,00	140,00
Consumo Água (m³) - Total no mês	106,00	72,15	138,38	139,00	112,00	131,00	130,00	145,00	151,00	156,00	132,00	152,00
Consumo Água (m³) - ACUMULADO	3.724,69	3.796,84	3.935,22	4.074,22	4.186,22	4.317,22	4.447,22	4.592,22	4.743,22	4.899,22	5.031,22	5.183,22
m³ de caçambas de entulho descartadas	12,00	12,00	6,00	30,00	4,00	12,00	12,00	20,00	24,00	24,00	30,00	32,00
m³ de caçambas de entulho descartadas - ACUMULADO	474,00	486,00	492,00	522,00	526,00	538,00	550,00	570,00	594,00	618,00	648,00	680,00
Número de funcionários	23,00	22,00	24,00	22,00	24,00	24,00	26,00	23,00	28,00	28,00	25,00	25,00
Número de funcionários - ACUMULADO	1.387,00	1.409,00	1.433,00	1.455,00	1.479,00	1.503,00	1.529,00	1.552,00	1.580,00	1.608,00	1.633,00	1.658,00
Indicador de geração de resíduos mensal ao longo da obra:	0,52	0,55	0,25	1,36	0,17	0,50	0,46	0,87	0,86	0,86	1,20	1,28
Indicador de geração de resíduos acumulado ao longo da obra:	0,34	0,34	0,34	0,36	0,36	0,36	0,36	0,37	0,38	0,38	0,40	0,41
Indicador de consumo de água mensal ao longo da obra	4,61	3,28	5,77	6,32	4,67	5,46	5,00	6,30	5,39	5,57	5,28	6,08
Indicador de consumo de água acumulado ao longo da obra	2,69	2,69	2,75	2,80	2,83	2,87	2,91	2,96	3,00	3,05	3,08	3,13
Indicador de consumo de energia mensal ao longo da obra	47,13	36,34	33,31	38,95	32,50	32,75	30,85	35,65	29,11	33,04	37,20	36,20
Indicador de consumo de energia acumulado ao longo da obra	28,76	28,88	28,95	29,10	29,16	29,22	29,24	29,34	29,33	29,40	29,52	29,62
Indicador de geração de resíduos ao final da obra:	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,09
Indicador de geração de água ao final da obra:	0,48	0,49	0,51	0,52	0,54	0,56	0,57	0,59	0,61	0,63	0,65	0,67
Indicador de geração de Energia ao final da obra:	5,14	5,24	5,34	5,45	5,55	5,65	5,76	5,86	5,97	6,09	6,21	6,32

Gráfico D10 - Consumos de água e energia, Histograma de mão de obra e indicadores de sustentabilidade

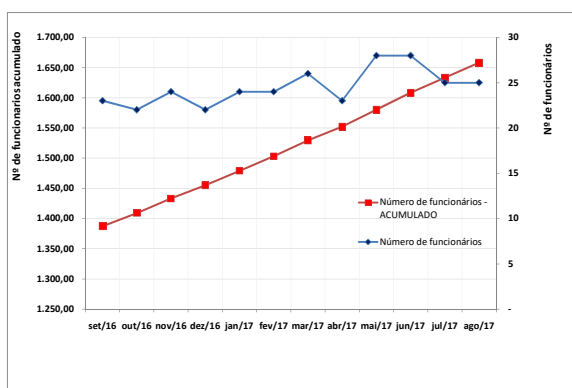
CONSUMOS PARCIAIS DE ÁGUA E ENERGIA - 2017



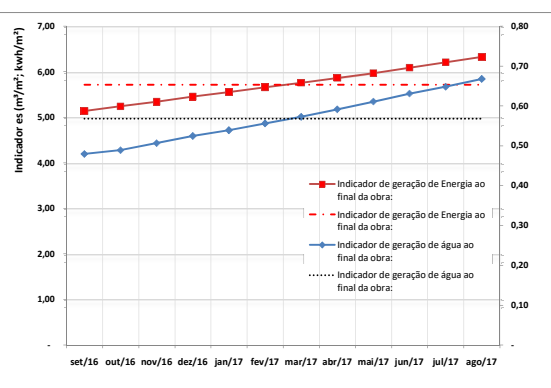
INDICADORES DE CONSUMO DE ÁGUA E ENERGIA POR TRABALHADOR - 2017



Nº DE FUNCIONÁRIOS POR MÊS E ACUMULADO - 2017



INDICADORES DE CONSUMO DE ÁGUA E ENERGIA POR ÁREA CONSTRUÍDA - 2017



Quadro D11 - Banco de dados dos consumos de água e energia além dos indicadores de sustentabilidade

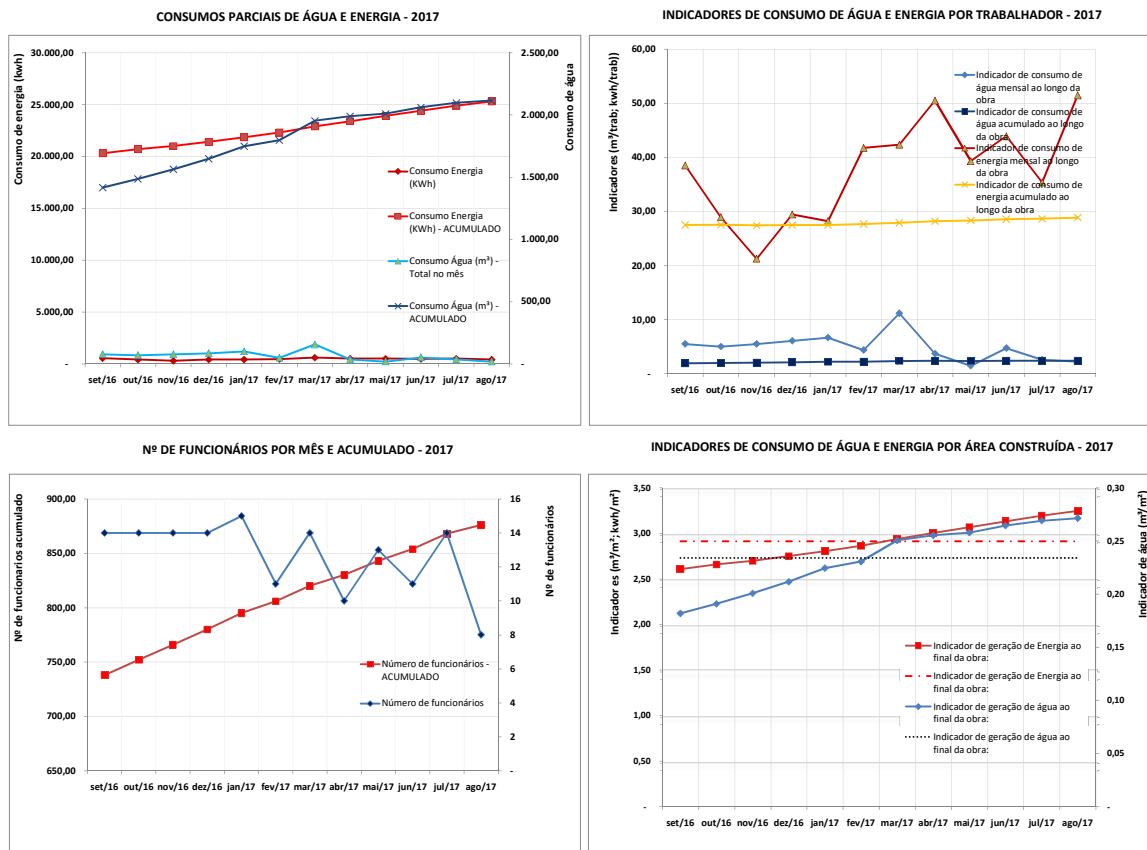
Obra: 36

Área construída: 7.791,79 Fase: Acabamento



Informações Necessárias	set/16	out/16	nov/16	dez/16	jan/17	fev/17	mar/17	abr/17	mai/17	jun/17	jul/17	ago/17
Consumo Energia (KWh)	539,15	404,88	297,25	412,05	423,33	459,20	593,00	505,00	511,00	483,00	495,00	412,00
Consumo Energia (KWh) - ACUMULADO	20.297,86	20.702,74	20.999,99	21.412,04	21.835,37	22.294,57	22.887,57	23.392,57	23.903,57	24.386,57	24.881,57	25.293,57
Consumo Água (m³) - Compesa	77,00	70,00	77,00	85,00	100,00	48,00	76,00	5,00	3,00	4,00	4,00	2,00
Consumo Água (m³) - Caminhão Pipa			-		-	-	80,00	32,00	16,00	48,00	32,00	16,00
Consumo Água (m³) - Total no mês	77,00	70,00	77,00	85,00	100,00	48,00	156,00	37,00	19,00	52,00	36,00	18,00
Consumo Água (m³) - ACUMULADO	1.417,00	1.487,00	1.564,00	1.649,00	1.749,00	1.797,00	1.953,00	1.990,00	2.009,00	2.061,00	2.097,00	2.115,00
m³ de caçambas de entulho descartadas	16,00	-	-	-	4,01	7,03	17,85	4,90	4,73	4,01	5,00	3,89
m³ de caçambas de entulho descartadas - ACUMULADO	1.520,00	1.520,00	1.520,00	1.520,00	1.524,01	1.531,04	1.548,89	1.553,79	1.558,52	1.562,53	1.567,53	1.571,42
Número de funcionários	14,00	14,00	14,00	14,00	15,00	11,00	14,00	10,00	13,00	11,00	14,00	8,00
Número de funcionários - ACUMULADO	738,00	752,00	766,00	780,00	795,00	806,00	820,00	830,00	843,00	854,00	868,00	876,00
Indicador de geração de resíduos mensal ao longo da obra:	1,14	-	-	-	0,27	0,64	1,28	0,49	0,36	0,36	0,36	0,49
Indicador de geração de resíduos acumulado ao longo da obra:	2,06	2,02	1,98	1,95	1,92	1,90	1,89	1,87	1,85	1,83	1,81	1,79
Indicador de consumo de água mensal ao longo da obra	5,50	5,00	5,50	6,07	6,67	4,36	11,14	3,70	1,46	4,73	2,57	2,25
Indicador de consumo de água acumulado ao longo da obra	1,92	1,98	2,04	2,11	2,20	2,23	2,38	2,40	2,38	2,41	2,42	2,41
Indicador de consumo de energia mensal ao longo da obra	38,51	28,92	21,23	29,43	28,22	41,75	42,36	50,50	39,31	43,91	35,36	51,50
Indicador de consumo de energia acumulado ao longo da obra	27,50	27,53	27,42	27,45	27,47	27,66	27,91	28,18	28,36	28,56	28,67	28,87
Indicador de geração de resíduos ao final da obra:	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Indicador de geração de água ao final da obra:	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,25	0,26	0,26	0,26	0,27	0,27
Indicador de geração de Energia ao final da obra:	2,61	2,66	2,70	2,75	2,80	2,86	2,94	3,00	3,07	3,13	3,19	3,25

Gráfico D11 - Consumos de água e energia, Histograma de mão de obra e indicadores de sustentabilidade



Quadro D12 - Banco de dados dos consumos de água e energia além dos indicadores de sustentabilidade

Obra: 37

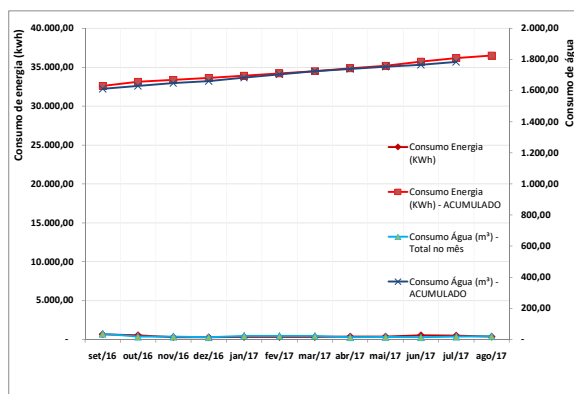
Área construída: 7.794,41 Fase: Acabamento



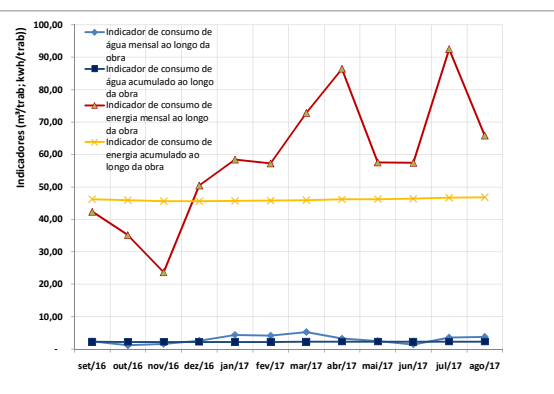
Informações Necessárias	set/16	out/16	nov/16	dez/16	jan/17	fev/17	mar/17	abr/17	mai/17	jun/17	jul/17	ago/17
Consumo Energia (KWh)	634,48	526,85	260,35	252,15	292,13	285,98	291,10	345,43	345,13	516,60	462,28	329,03
Consumo Energia (KWh) - ACUMULADO	32.585,48	33.112,33	33.372,68	33.624,83	33.916,96	34.202,94	34.494,04	34.839,47	35.184,60	35.701,20	36.163,48	36.492,51
Consumo Água (m³) - Compesa	20,00	18,00	18,00	13,00	22,00	21,00	21,00	13,00	15,00	13,00	18,00	3,00
Consumo Água (m³) - Caminhão Pipa	16,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16,00
Consumo Água (m³) - Total no mês	36,00	18,00	18,00	13,00	22,00	21,00	21,00	13,00	15,00	13,00	18,00	19,00
Consumo Água (m³) - ACUMULADO	1.611,00	1.629,00	1.647,00	1.660,00	1.682,00	1.703,00	1.724,00	1.737,00	1.752,00	1.765,00	1.783,00	1.802,00
m³ de caçambas de entulho descartadas	6,00	-	-	-	-	3,26	-	-	5,53	4,53	4,45	4,15
m³ de caçambas de entulho descartadas - ACUMULADO	390,00	390,00	390,00	390,00	390,00	393,26	393,26	393,26	398,79	403,32	407,77	411,92
Número de funcionários	15,00	15,00	11,00	5,00	5,00	5,00	4,00	4,00	6,00	9,00	5,00	5,00
Número de funcionários - ACUMULADO	706,00	721,00	732,00	737,00	742,00	747,00	751,00	755,00	761,00	770,00	775,00	780,00
Indicador de geração de resíduos mensal ao longo da obra:	0,40	-	-	-	-	0,65	-	-	0,92	0,50	0,89	0,83
Indicador de geração de resíduos acumulado ao longo da obra:	0,55	0,54	0,53	0,53	0,53	0,53	0,52	0,52	0,52	0,52	0,53	0,53
Indicador de consumo de água mensal ao longo da obra	2,40	1,20	1,64	2,60	4,40	4,20	5,25	3,25	2,50	1,44	3,60	3,80
Indicador de consumo de água acumulado ao longo da obra	2,28	2,26	2,25	2,25	2,27	2,28	2,30	2,30	2,30	2,29	2,30	2,31
Indicador de consumo de energia mensal ao longo da obra	42,30	35,12	23,67	50,43	58,43	57,20	72,78	86,36	57,52	57,40	92,46	65,81
Indicador de consumo de energia acumulado ao longo da obra	46,16	45,93	45,59	45,62	45,71	45,79	45,93	46,14	46,23	46,37	46,66	46,79
Indicador de geração de resíduos ao final da obra:	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Indicador de geração de água ao final da obra:	0,21	0,21	0,21	0,21	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,23	0,23	0,23
Indicador de geração de Energia ao final da obra:	4,18	4,25	4,28	4,31	4,35	4,39	4,43	4,47	4,51	4,58	4,64	4,68

Gráfico D12 - Consumos de água e energia, Histograma de mão de obra e indicadores de sustentabilidade

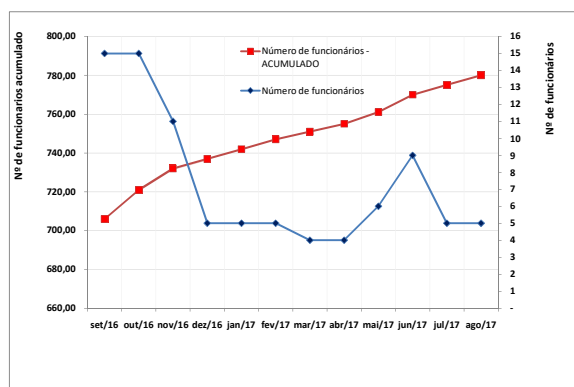
CONSUMOS PARCIAIS DE ÁGUA E ENERGIA - 2017



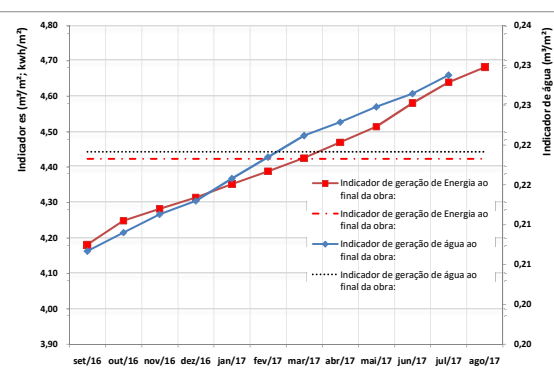
INDICADORES DE CONSUMO DE ÁGUA E ENERGIA POR TRABALHADOR - 2017



Nº DE FUNCIONÁRIOS POR MÊS E ACUMULADO - 2017



INDICADORES DE CONSUMO DE ÁGUA E ENERGIA POR ÁREA CONSTRUÍDA - 2017



Quadro D13 - Banco de dados dos consumos de água e energia além dos indicadores de sustentabilidade

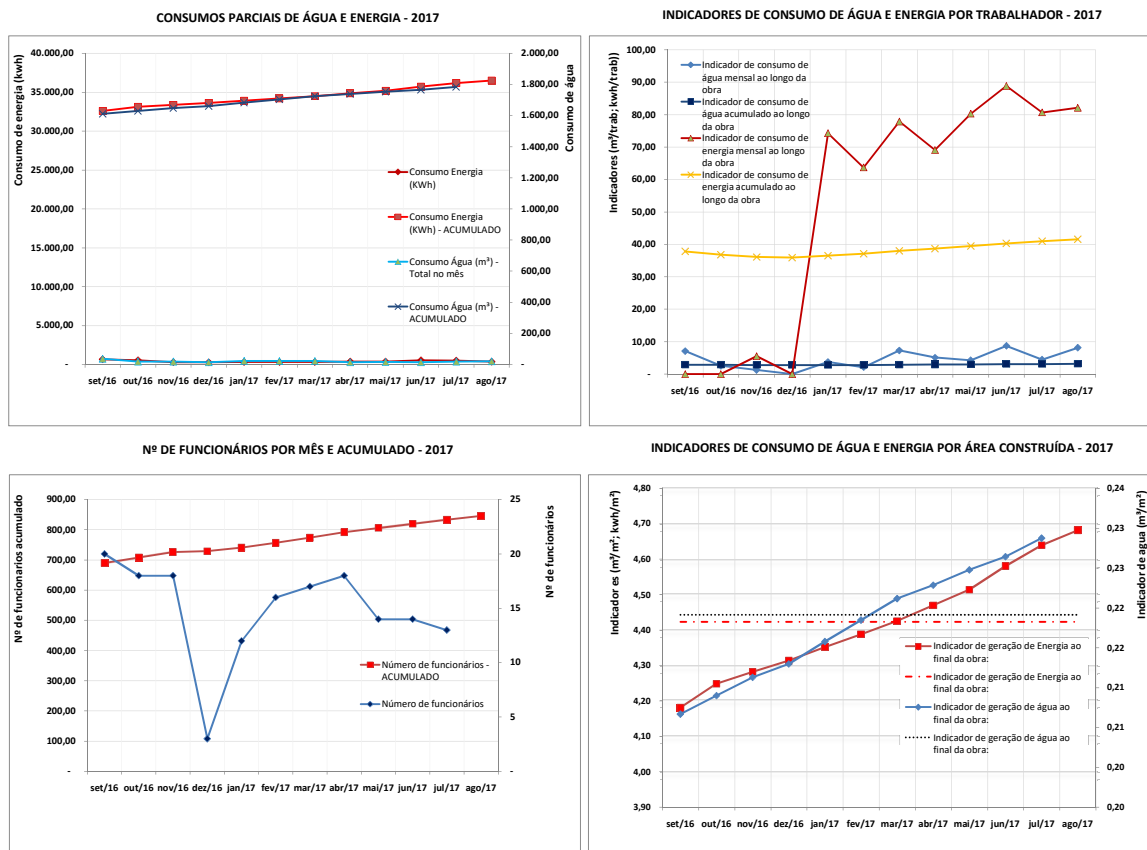
Obra: 38

Área construída: 8.188,91 Fase: Acabamento



Informações Necessárias	set/16	out/16	nov/16	dez/16	jan/17	fev/17	mar/17	abr/17	mai/17	jun/17	jul/17	ago/17
Consumo Energia (KWh)	-	-	100,00	-	890,73	1.018,85	1.323,28	1.243,33	1.123,40	1.243,33	1.048,58	1.067,03
Consumo Energia (KWh) - ACUMULADO	26.114,16	26.114,16	26.214,16	26.214,16	27.104,89	28.123,74	29.447,02	30.690,35	31.813,75	33.057,08	34.105,66	35.172,69
Consumo Água (m³) - Compesa	30,00	46,00	23,00	-	13,00	2,00	12,00	12,00	12,00	10,00	10,00	10,00
Consumo Água (m³) - Caminhão Pipa	112,00	-	-	-	32,00	32,00	112,00	80,00	48,00	112,00	48,00	96,00
Consumo Água (m³) - Total no mês	142,00	46,00	23,00	-	45,00	34,00	124,00	92,00	60,00	122,00	58,00	106,00
Consumo Água (m³) - ACUMULADO	2.005,00	2.051,00	2.074,00	2.074,00	2.119,00	2.153,00	2.277,00	2.369,00	2.429,00	2.551,00	2.609,00	2.715,00
m³ de caçambas de entulho descartadas	10,00	5,30	-	-	5,00	5,00	5,00	10,00	15,00	10,00	5,00	15,00
m³ de caçambas de entulho descartadas - ACUMULADO	73,02	78,32	78,32	78,32	83,32	88,32	93,32	103,32	118,32	128,32	133,32	148,32
Número de funcionários	20,00	18,00	18,00	3,00	12,00	16,00	17,00	18,00	14,00	14,00	13,00	13,00
Número de funcionários - ACUMULADO	690,00	708,00	726,00	729,00	741,00	757,00	774,00	792,00	806,00	820,00	833,00	846,00
Indicador de geração de resíduos mensal ao longo da obra:	0,50	0,29	-	-	0,42	0,31	0,29	0,56	1,07	0,71	0,38	1,15
Indicador de geração de resíduos acumulado ao longo da obra:	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12	0,13	0,15	0,16	0,16	0,18
Indicador de consumo de água mensal ao longo da obra	7,10	2,56	1,28	-	3,75	2,13	7,29	5,11	4,29	8,71	4,46	8,15
Indicador de consumo de água acumulado ao longo da obra	2,91	2,90	2,86	2,84	2,86	2,84	2,94	2,99	3,01	3,11	3,13	3,21
Indicador de consumo de energia mensal ao longo da obra	-	-	5,56	-	74,23	63,68	77,84	69,07	80,24	88,81	80,66	82,08
Indicador de consumo de energia acumulado ao longo da obra	37,85	36,88	36,11	35,96	36,58	37,15	38,05	38,75	39,47	40,31	40,94	41,58
Indicador de geração de resíduos ao final da obra:	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
Indicador de geração de água ao final da obra:	0,24	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26	0,28	0,29	0,30	0,31	0,32	0,33
Indicador de geração de Energia ao final da obra:	3,19	3,19	3,20	3,20	3,31	3,43	3,60	3,75	3,88	4,04	4,16	4,30

Gráfico D13 - Consumos de água e energia, Histograma de mão de obra e indicadores de sustentabilidade



Quadro D14 - Banco de dados dos consumos de água e energia além dos indicadores de sustentabilidade

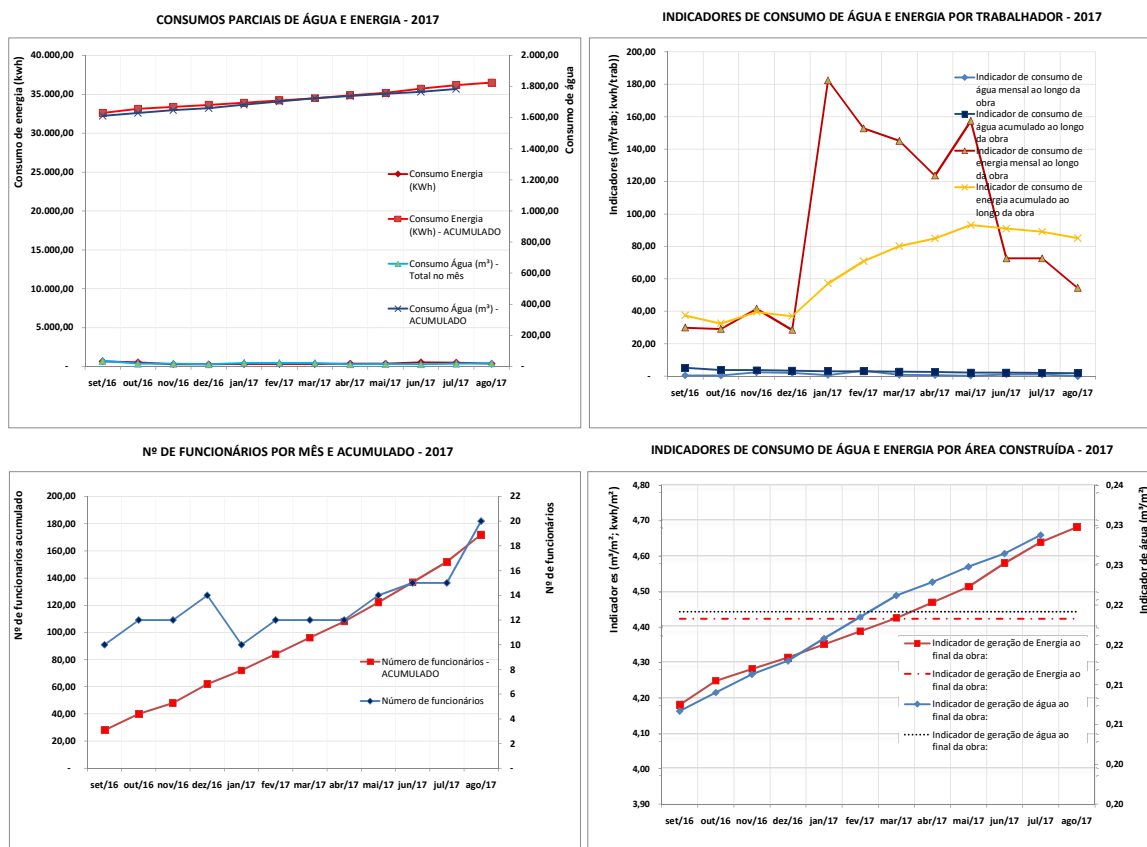
Obra: 39

Área construída: 8.887,57 Fase: Fundação



Informações Necessárias	set/16	out/16	nov/16	dez/16	jan/17	fev/17	mar/17	abr/17	mai/17	jun/17	jul/17	ago/17
Consumo Energia (KWh)	300,00	350,00	500,00	400,00	1.823,48	1.832,70	1.740,45	1.483,18	2.202,73	1.089,58	1.089,58	1.089,58
Consumo Energia (KWh) - ACUMULADO	1.050,00	1.300,00	1.900,00	2.300,00	4.123,48	5.956,18	7.696,63	9.179,81	11.382,54	12.472,12	13.561,70	14.651,28
Consumo Água (m³) - Compesa	6,00	5,00	29,00	30,00	8,00	42,00	11,00	9,00	5,00	18,00	16,00	2,00
Consumo Água (m³) - Caminhão Pipa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Consumo Água (m³) - Total no mês	6,00	5,00	29,00	30,00	8,00	42,00	11,00	9,00	5,00	18,00	16,00	2,00
Consumo Água (m³) - ACUMULADO	146,00	151,00	180,00	210,00	218,00	260,00	271,00	280,00	285,00	303,00	319,00	321,00
m³ de caçambas de entulho descartadas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
m³ de caçambas de entulho descartadas - ACUMULADO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Número de funcionários	10,00	12,00	12,00	14,00	10,00	12,00	12,00	12,00	14,00	15,00	15,00	20,00
Número de funcionários - ACUMULADO	28,00	40,00	48,00	62,00	72,00	84,00	96,00	108,00	122,00	137,00	152,00	172,00
Indicador de geração de resíduos mensal ao longo da obra:	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Indicador de geração de resíduos acumulado ao longo da obra:	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Indicador de consumo de água mensal ao longo da obra	0,60	0,42	2,42	2,14	0,80	3,50	0,92	0,75	0,36	1,20	1,07	0,10
Indicador de consumo de água acumulado ao longo da obra	5,21	3,78	3,75	3,39	3,03	3,10	2,82	2,59	2,34	2,21	2,10	1,87
Indicador de consumo de energia mensal ao longo da obra	30,00	29,17	41,67	28,57	182,35	152,73	145,04	123,60	157,34	72,64	72,64	54,48
Indicador de consumo de energia acumulado ao longo da obra	37,50	32,50	39,58	37,10	57,27	70,91	80,17	85,00	93,30	91,04	89,22	85,18
Indicador de geração de resíduos ao final da obra:	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Indicador de geração de água ao final da obra:	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04
Indicador de geração de Energia ao final da obra:	0,12	0,15	0,21	0,26	0,46	0,67	0,87	1,03	1,28	1,40	1,53	1,65

Gráfico D14 - Consumos de água e energia, Histograma de mão de obra e indicadores de sustentabilidade



Quadro D15 - Banco de dados dos consumos de água e energia além dos indicadores de sustentabilidade

Obra: 40

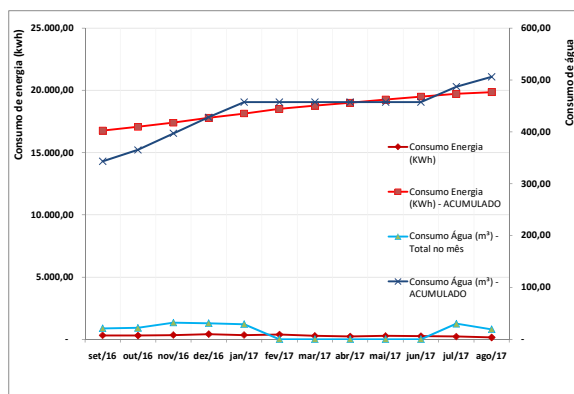
Área construída: 8.971,76 Fase: Estrutura



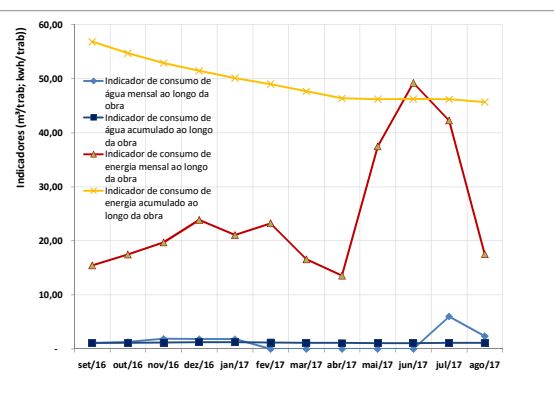
Informações Necessárias	set/16	out/16	nov/16	dez/16	jan/17	fev/17	mar/17	abr/17	mai/17	jun/17	jul/17	ago/17
Consumo Energia (KWh)	309,55	297,25	335,18	405,90	337,23	372,08	265,48	217,30	262,40	246,00	211,15	140,43
Consumo Energia (KWh) - ACUMULADO	16.761,34	17.058,59	17.393,77	17.799,67	18.136,90	18.508,98	18.774,46	18.991,76	19.254,16	19.500,16	19.711,31	19.851,74
Consumo Água (m³) - Compesa	21,00	22,00	32,00	31,00	29,00						30,00	19,00
Consumo Água (m³) - Caminhão Pipa	-	-	-	-								
Consumo Água (m³) - Total no mês	21,00	22,00	32,00	31,00	29,00	-	-	-	-	-	30,00	19,00
Consumo Água (m³) - ACUMULADO	343,00	365,00	397,00	428,00	457,00	457,00	457,00	457,00	457,00	457,00	487,00	506,00
m³ de caçambas de entulho descartadas	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	-	-	6,00
m³ de caçambas de entulho descartadas - ACUMULADO	36,00	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	78,00	78,00	84,00
Número de funcionários	20,00	17,00	17,00	17,00	16,00	16,00	16,00	16,00	7,00	5,00	5,00	8,00
Número de funcionários - ACUMULADO	295,00	312,00	329,00	346,00	362,00	378,00	394,00	410,00	417,00	422,00	427,00	435,00
Indicador de geração de resíduos mensal ao longo da obra:	0,30	0,35	0,35	0,35	0,38	0,38	0,38	0,38	0,86	-	-	0,75
Indicador de geração de resíduos acumulado ao longo da obra:	0,12	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,18	0,18	0,19
Indicador de consumo de água mensal ao longo da obra	1,05	1,29	1,88	1,82	1,81	-	-	-	-	-	6,00	2,38
Indicador de consumo de água acumulado ao longo da obra	1,16	1,17	1,21	1,24	1,26	1,21	1,16	1,11	1,10	1,08	1,14	1,16
Indicador de consumo de energia mensal ao longo da obra	15,48	17,49	19,72	23,88	21,08	23,26	16,59	13,58	37,49	49,20	42,23	17,55
Indicador de consumo de energia acumulado ao longo da obra	56,82	54,67	52,87	51,44	50,10	48,97	47,65	46,32	46,17	46,21	46,16	45,64
Indicador de geração de resíduos ao final da obra:	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Indicador de geração de água ao final da obra:	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06
Indicador de geração de Energia ao final da obra:	1,87	1,90	1,94	1,98	2,02	2,06	2,09	2,12	2,15	2,17	2,20	2,21

Gráfico D15 - Consumos de água e energia, Histograma de mão de obra e indicadores de sustentabilidade

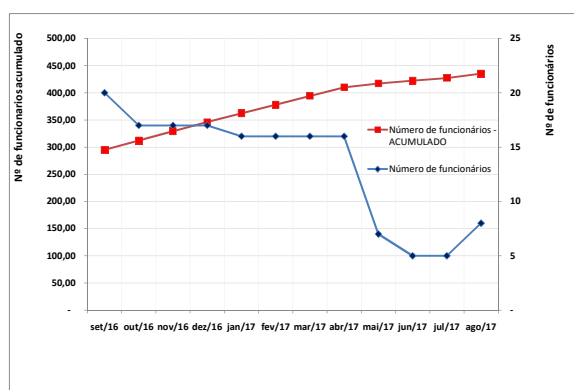
CONSUMOS PARCIAIS DE ÁGUA E ENERGIA - 2017



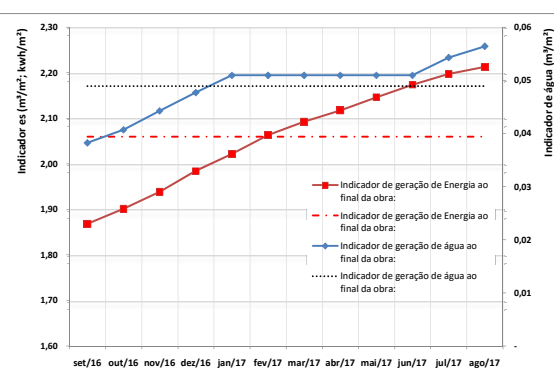
INDICADORES DE CONSUMO DE ÁGUA E ENERGIA POR TRABALHADOR - 2017



Nº DE FUNCIONÁRIOS POR MÊS E ACUMULADO - 2017



INDICADORES DE CONSUMO DE ÁGUA E ENERGIA POR ÁREA CONSTRUÍDA - 2017



Quadro D16 - Banco de dados dos consumos de água e energia além dos indicadores de sustentabilidade

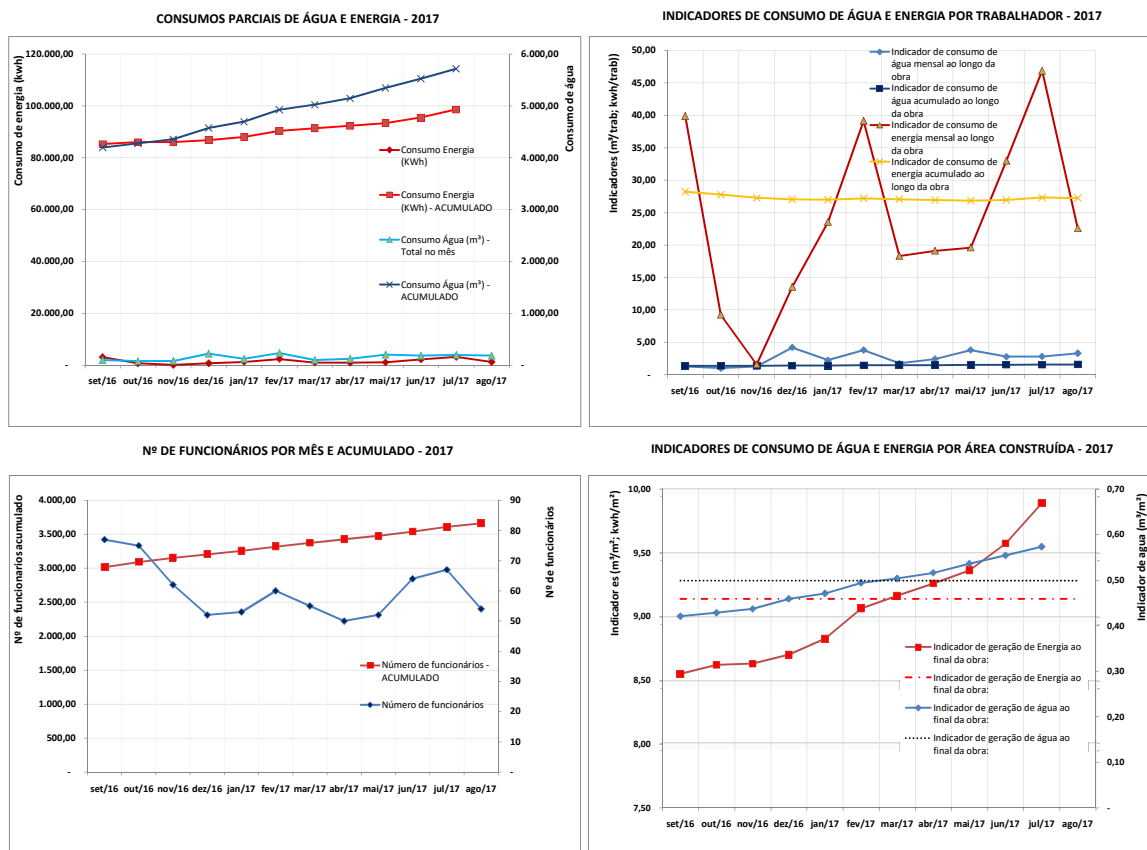
Obra: 41

Área construída: 9.965,39 Fase: Acabamento



Informações Necessárias	set/16	out/16	nov/16	dez/16	jan/17	fev/17	mar/17	abr/17	mai/17	jun/17	jul/17	ago/17
Consumo Energia (KWh)	3.072,95	695,98	100,00	705,20	1.250,00	2.350,00	1.008,00	957,00	1.021,00	2.111,00	3.142,00	1.221,00
Consumo Energia (KWh) - ACUMULADO	85.215,58	85.911,56	86.011,56	86.716,76	87.966,76	90.316,76	91.324,76	92.281,76	93.302,76	95.413,76	98.555,76	99.776,76
Consumo Água (m³) - Compesa	98,00	78,00	81,00	220,00	120,00	230,00	97,00	123,00	200,00	180,00	191,00	180,00
Consumo Água (m³) - Caminhão Pipa												
Consumo Água (m³) - Total no mês	98,00	78,00	81,00	220,00	120,00	230,00	97,00	123,00	200,00	180,00	191,00	180,00
Consumo Água (m³) - ACUMULADO	4.193,00	4.271,00	4.352,00	4.572,00	4.692,00	4.922,00	5.019,00	5.142,00	5.342,00	5.522,00	5.713,00	5.893,00
m³ de caçambas de entulho descartadas	5,00	5,00	1,00	-	2,00	4,00	4,00	5,00	5,00	3,00	3,00	4,00
m³ de caçambas de entulho descartadas - ACUMULADO	283,00	288,00	289,00	289,00	291,00	295,00	299,00	304,00	309,00	312,00	315,00	319,00
Número de funcionários	77,00	75,00	62,00	52,00	53,00	60,00	55,00	50,00	52,00	64,00	67,00	54,00
Número de funcionários - ACUMULADO	3.017,00	3.092,00	3.154,00	3.206,00	3.259,00	3.319,00	3.374,00	3.424,00	3.476,00	3.540,00	3.607,00	3.661,00
Indicador de geração de resíduos mensal ao longo da obra:	0,06	0,07	0,02	-	0,04	0,07	0,07	0,10	0,10	0,05	0,04	0,07
Indicador de geração de resíduos acumulado ao longo da obra:	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Indicador de consumo de água mensal ao longo da obra	1,27	1,04	1,31	4,23	2,26	3,83	1,76	2,46	3,85	2,81	2,85	3,33
Indicador de consumo de água acumulado ao longo da obra	1,39	1,38	1,38	1,43	1,44	1,48	1,49	1,50	1,54	1,56	1,58	1,61
Indicador de consumo de energia mensal ao longo da obra	39,91	9,28	1,61	13,56	23,58	39,17	18,33	19,14	19,63	32,98	46,90	22,61
Indicador de consumo de energia acumulado ao longo da obra	28,25	27,79	27,27	27,05	26,99	27,21	27,07	26,95	26,84	26,95	27,32	27,25
Indicador de geração de resíduos ao final da obra:	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Indicador de geração de água ao final da obra:	0,42	0,43	0,44	0,46	0,47	0,49	0,50	0,52	0,54	0,55	0,57	0,59
Indicador de geração de Energia ao final da obra:	8,55	8,62	8,63	8,70	8,83	9,06	9,16	9,26	9,36	9,57	9,89	10,01

Gráfico D16 - Consumos de água e energia, Histograma de mão de obra e indicadores de sustentabilidade



Quadro D17 - Banco de dados dos consumos de água e energia além dos indicadores de sustentabilidade

Obra: 42

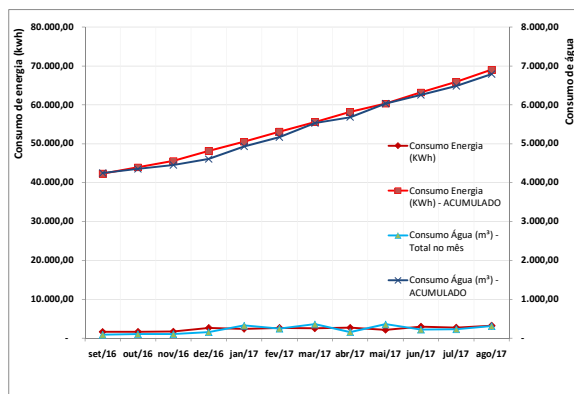
Área construída: 10081,2 Fase: Acabamento



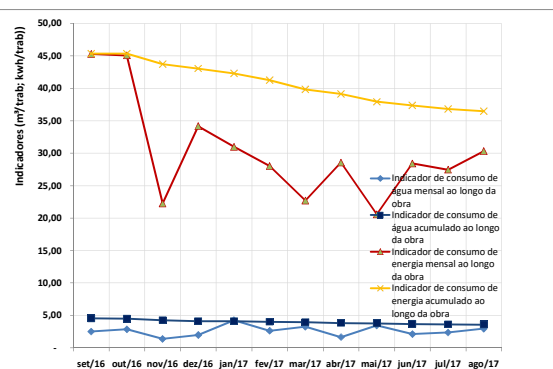
Informações Necessárias	set/16	out/16	nov/16	dez/16	jan/17	fev/17	mar/17	abr/17	mai/17	jun/17	jul/17	ago/17
Consumo Energia (KWh)	1.586,00	1.623,00	1.648,00	2.597,00	2.355,00	2.578,90	2.476,40	2.627,08	2.099,20	2.898,70	2.663,98	3.153,93
Consumo Energia (KWh) - ACUMULADO	42.283,57	43.906,57	45.554,57	48.151,57	50.506,57	53.085,47	55.561,87	58.188,95	60.288,15	63.186,85	65.850,83	69.004,76
Consumo Água (m³) - Compesa	8,00	7,00	8,00	8,00	19,00	19,00	20,00	10,00	17,00	10,00	6,00	4,00
Consumo Água (m³) - Caminhão Pipa	80,00	96,00	96,00	144,00	304,00	224,00	336,00	144,00	336,00	208,00	224,00	304,00
Consumo Água (m³) - Total no mês	88,00	103,00	104,00	152,00	323,00	243,00	356,00	154,00	353,00	218,00	230,00	308,00
Consumo Água (m³) - ACUMULADO	4.243,00	4.346,00	4.450,00	4.602,00	4.925,00	5.168,00	5.524,00	5.678,00	6.031,00	6.249,00	6.479,00	6.787,00
m³ de caçambas de entulho descartadas	12,00	12,00	24,00	30,00	42,00	42,00	42,00	30,00	31,60	33,28	21,16	28,00
m³ de caçambas de entulho descartadas - ACUMULADO	798,00	810,00	834,00	864,00	906,00	948,00	990,00	1.020,00	1.051,60	1.084,88	1.106,04	1.134,04
Número de funcionários	35,00	36,00	74,00	76,00	76,00	92,00	109,00	92,00	102,00	102,00	97,00	104,00
Número de funcionários - ACUMULADO	932,00	968,00	1.042,00	1.118,00	1.194,00	1.286,00	1.395,00	1.487,00	1.589,00	1.691,00	1.788,00	1.892,00
Indicador de geração de resíduos mensal ao longo da obra:	0,34	0,33	0,32	0,39	0,55	0,46	0,39	0,33	0,31	0,33	0,22	0,27
Indicador de geração de resíduos acumulado ao longo da obra:	0,86	0,84	0,80	0,77	0,76	0,74	0,71	0,69	0,66	0,64	0,62	0,60
Indicador de consumo de água mensal ao longo da obra	2,51	2,86	1,41	2,00	4,25	2,64	3,27	1,67	3,46	2,14	2,37	2,96
Indicador de consumo de água acumulado ao longo da obra	4,55	4,49	4,27	4,12	4,12	4,02	3,96	3,82	3,80	3,70	3,62	3,59
Indicador de consumo de energia mensal ao longo da obra	45,31	45,08	22,27	34,17	30,99	28,03	22,72	28,56	20,58	28,42	27,46	30,33
Indicador de consumo de energia acumulado ao longo da obra	45,37	45,36	43,72	43,07	42,30	41,28	39,83	39,13	37,94	37,37	36,83	36,47
Indicador de geração de resíduos ao final da obra:	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11
Indicador de geração de água ao final da obra:	0,42	0,43	0,44	0,46	0,49	0,51	0,55	0,56	0,60	0,62	0,64	0,67
Indicador de geração de Energia ao final da obra:	4,19	4,36	4,52	4,78	5,01	5,27	5,51	5,77	5,98	6,27	6,53	6,84

Gráfico D17 - Consumos de água e energia, Histograma de mão de obra e indicadores de sustentabilidade

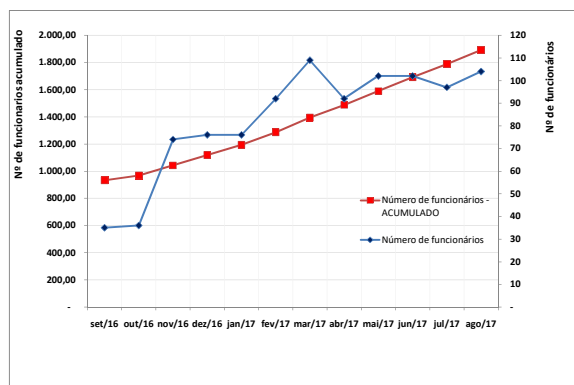
CONSUMOS PARCIAIS DE ÁGUA E ENERGIA - 2017



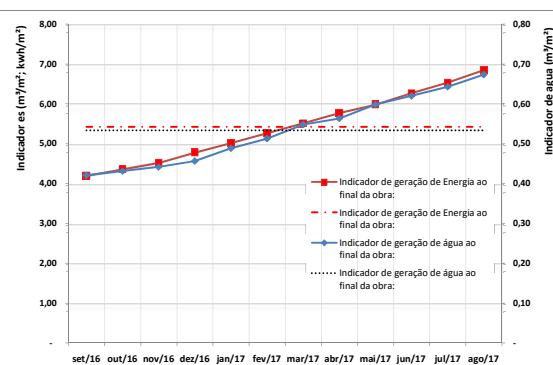
INDICADORES DE CONSUMO DE ÁGUA E ENERGIA POR TRABALHADOR - 2017



Nº DE FUNCIONÁRIOS POR MÊS E ACUMULADO - 2017



INDICADORES DE CONSUMO DE ÁGUA E ENERGIA POR ÁREA CONSTRUÍDA - 2017



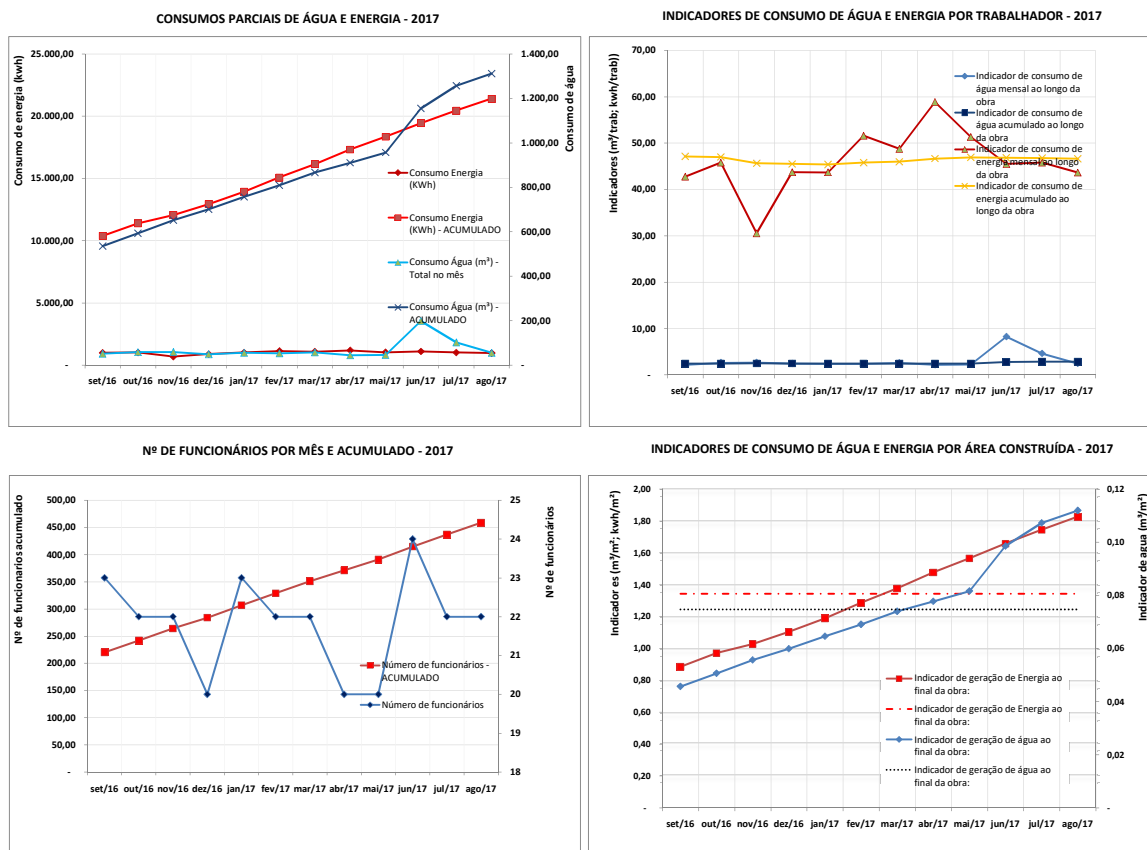
Quadro D18 - Banco de dados dos consumos de água e energia além dos indicadores de sustentabilidade

Obra: 43



Área construída: 11.723,14 Fase: Estrutura

Informações Necessárias	set/16	out/16	nov/16	dez/16	jan/17	fev/17	mar/17	abr/17	mai/17	jun/17	jul/17	ago/17
Consumo Energia (KWh)	984,00	1.007,58	672,40	875,35	1.005,53	1.135,70	1.073,18	1.177,73	1.027,05	1.092,65	1.007,58	960,43
Consumo Energia (KWh) - ACUMULADO	10.371,48	11.379,06	12.051,46	12.926,81	13.932,34	15.068,04	16.141,22	17.318,95	18.346,00	19.438,65	20.446,23	21.406,66
Consumo Água (m³) - Compesa	51,00	58,00	59,00	49,00	55,00	53,00	57,00	44,00	46,00	198,00	102,00	55,00
Consumo Água (m³) - Caminhão Pipa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Consumo Água (m³) - Total no mês	51,00	58,00	59,00	49,00	55,00	53,00	57,00	44,00	46,00	198,00	102,00	55,00
Consumo Água (m³) - ACUMULADO	535,60	593,60	652,60	701,60	756,60	809,60	866,60	910,60	956,60	1.154,60	1.256,60	1.311,60
m³ de caçambas de entulho descartadas	6,00	-	-	-	4,56	8,86	4,75	3,65	9,73	4,93	5,18	1,00
m³ de caçambas de entulho descartadas - ACUMULADO	88,00	88,00	88,00	88,00	92,56	101,42	106,17	109,82	119,55	124,48	129,66	130,66
Número de funcionários	23,00	22,00	22,00	20,00	23,00	22,00	22,00	20,00	20,00	24,00	22,00	22,00
Número de funcionários - ACUMULADO	220,00	242,00	264,00	284,00	307,00	329,00	351,00	371,00	391,00	415,00	437,00	459,00
Indicador de geração de resíduos mensal ao longo da obra:	0,26	-	-	-	0,20	0,40	0,22	0,18	0,49	0,21	0,24	0,05
Indicador de geração de resíduos acumulado ao longo da obra:	0,40	0,36	0,33	0,31	0,30	0,31	0,30	0,30	0,31	0,30	0,30	0,28
Indicador de consumo de água mensal ao longo da obra	2,22	2,64	2,68	2,45	2,39	2,41	2,59	2,20	2,30	8,25	4,64	2,50
Indicador de consumo de água acumulado ao longo da obra	2,43	2,45	2,47	2,47	2,46	2,46	2,47	2,45	2,45	2,78	2,88	2,86
Indicador de consumo de energia mensal ao longo da obra	42,78	45,80	30,56	43,77	43,72	51,62	48,78	58,89	51,35	45,53	45,80	43,66
Indicador de consumo de energia acumulado ao longo da obra	47,14	47,02	45,65	45,52	45,38	45,80	45,99	46,68	46,92	46,84	46,79	46,64
Indicador de geração de resíduos ao final da obra:	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Indicador de geração de água ao final da obra:	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08	0,10	0,11	0,11
Indicador de geração de Energia ao final da obra:	0,88	0,97	1,03	1,10	1,19	1,29	1,38	1,48	1,56	1,66	1,74	1,83

Gráfico D18 - Consumos de água e energia, Histograma de mão de obra e indicadores de sustentabilidade


Quadro D19 - Banco de dados dos consumos de água e energia além dos indicadores de sustentabilidade

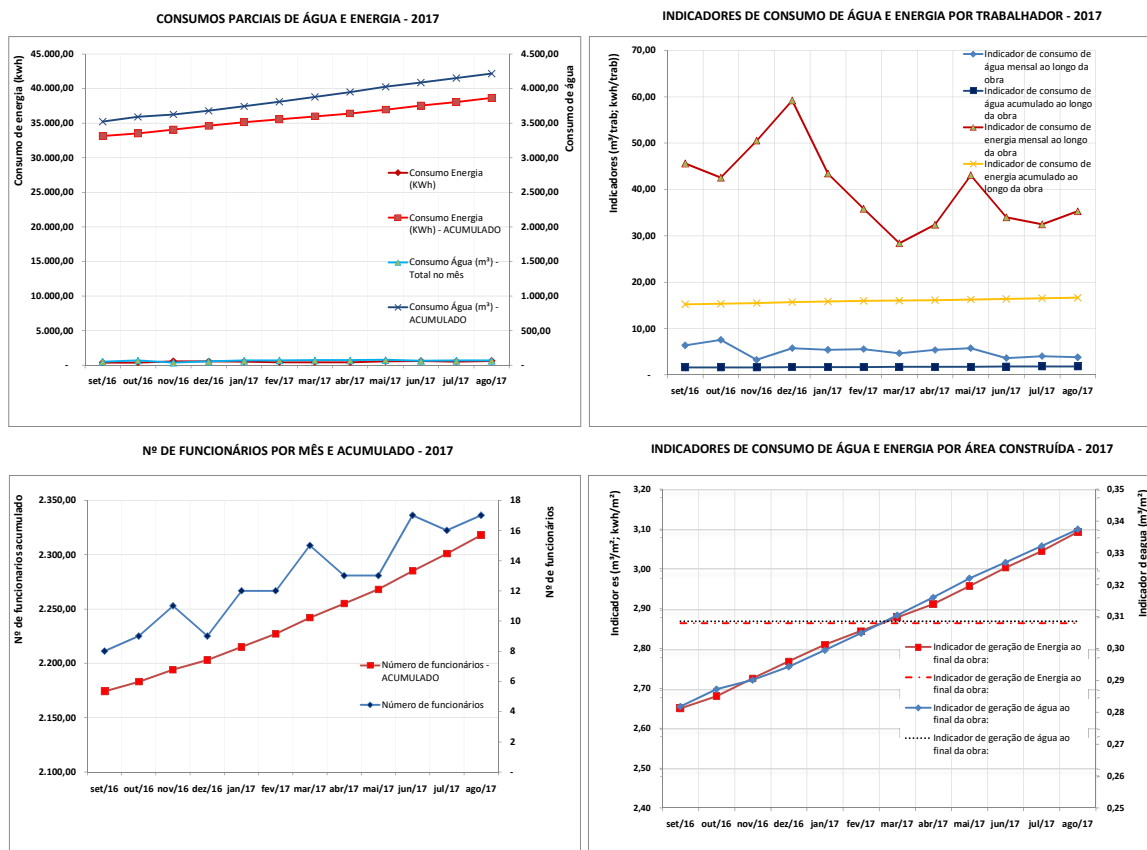
Obra: 44

Área construída: 12.500,00 Fase: Acabamento



Informações Necessárias	set/16	out/16	nov/16	dez/16	jan/17	fev/17	mar/17	abr/17	mai/17	jun/17	jul/17	ago/17
Consumo Energia (KWh)	365,00	383,00	556,00	533,00	521,00	430,00	426,00	421,00	560,00	578,00	520,00	600,00
Consumo Energia (KWh) - ACUMULADO	33.122,22	33.505,22	34.061,22	34.594,22	35.115,22	35.545,22	35.971,22	36.392,22	36.952,22	37.530,22	38.050,22	38.650,22
Consumo Água (m³) - Compesa	3,00	4,00	4,00	4,00	5,00	5,00	7,00	6,00	6,00	7,00	5,00	5,00
Consumo Água (m³) - Caminhão Pipa	48,00	64,00	32,00	48,00	60,00	62,00	63,00	64,00	69,00	55,00	60,00	60,00
Consumo Água (m³) - Total no mês	51,00	68,00	36,00	52,00	65,00	67,00	70,00	70,00	75,00	62,00	65,00	65,00
Consumo Água (m³) - ACUMULADO	3.522,00	3.590,00	3.626,00	3.678,00	3.743,00	3.810,00	3.880,00	3.950,00	4.025,00	4.087,00	4.152,00	4.217,00
m³ de caçambas de entulho descartadas	1,00	1,00	2,00	-	2,00	3,00	2,00	3,00	5,00	5,00	2,00	2,00
m³ de caçambas de entulho descartadas - ACUMULADO	309,00	310,00	312,00	312,00	314,00	317,00	319,00	322,00	327,00	332,00	334,00	336,00
Número de funcionários	8,00	9,00	11,00	9,00	12,00	12,00	15,00	13,00	13,00	17,00	16,00	17,00
Número de funcionários - ACUMULADO	2.174,00	2.183,00	2.194,00	2.203,00	2.215,00	2.227,00	2.242,00	2.255,00	2.268,00	2.285,00	2.301,00	2.318,00
Indicador de geração de resíduos mensal ao longo da obra:	0,13	0,11	0,18	-	0,17	0,25	0,13	0,23	0,38	0,29	0,13	0,12
Indicador de geração de resíduos acumulado ao longo da obra:	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,15	0,15	0,14
Indicador de consumo de água mensal ao longo da obra	6,38	7,56	3,27	5,78	5,42	5,58	4,67	5,38	5,77	3,65	4,06	3,82
Indicador de consumo de água acumulado ao longo da obra	1,62	1,64	1,65	1,67	1,69	1,71	1,73	1,75	1,77	1,79	1,80	1,82
Indicador de consumo de energia mensal ao longo da obra	45,63	42,56	50,55	59,22	43,42	35,83	28,40	32,38	43,08	34,00	32,50	35,29
Indicador de consumo de energia acumulado ao longo da obra	15,24	15,35	15,52	15,70	15,85	15,96	16,04	16,14	16,29	16,42	16,54	16,67
Indicador de geração de resíduos ao final da obra:	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Indicador de geração de água ao final da obra:	0,28	0,29	0,29	0,29	0,30	0,30	0,31	0,32	0,32	0,33	0,33	0,34
Indicador de geração de energia ao final da obra:	2,65	2,68	2,72	2,77	2,81	2,84	2,88	2,91	2,96	3,00	3,04	3,09

Gráfico D19 - Consumos de água e energia, Histograma de mão de obra e indicadores de sustentabilidade



Quadro D20 - Banco de dados dos consumos de água e energia além dos indicadores de sustentabilidade

Obra: 45

Área construída: 14.579,65 Fase: Acabamento



Informações Necessárias	set/16	out/16	nov/16	dez/16	jan/17	fev/17	mar/17	abr/17	mai/17	jun/17	jul/17	ago/17
Consumo Energia (KWh)	1.586,00	1.623,00	1.648,00	2.597,00	2.234,00	1.895,00	1.934,00	1.988,00	2.002,00	2.023,00	2.523,00	2.432,00
Consumo Energia (KWh) - ACUMULADO	35.678,00	37.301,00	38.949,00	41.546,00	43.780,00	45.675,00	47.609,00	49.597,00	51.599,00	53.622,00	56.145,00	58.577,00
Consumo Água (m³) - Compesa	8,00	7,00	8,00	8,00	6,00	7,00	7,00	7,00	8,00	8,00	10,00	10,00
Consumo Água (m³) - Caminhão Pipa	80,00	96,00	96,00	144,00	120,00	132,00	155,00	180,00	185,00	192,00	187,00	188,00
Consumo Água (m³) - Total no mês	88,00	103,00	104,00	152,00	126,00	139,00	162,00	187,00	193,00	200,00	197,00	198,00
Consumo Água (m³) - ACUMULADO	4.330,00	4.433,00	4.537,00	4.689,00	4.815,00	4.954,00	5.116,00	5.303,00	5.496,00	5.696,00	5.893,00	6.091,00
m³ de caçambas de entulho descartadas	12,00	12,00	24,00	30,00	12,00	12,00	25,00	25,00	25,00	32,00	34,00	36,00
m³ de caçambas de entulho descartadas - ACUMULADO	798,00	810,00	834,00	864,00	876,00	888,00	913,00	938,00	963,00	995,00	1.029,00	1.065,00
Número de funcionários	35,00	36,00	74,00	76,00	72,00	74,00	78,00	79,00	80,00	80,00	78,00	78,00
Número de funcionários - ACUMULADO	1.728,00	1.764,00	1.838,00	1.914,00	1.986,00	2.060,00	2.138,00	2.217,00	2.297,00	2.377,00	2.455,00	2.533,00
Indicador de geração de resíduos mensal ao longo da obra:	0,34	0,33	0,32	0,39	0,17	0,16	0,32	0,32	0,31	0,40	0,44	0,46
Indicador de geração de resíduos acumulado ao longo da obra:	0,46	0,46	0,45	0,45	0,44	0,43	0,43	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
Indicador de consumo de água mensal ao longo da obra	2,51	2,86	1,41	2,00	1,75	1,88	2,08	2,37	2,41	2,50	2,53	2,54
Indicador de consumo de água acumulado ao longo da obra	2,51	2,51	2,47	2,45	2,42	2,40	2,39	2,39	2,39	2,40	2,40	2,40
Indicador de consumo de energia mensal ao longo da obra	45,31	45,08	22,27	34,17	31,03	25,61	24,79	25,16	25,03	25,29	32,35	31,18
Indicador de consumo de energia acumulado ao longo da obra	20,65	21,15	21,19	21,71	22,04	22,17	22,27	22,37	22,46	22,56	22,87	23,13
Indicador de geração de resíduos ao final da obra:	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07
Indicador de geração de água ao final da obra:	0,30	0,30	0,31	0,32	0,33	0,34	0,35	0,36	0,38	0,39	0,40	0,42
Indicador de geração de Energia ao final da obra:	2,45	2,56	2,67	2,85	3,00	3,13	3,27	3,40	3,54	3,68	3,85	4,02

Gráfico D20 - Consumos de água e energia, Histograma de mão de obra e indicadores de sustentabilidade

