



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
AMBIENTAL

SYMONE MARIA PANCRACIO FALCÃO

**AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA E SUSTENTABILIDADE
NAS OBRAS DO “PROGRAMA MINHA CASA, MINHA
VIDA” - UM MÚLTIPLO ESTUDO DE CASO NO
AGRESTE DE PERNAMBUCO**

RECIFE
FEVEREIRO/2022

SYMONE MARIA PANCRACIO FALCÃO

**AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA E SUSTENTABILIDADE
NAS OBRAS DO “PROGRAMA MINHA CASA, MINHA
VIDA” - UM MÚLTIPLO ESTUDO DE CASO NO
AGRESTE DE PERNAMBUCO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito para obtenção do título de mestre em Engenharia Ambiental na linha de pesquisa Gestão Ambiental e de Recursos Hídricos.

Orientador: Prof. Dr^o. Romildo Morant de Holanda
Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Fernanda Wanderley
Corrêa de Araújo

RECIFE
FEVEREIRO/2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- F178a Falcão, Symone Maria Pancracio
Avaliação da eficácia e sustentabilidade nas obras do “Programa Minha Casa, Minha Vida” : um múltiplo estudo de caso no Agreste de Pernambuco / Symone Maria Pancracio Falcão. - 2022.
126 f. : il.
- Orientador: Romildo Morant de Holanda.
Coorientadora: Fernanda Wanderley Correa de .
Inclui referências, apêndice(s) e anexo(s).
- Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Recife, 2022.
1. Construção Civil. 2. Construções Sustentáveis. 3. Desperdício. 4. Alvenaria. 5. Gestão Ambiental. I. Holanda, Romildo Morant de, orient. II. , Fernanda Wanderley Correa de, coorient. III. Título

CDD 620.8

SYMONE MARIA PANCRACIO FALCÃO

AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA E SUSTENTABILIDADE NAS OBRAS DO
“PROGRAMA MINHA CASA, MINHA VIDA” - UM MÚLTIPLO ESTUDO DE
CASO NO AGRESTE DE PERNAMBUCO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito para obtenção do título de mestre em Engenharia Ambiental na linha de pesquisa Gestão Ambiental e de Recursos Hídricos.

Aprovada em 25 de fevereiro de 2022

Prof. Dr. Romildo Morant
Presidente da Banca e Orientador

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Alex Souza Moraes (Membro Interno)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Maria Monize de Morais (Membro Externo)
Associação Caruaruense de Ensino Superior – Faculdade ASCES

*Dedico este trabalho aos meus amados
pais Lucíola Pancrácio e Rogério Falcão (in memoriam)
Nada seria possível sem o apoio e amor incondicional de vocês.
Dedico também, à minha prima Thalita Pancrácio (in memoriam).
Levarei, por toda a vida, o seu exemplo de fé e força.*

AGRADECIMENTOS

O sentimento gratidão inunda meu coração ao final deste mestrado.

Agradeço à Deus pela minha vida.

À Nossa Senhora da Conceição, pelo amor e infinita graça.

Aos meus amados avós Lúcia Avelar e Ascendino Pancrácio (*in memoriam*) pelo incentivo aos estudos, e por serem exemplos de resiliência e altruísmo para nossa família.

Aos meus pais Lucíola Pancrácio e Rogério Falcão, meus grandes exemplos de vida, por todo amor e incentivo, por me prepararem para o mundo e me darem liberdade para sonhar. Saibam que tudo valeu a pena e que eu vos amarei para todo sempre.

Ao meu irmão Arthur Falcão pela parceria e apoio.

À família Pancrácio por serem abrigo e dividirem momentos ímpares. Especialmente à minha Tia Lucidalva (Tia Dededa) e prima Thalita (*in memoriam*) por cuidarem de mim e me inspirarem a ser uma mulher inteligente e perseverante.

Ao Professor Orientador Romildo Morant pela amizade construída e confiança depositada em mim ao longo desses últimos cinco anos de orientação. Além dos conselhos que influenciaram bastante minha evolução como pesquisadora, profissional e ser humano desde a graduação.

À minha Coorientadora Professora Fernanda Araújo pelo apoio no desenvolvimento desta pesquisa e aos Professores membros da Banca Examinadora (Monize de Moraes e Alex Souza) pelas contribuições dadas para aprimoramento deste trabalho.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), um verdadeiro lar no qual aprendi muito sobre ciência, política, natureza e sociedade.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental (PPEAMB/UFRPE) por todo o apoio e estrutura oferecidos, à todos os professores, alunos e funcionários.

Ao Grupo de Pesquisa Centro de Inovação Tecnológica aplicada aos Recursos Naturais (CITAR/UFRPE) e colegas de mestrado Julyane Polycarpo, Viviane Dias, Clayton Andrade, Shara Oliveira, Vilberty e Olimpio pelo incentivo e conhecimentos compartilhados.

À Agnes Camila por compartilhar essa jornada desde a graduação, por sua amizade, carinho e apoio nos momentos difíceis.

Às minhas amigas Evellyn, Fernanda, Franciele, Isabela, Indiana, Joyce, Mariana Pimentel, Maryanna, Maryllia, Micaella e Pérola, vocês me inspiram a ser uma mulher livre e feliz ainda que o mundo nos tente convencer do contrário.

Às minhas amigas e ex-companheiras de laboratório Carolina, Ana Paula, Géssica, Mirela, Maria de Fátima, Gabriela e Ana Luiza. Vocês foram fundamentais nessa fase do mestrado e mesmo longe fisicamente, estiveram no meu coração.

À Kalline e Layris por dividirem um lar em Caruaru comigo. Isso foi essencial para execução desta pesquisa. Fui acolhida e muito feliz ao lado de vocês.

À Karol, Whilma, Raíssa, Wanderson, Ronaldo, André, Felipe, Luan e às empresas que aceitaram em colaborar com a pesquisa, abrindo as portas nesse tempo tão desolador da Pandemia do COVID-19 e negacionismo científico.

Ao Coletivo Jovem de Meio Ambiente do Recife, grupo que me proporcionou um novo olhar para o mundo, essencial na minha compreensão enquanto sujeito político. Os momentos vividos com o grupo me inspiram a lutar pela transformação social que desejo.

Aos educadores que pude encontrar nessa vida.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Pernambuco – FACEPE (IBPG-1793-3.07/19), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos e apoio institucional, tão essenciais na vida de pós-graduandos do nosso país.

Finalmente, a todas as pessoas e instituições que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização desta pesquisa.

*“Ah, comigo o mundo vai modificar-se.
Não gosto do mundo como ele é.”*

Maria Carolina de Jesus

FALCAO, Symone Maria Pancrácio. **Avaliação da eficácia e sustentabilidade nas obras do “Programa Minha Casa, Minha Vida” - Um múltiplo estudo de caso no Agreste de Pernambuco.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2020.

RESUMO

Uma das principais ameaças à sustentabilidade na construção civil é o desperdício. No Brasil, foram desenvolvidos programas e políticas setoriais para a construção civil, com objetivo de incentivar a modernização e sustentabilidade deste segmento econômico. Tais incentivos ocorrem principalmente em obras voltadas à habitação, atualmente impulsionadas pelo governo federal por meio do Programa Casa Verde e Amarela que substituiu o antigo Programa Minha Casa, Minha Vida. Nessas obras, a alvenaria estrutural é muito empregada em função da padronização de projetos, da redução de desperdício e se mostra uma alternativa sustentável quando projetada e executada com eficiência. Portanto, a presente pesquisa teve como objetivo principal avaliar o desempenho das empresas de Construção Civil em função do desperdício de blocos para alvenaria em obras habitacionais na região Agreste do estado de Pernambuco e elaborar uma proposta sustentável para redução de resíduos oriundos desse processo. A estruturação dos conteúdos explorados foi sob a forma de capítulos, cuja sequência epistemológica dá suporte às etapas subsequentes e ao desenvolvimento global da pesquisa. Inicialmente foram analisadas Políticas Públicas que possuem perspectiva de uma construção civil sustentável, e que estão relacionadas com a questão habitação do Brasil para elaboração de recomendações. A partir disso, a metodologia de pesquisa adotada consistiu no múltiplo estudo de caso composto por três obras. Foram empregadas as abordagens, qualitativa, no caso da análise de campo e documental, e quantitativa, na elaboração do Índice de Eficácia Morant (IEM). A obra A apresenta grande porte e está localizada no município de Caruaru. As obras B e C, estão localizadas no município de Santa Cruz do Capibaribe e possuem médio porte. Foi possível verificar que as categorias de desperdício mais frequentes nas obras são: excesso de estoque, produção defeituosa e movimentação desnecessária. As principais causas desses desperdícios são: ausência de *layout* para frente de serviço na obra, o manuseio inadequado de materiais, falta de planejamento na aquisição de materiais e ausência de gestão do estoque. O IEM para avaliação da eficácia quanto ao uso de blocos para alvenaria foram de: 92,83% na obra A, 91,31% na obra B e 87,15% na obra C. No caso dos índices de perdas, os resultados foram de 6,68% na obra A, 8,68% na obra B e 10,79% na obra C. Portanto, os resultados evidenciaram a necessidade da aplicação de medidas focadas em uma construção mais enxuta e gestão de resíduos sólidos como estratégia de sustentabilidade frente ao mercado competitivo que exige projetos habitacionais eficientes.

Palavras-chaves: Construção Civil. Construções Sustentáveis. Desperdício. Alvenaria. Recursos Naturais. Gestão Ambiental.

FALCAO, Symone Maria Pancrácio. Evaluation of effectiveness and sustainability at construction site of the “Programa Minha Casa, Minha Vida” - A multiple case study in the Agreste of Pernambuco State. Doctoral Dissertation (PhD Program in Environmental Engineering) - Federal Rural University of Pernambuco, Recife, 2020.

ABSTRACT

One of the main threats to sustainability in civil construction is waste. In the Brazil, sectorial programs and policies for civil construction were developed, with the objective of encouraging their modernization and sustainability. Such incentives occur mainly within the scope of the construction of social housing, currently driven by the federal government program *Programa Casa Verde e Amarela (PCVA)*. In these works, structural masonry is widely used due to repetition of layout, reduction of waste and proves to be a sustainable alternative when well designed and executed. Therefore, the master's research had as main objective to evaluate the performance of Civil Construction enterprises in terms of the waste of blocks for masonry in housing construction sites in the Agreste region of the state of Pernambuco and to develop a layout of a sustainable proposal to reduce waste from this process. The structuring of the contents explored was in the form of chapters, whose epistemological sequence supports the subsequent stages and the global development of the research. Initially, Public Policies policies that have a perspective of a sustainable civil construction were analyzed, and that are related to the housing issue in Brazil for the elaboration of recommendations. From this, the research methodology adopted consisted of the multiple case study composed of three construction sites. Qualitative approaches were used, for field analysis and document analysis, and quantitative approaches, in the elaboration of the Morant Effectiveness Index (IEM). Construction site A has a large size and is located in the municipality of Caruaru. Construction sites B and C are located in the municipality of Santa Cruz do Capibaribe and are medium-sized. It was possible to verify that the most frequent waste categories in the works: excess stock, defective production and unnecessary movement. The main causes of this waste are: lack of layout for the service front at the work, inadequate handling of materials, and lack of planning in the acquisition of materials and stock management. The EMI for evaluating the effectiveness regarding the use of bricks for masonry were: 92.83% in construction site A, 91.31% in construction site B and 87.15% in construction site C. In the case of loss rates, the results were 6.68% in construction site A, 8.68% in construction site B and 10.79% in construction site C. Therefore, the results highlighted the need to apply measures focused on leaner construction and solid waste management as a strategy for sustainability in the face of the competitive market that demands efficient housing projects.

Keywords: Construction sector. Green building. Efficiency. Environmental resources. Environmental management.

LISTA DE FIGURAS

	Pág.	
Figura 1	Estrutura esquemática geral da dissertação	11
Figura 2	Origens de desperdício nas fases de implantação de empreendimentos de construção civil	17
Figura 3	Tipologias da análise de política	27
Figura 4	Localização área de estudo da pesquisa, referente à região do Agreste de Pernambuco/Brasil	43
Figura 5	Equipamentos Urbanos de Caruaru/PE	45
Figura 6	Protocolo de pesquisa para análise de campo da presente pesquisa	49
Figura 7	Empreendimento residencial imobiliário da obra A	52
Figura 8	Disposição da equipe de produção na execução da etapa de alvenaria na obra A	53
Figura 9	Layout do canteiro da obra A	54
Figura 10	Frente de serviço para execução da etapa de alvenaria na obra A	55
Figura 11	Canteiro de obra A	55
Figura 12	Execução da etapa de alvenaria na obra A	57
Figura 13	Disposição dos paletes de blocos de concreto nos lotes devidamente identificados na obra A	58
Figura 14	Resíduos classe A da obra A	59
Figura 15	Empreendimento residencial imobiliário da obra B	60
Figura 16	Organograma do setor de produção da obra B	61
Figura 17	Supervisor <i>master</i> em inspeção de dimensões durante execução de alvenaria na obra B	61
Figura 18	Acondicionamento de resíduos no canteiro de obra B	62
Figura 19	Frente de serviço da obra B	62
Figura 20	Obra B	
Figura 21	Fluxograma de aquisição de materiais da obra B	64
Figura 22	Área de deposição irregular de resíduos de construção classe A no entorno da obra B	66
Figura 23	Empreendimento residencial imobiliário da obra C	66
Figura 24	Canteiro de obra C	68
Figura 25	Detalhes de erros a execução da alvenaria tais como desalinhamento de paredes, desperdício de argamassa nas juntas e vazios na obra C	69
Figura 26	Ocorrência de desperdício na categoria <i>making-do</i> na obra C	70

Figura 27	Operação de retirada de concreto na obra C	70
Figura 28	Disposição de resíduos de construção classe A em diversos locais do canteiro da obra C	71
Figura 29	Etiquetas dos paletes de blocos dos fornecedores de blocos de concreto nas obras do Programa Minha Casa, Minha Vida no Agreste de Pernambuco	73
Figura 30	Diagrama de Ishikawa para principais categorias de desperdícios apresentadas em obras em obras do Programa Minha Casa, Minha Vida no Agreste de Pernambuco	76
Figura 31	Síntese do diagnóstico situacional do gerenciamento de resíduos oriundos da etapa de alvenaria do múltiplo estudo de caso em obras Programa Minha Casa, Minha Vida no Agreste de Pernambuco.	76
Figura 32	<i>Framework</i> sustentável para redução de resíduos oriundos da alvenaria	81

LISTA DE QUADROS E TABELAS

	Pág.	
Quadro 1	Objetivos, capítulos, procedimentos metodológicos e resultados	10
Quadro 2	Principais distinções entre o Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV) e o Programa Casa Verde e Amarela (PCVA)	32
Quadro 3	Família de blocos utilizada para alvenaria estrutural na obra A	56
Quadro 4	Família de blocos utilizada para alvenaria estrutural na obra B	65
Quadro 5	Família de blocos utilizada para alvenaria estrutural na obra C	67
Quadro 6	Índices de perdas encontrados na literatura	74
Quadro 7	Síntese dos perfis das obras do múltiplo estudo de caso no Agreste de Pernambuco	75
Tabela 1	Admissões, desligamentos e admissões do emprego formal na construção civil no Brasil durante o ano de 2020	16
Tabela 2	Variáveis de controle para cálculo de desperdício em obras do Programa Minha Casa, Minha Vida no Agreste de Pernambuco.	71
Tabela 3	Indicadores para avaliação de eficácia em obras do Programa Minha Casa, Minha Vida no Agreste de Pernambuco.	72
Tabela 4	Estimativa de blocos desperdiçados na obra C ao longo do ano de 2021	73

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAGED	Cadastro Geral de Empregados e Desempregados
CEF	Caixa Econômica Federal
Cbic	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
IEM	Índice de eficácia Morant
IP	Índice de Perda de blocos de alvenaria
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ODS	Objetivos do desenvolvimento sustentável
PCVA	Programa Casa Verde e Amarela
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
POP	Procedimento operacional padrão
PMCMV	Programa Minha Casa, Minha Vida
PBQP-H	Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade na Construção Habitacional
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PSQ's	Programas Setoriais da Qualidade
RCD	Resíduos de construção e demolição
SiAC	Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras
SiMaC	Sistema de Qualificação de Empresas de Materiais, Componentes e Sistemas Construtivos
SINAT	Sistema Nacional de Avaliação Técnica
STP	Sistema Toyota de Produção
TBL	<i>Triple Bottom Line</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	5
1.1 JUSTIFICATIVA, MOTIVAÇÃO E RELEVÂNCIA	6
1.2 OBJETIVOS	9
1.2.1 Geral	9
1.2.2 Específicos	9
1.3 METODOLOGIA E ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	9
2 REVISÃO DE LITERATURA: CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL E ENXUTA	12
2.1 CONSTRUÇÃO CIVIL E SUSTENTABILIDADE	12
2.2 CONSTRUÇÃO CIVIL E SUSTENTABILIDADE: O CENÁRIO DO BRASIL	14
2.3 DESPERDÍCIO E EFICÁCIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL	17
2.3.1 Superprodução ou excesso de produção	19
2.3.2 Desperdício de transporte	19
2.3.3 Excesso de estoque	19
2.3.4 Desperdício do processamento em si	20
2.3.5 Produção de produtos defeituosos	20
2.3.6 Movimentação desnecessária durante as operações	20
2.3.7 Desperdício de tempo disponível	21
2.3.8 Desperdício de recursos humanos	21
3 POLÍTICAS PÚBLICAS PARA CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS MEDIANTE A QUESTÃO DA HABITAÇÃO NO BRASIL	23
3.1 INTRODUÇÃO	24
3.2 METODOLOGIA	25
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES	26
3.3.1 Políticas e programas setoriais para habitação e construção civil	26
3.3.2 Panorama do “Minha Casa, Minha Vida” ao “Casa Verde e Amarela”	30
3.3.3 Panorama do “Minha Casa, Minha Vida” ao “Casa Verde e Amarela” no estado de Pernambuco	33
3.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
3.5 REFERÊNCIAS	38
4 EFICÁCIA PRODUTIVA E GERAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO: UM MÚLTIPLO ESTUDO DE CASO EM OBRAS DO “PROGRAMA MINHA CASA, MINHA VIDA”, NA REGIÃO AGRESTE DE PERNAMBUCO	42

4.1 INTRODUÇÃO	43
4.2 METODOLOGIA	44
4.2.1 Área de estudo: Região Agreste de Pernambuco	44
4.2.1.1 <i>Caruaru</i>	46
4.2.1.2 <i>Santa Cruz do Capibaribe</i>	48
4.2.4 Múltiplo estudo de caso	49
4.2.4.1 <i>Coleta e análise de dados qualitativos</i>	50
4.2.4.2 <i>Avaliação da eficácia</i>	52
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES	53
4.3.1 Obra A	53
4.3.2 Obra B	61
4.3.3 Obra C	68
4.3.4 Avaliação da eficácia	73
4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	77
4.5 REFERÊNCIAS	79
5 CONCLUSÕES	85
6 LIMITAÇÕES E TRABALHOS FUTUROS	89
7 APÊNDICES	90
7.1 APÊNDICE 1	90
7.2 APÊNDICE 2	91
7.3 APÊNDICE 3	92
8 ANEXOS	95
8.1 ANEXO 1	95
8.3 ANEXO 3	100
8.4 ANEXO 4	102
8.5 ANEXO 5	103
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	110

1 INTRODUÇÃO

A cadeia da construção civil é um segmento de relevância socioeconômica mundial consolidada. As empresas que a compõem, atuam como impulsionadoras umas das outras para o desenvolvimento de infraestruturas e instalações. Apesar de sua importância para a economia global, esse setor é responsável por elevado consumo de recursos naturais, principalmente água, energia e minerais, como também a destinação de altos volumes de resíduos para aterros sanitários (FORMOSO, et al. 2017). Nesse sentido, a sustentabilidade no setor de construção se torna fundamental frente aos acordos internacionais estabelecidos para o cumprimento da agenda global do desenvolvimento sustentável (CBCS; PNUMA; MMA, 2014; UN, 2015).

Com o advento da industrialização dos canteiros de obras, o desperdício se tornou um dos principais alvos dentro da perspectiva de modernização da cadeia de construção. Os benefícios que, com o surgimento da *lean construction* eram vistos apenas como econômicos, pois almejavam a redução de custos gerais dos projetos, se ampliaram para ganhos ambientais e sociais quando eclode o conceito de sustentabilidade (CARVAJAL-ARANGO, et al. 2019).

O desperdício de materiais é um desafio eminente na construção civil devido a forte relação que possui com a geração de resíduos sólidos e diversos estudos científicos têm sido realizados para determinar causas e medidas preventivas (FANIRAN; CABAN, 1998; BEGUM, et al. 2006; AJAYI; OYEDELE, 2018). Nesse sentido, a eficácia no uso de recursos é um aspecto fundamental de ser avaliado para produção sustentável da construção e demais setores econômicos, pois permite focar na redução de desperdício e eficiência de materiais e processos (ALLWOOD, et al., 2011; KHODEIR; OTHMAN, 2018).

O Brasil está se consolidando no cenário internacional como um país com grande potencial econômico e político em virtude dos investimentos privados e públicos, neste último caso, se destacam as políticas públicas de habitação e infraestrutura urbana que têm sido fundamentais na evolução da construção civil no país (VIEIRA; NOGUEIRA, 2018). Nesse âmbito, há programas e políticas para incentivo à modernização da cadeia da construção civil de modo a atender as demandas habitacionais de toda a população brasileira (MDR, 2020). Esses programas focam na consolidação da qualidade do habitat por meio do incentivo setorial na cadeia da construção, através de certificações de qualidade, avaliações de desempenho de materiais de construção, selos e

certificações de sustentabilidade, atrelados à subsídios governamentais para execução das obras de habitação.

Recentemente, o atual governo federal lançou o Programa Casa Verde e Amarela (PCVA) através da lei federal nº 14.118 (BRASIL, 2021a), em substituição ao Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV) que foi o maior programa de governo para habitação da história do Brasil dos últimos tempos (THERY, 2017). O PCVA tem a meta de atender 1,6 milhões de famílias de baixa renda até 2024, por meio do incremento de 350 mil residências na meta do PMCMV (VERDÉLIO, 2020).

Nessas obras habitacionais, a alvenaria estrutural, é muito utilizada em função das repetições de *layout*. Este sistema, quando bem projetado e gerenciado, é ideal para reduzir tempo e custo da obra (GOMES, et al. 2018). Por ser um sistema racionalizado e de alto nível de industrialização, a alvenaria estrutural deve respeitar o projeto da obra para não haver desperdício de materiais e ser de fato sustentável (SANTOS, et al. 2015).

Diante do exposto, surgem os questionamentos: Qual nível de eficácia quanto ao consumo de blocos para execução de alvenaria nos canteiros de obras de habitação? Como o desperdício e a geração de resíduos nessa etapa, podem se configurar como um entrave para a sustentabilidade nessas obras?

É neste contexto que a presente dissertação se insere, e por meio de uma fundamentação teórica e procedimentos metodológicos visa preencher essas lacunas do conhecimento científico. Assim sendo, foi escolhida a região Agreste do estado de Pernambuco para realização de um múltiplo estudo de caso em obras do Programa Casa Verde e Amarela, tendo em vista que sua crescente urbanização demanda subsídios técnico-científicos que garantam a produção e construção civil sustentáveis em consonância com a agenda global 2030 em prol do desenvolvimento sustentável.

1.1 JUSTIFICATIVA, MOTIVAÇÃO E RELEVÂNCIA

A agenda para o desenvolvimento sustentável prevê a aplicação de esforços conjuntos de todos os setores da economia global, sobretudo, o setor da construção civil que é responsável por transformar o ambiente natural em ambiente construído (UN, 2015; GOUBRAN, 2019; OGUNMAKINDE; EGBELAKIN; SHER, 2021)

É notável que essa demanda exigiu uma pressão, por parte dos governos, para que as empresas do ramo cumpram as normas ambientais e se comprometam com as questões socioambientais (MARQUES; BISSOLI-DALVI; ALVAREZ, 2018). Portanto,

uma parte da cadeia da construção civil, busca aprimorar seus processos produtivos de forma sustentável para atingir os objetivos de negócios sem causar danos ao meio ambiente e contribuir para mitigação de impactos ambientais (THOMAS; COSTA, 2017; LIMA, et al. 2021).

Entretanto, essa transição sustentável constitui um desafio imenso para o setor que é conhecido pela geração massiva de resíduos que correspondem a mais de 30% da extração de recursos naturais, assim como por 25% dos resíduos sólidos do mundo (BENACHIO, et al., 2020).

O uso intensivo de recursos naturais, sendo grande parte deles não-renováveis como a areia e os minerais não-metálicos, exige um planejamento eficiente de extração, processamento e destinação final dos materiais de construção (GOLZARPOOR, et al 2017).

Nesse sentido, os requisitos de sustentabilidade ambiental quando incorporados nos projetos de engenharia e nas especificações dos subprodutos industriais, proporcionam minimização de resíduos e de emissões de gases de efeito estufa, eficiência energética e redução de custos (MALIK, et al. 2019).

Esses requisitos incluem uma ampla gama de recursos técnicos e gerenciais, como qualidade, segurança e desempenho. Por exemplo, a segurança e a saúde da força de trabalho que executa as tarefas do projeto devem ser protegidas ao máximo para que um projeto de construção seja verdadeiramente sustentável. Existem muitos outros requisitos de sustentabilidade importantes a serem incorporados no início do estágio de design e planejamento para garantir que o projeto seja considerado de fato sustentável (ZEULE; SERRA; TEIXEIRA, 2019). Portanto, o presente estudo definiu como universo de pesquisa obras que estavam inseridas em uma política pública que é passível da inserção desses requisitos através de normas técnicas e legislações.

No que diz respeito especificamente a gestão da produtividade em projetos de construção em larga escala, cuja análise trata-se do tema em questão desta pesquisa, foram desenvolvidas técnicas e ferramentas focadas na redução de desperdícios acumulados ao longo dos processos produtivos, e que aprimoram a sustentabilidade de edifícios em fase de implantação (FORMOSO, et al. 2002; WANG; LI; TAM, 2015; AJAYI, et al. 2017; FORMOSO, et al. 2017; THOMAS; COSTA, 2017; GOLZARPOOR, et al 2021; KEDIR; HALL, 2021)

A preocupação do setor com a eficiência produtiva de foco estritamente econômico foi impulsionada pela filosofia *lean construction* na década de 90, que visa

agregar valor aos processos de forma contínua e reduzir ao máximo aqueles que não agregam valor, ou seja, que culminam em desperdícios (KOSKELA, 1992).

Essa “industrialização” dos canteiros de obra, que ocorreu de modo concomitante à revolução digital, fez com que a construção civil aderisse às tecnologias digitais que asseguram o alto controle de qualidade do produto final, custos reduzidos, agilidade na entrega, e é claro, a produção em larga escala (DOS SANTOS SIMÃO, et al. 2019).

Programas de habitação em larga escala, como o “Minha Casa, Minha Vida” que passou a ser “Minha Casa Verde e Amarela”, exigem projetos que apresentem um planejamento sustentável dos canteiros de obras, para que o uso dos recursos naturais seja realizado de forma eficiente (BRASIL, 2021a). Nesse contexto, estudos que possam fornecer diagnósticos para subsidiar avanços normativos técnicos e soluções que tangem o gerenciamento dessas obras, são necessários para qualificar a implementação desses projetos através das políticas setoriais voltadas à construção civil (KOWALTOWSKI, et al. 2018).

Portanto, o presente estudo visa contemplar essas demandas de modo que a construção civil, através dos empreendimentos habitacionais, não somente contribua para o acesso dos cidadãos à moradia digna, mas também para o desenvolvimento sustentável das cidades e do Brasil (CBCS; PNUMA; MMA, 2014; BRASIL, 2021a; BRASIL, 2021b) .

Nesse sentido, propõe um múltiplo estudo de caso em obras que participam do vigente Programa habitacional do governo federal na Região Agreste do estado de Pernambuco. Essa escolha foi motivada pelos elevados índices de crescimento urbano e econômico da região que inclusive abriga a cidade de Caruaru, responsável pelo 3º maior PIB do Interior do Nordeste dentre os anos de 2010 a 2018 (OLIVEIRA, 2016; SIDRA/IBGE, 2018). Desse modo, propõe olhar para a produção e o gerenciamento de resíduos nessas obras de forma concomitante para atingir às premissas do desenvolvimento sustentável, compreendendo que esses os objetivos desses dois processos estão intimamente ligados e através deles é possível focar na não-geração de impactos ambientais sem custos adicionais aos projetos.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Geral

Avaliar o desempenho das empresas de Construção Civil, com base no Índice de Eficácia Morant (IEM), em função do desperdício de blocos para alvenaria de obras do “Programa Minha Casa, Minha Vida” na região Agreste do estado de Pernambuco e elaborar uma proposta sustentável para redução de resíduos oriundos desse processo.

1.2.2 Específicos

De forma a atender o objetivo geral proposto, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

I) Analisar as Políticas Públicas que possuem perspectiva de uma construção civil sustentável, e que estão relacionadas com a questão da habitação no Brasil;

II) Calcular o índice de eficácia quanto ao consumo de blocos para execução de alvenaria em obras do “Programa Minha Casa, Minha Vida” na região Agreste do estado de Pernambuco, a partir do modelo proposto por Holanda (2011);

III) Analisar o gerenciamento de resíduos provenientes das perdas de blocos para execução da alvenaria em obras do “Programa Minha Casa, Minha Vida” na região Agreste do estado de Pernambuco.

1.3 METODOLOGIA E ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

De acordo com Gil (2017) a metodologia utilizada nesta dissertação para alcance do objetivo geral, se caracteriza como de natureza aplicada, com objetivo descritivo-exploratório e abordagem mista (qualitativa e quantitativa). Isso porque o fenômeno pelo qual se propõe investigar, demanda de esforços pautados na realidade prática para que seja melhor compreendido e assim aprimorado. Nesse sentido, a adoção do método de múltiplo estudo de caso buscou aprofundar o conhecimento construído a partir de cada um dos casos, que possibilita fazer uma análise cruzada para identificação de possíveis convergências e divergências entre as fontes de evidências.

O método de estudo de caso é recomendado quando a questão de pesquisa incorpora um componente explicativo, sendo assim neste estudo: “Como o desperdício

e geração de resíduos nessa etapa, podem se configurar como um entrave para a sustentabilidade nos canteiros de habitações de interesse social? (YIN, 2015)

Para obtenção de dados foram utilizadas a abordagem quantitativa, cuja base metodológica consistiu na elaboração do índice de eficácia Morant (IEM), a partir do monitoramento de insumos e aquisição de projetos dentro do ambiente organizacional das empresas participantes, como também a abordagem qualitativa, composta por análise de campo e análise documental. Desse modo, as etapas metodológicas foram detalhadas individualmente para cada objetivo proposto pela pesquisa, conforme dispõe o Quadro 1.

Quadro 1- Objetivos, capítulos, procedimentos metodológicos e resultados esperados.

Etapas	Capítulos	Procedimentos Metodológicos	Resultados
1. Desenvolver uma estrutura teórica para compreender as perspectivas e desafios em relação aos temas norteadores da pesquisa: Sustentabilidade e Eficácia na construção civil	Capítulo 2	■ Revisão bibliográfica	■ Referencial teórico
2. Analisar as Políticas Públicas que possuem perspectiva de uma construção civil sustentável, e que estão relacionadas com a questão da habitação no Brasil;	Capítulo 3	■ Análise descritiva e prescritiva	■ Discussão teórica e recomendações
3. Calcular o índice de eficácia quanto ao consumo de blocos para execução de alvenaria em obras do “Programa Minha Casa, Minha Vida” na região Agreste do estado de Pernambuco e analisar o gerenciamento de resíduos provenientes das perdas nesse processo produtivo;	Capítulo 4	■ Múltiplo estudo de caso	■ Diagnóstico situacional ■ Índice Morant
4. Avaliar o desempenho de empresas de Construção Civil, com base no Índice de Eficácia Morant (IEM), em função do desperdício de blocos para alvenaria de obras do “Programa Minha Casa, Minha Vida” na região Agreste do estado de Pernambuco e elaborar uma proposta sustentável para redução de resíduos oriundos desse processo.	Capítulo 5	■ Compilamento de dados da pesquisa de mestrado	■ Proposta Sustentável (<i>framework</i>)

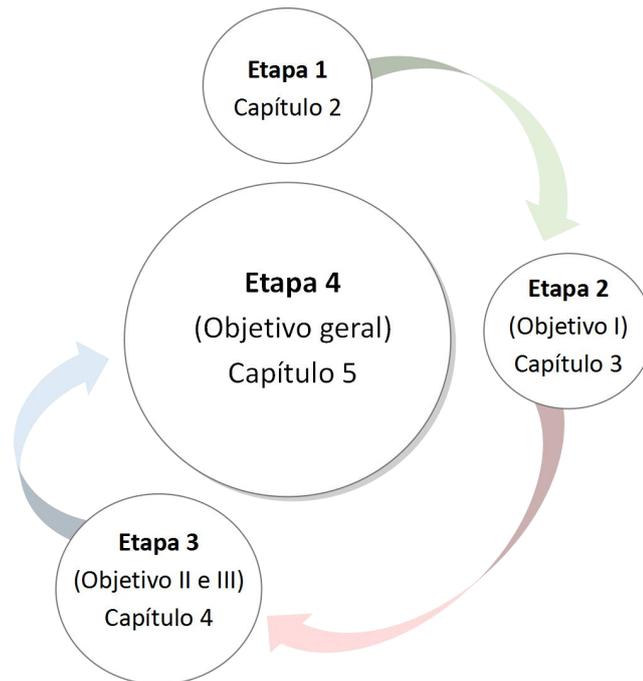
Fonte: A autora (2022).

Esta dissertação está estruturada em cinco capítulos. O Capítulo 1 compreende a contextualização geral da pesquisa e seus objetivos, enquanto os capítulos 2 e 3 apresentam referencial teórico, análise crítica e recomendações. O capítulo 4 apresenta a avaliação da eficácia do consumo de blocos de alvenaria e diagnóstico situacional das obras civis selecionadas, que compõem um múltiplo estudo de caso.

Por fim, o capítulo 5, através do compilamento de dados da pesquisa, apresenta uma avaliação de desempenho das empresas de construção civil no que diz respeito ao processo em questão e propõe um *framework* sustentável para o gerenciamento de resíduos oriundos do mesmo. Portanto, as etapas foram delineadas para estabelecer uma

sequência epistemológica que dá suporte às etapas subsequentes e ao desenvolvimento global da pesquisa, convergindo para a consolidação do objetivo geral (Figura 1).

Figura 1- Estrutura esquemática geral da dissertação.



Fonte: A autora (2022).

2 REVISÃO DE LITERATURA: CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL E ENXUTA

Nesta seção são abordados temas fundamentais para o entendimento da presente pesquisa de mestrado e que compreendem uma revisão frente aos trabalhos já existentes na literatura. Portanto, este capítulo teve como finalidade o desenvolvimento de uma estrutura teórica para compreensão dos desafios e perspectivas relativos ao temas sustentabilidade, desperdício e eficácia na cadeia da construção civil no Brasil e no mundo.

A metodologia consistiu na elaboração de uma revisão bibliográfica realizada através da busca por meio de palavras-chave nas bases *Scielo* e *Science Direct* através da plataforma “Periódicos Capes”. Esse levantamento ocorreu no período de julho de 2020 a julho de 2021. Os termos em português utilizados foram: “construção civil”, “construção sustentável”, “sustentabilidade na construção”, “desperdício em obras”, “eficácia construção”, e em inglês: “green building”, “lean construction”, “building sector”, “sustainable”, “construction waste”, “construction industry”. Entre outras publicações institucionais e legislações.

2.1 CONSTRUÇÃO CIVIL E SUSTENTABILIDADE

O setor da construção civil é um dos pilares do desenvolvimento mundial, representa cerca de 13% da economia global, além de ser fundamental na geração de emprego e renda para grande parte da população (AJAYI; OYEDELE, 2018; DELOITTI SPAIN, 2020).

A aplicação de uma economia circular na construção civil consiste na redução, reaproveitamento e reciclagem dos materiais que são produzidos e fornecidos no próprio âmbito industrial (NUÑEZ-CACHO, 2018). A transição para um modelo circular trata-se de um aspecto fundamental que garantirá a continuidade da execução de atividades milenares da indústria de materiais, como é o caso da cerâmica vermelha, tendo em vista que esse segmento utiliza recursos naturais não-renováveis e que se esgotarão.

As perspectivas de futuro do setor da construção civil devem estar alinhadas à sustentabilidade, tendo em vista o estabelecimento dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), também disseminados como Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável (UN, 2015).

Os países, incluindo o Brasil, assumiram essa agenda global em função de um futuro comum, com monitoramento realizado por meio de indicadores sociais

(PEREIRA et al., 2019). A agenda apresenta o ODS 11 de “Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis com meta de promover uma urbanização sustentável (UN, 2015). O ODS 12 tange a importância de insumos sustentáveis pois visa “Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis”, abrangendo mudanças nos padrões de produção e com uma transição para uma economia global mais ecológica e inclusiva.

A concepção de uma gestão eficiente de obras civis surgiu no início da década de 90, quando instaurada a filosofia *lean construction*, que na época almejava a redução de custos e desperdícios com foco estritamente econômico. Essa filosofia foi desenvolvida a partir do trabalho do pesquisador finlandês Koskela (1992), que apresentou um relatório constituído por 11 princípios. Tal trabalho emergiu da manufatura com *lean production* praticada por japoneses, e visa incorporar práticas de gestão de projetos de construção para a melhorar a eficácia e a eficiência dos processos em obras civis.

Passados alguns anos, foram incluídos os objetivos sociais e ambientais em equilíbrio com os econômicos, quando surge o conceito de sustentabilidade, alinhado à estratégia do Triple Bottom Line - TBL (ELKINGTON, 1998).

Os estudos de Martínez-Jurado e Moyano-Fuentes (2014) e Ciccullo et al. (2018) buscaram compreender as inter-relações entre o pensamento *lean* e de sustentabilidade na evolução da pesquisa científica sobre a temática de gestão de projetos da construção. Esses autores identificaram que há uma lacuna no alcance do objetivo social previsto pelo TBL. Todavia, Ciccullo et al. (2018) esclarecem que as corporações precisam primeiramente consolidar práticas *lean*, pois são essenciais para alcançar um desempenho ambiental em consonância com o desenvolvimento sustentável.

O desempenho sustentável na construção civil engloba vários quesitos, que devem promover benefícios ambientais e socioeconômicos. No contexto da habitação de interesse social, esse desempenho torna-se ainda mais significativo, pois a otimização dos processos dessas obras civis é fundamental, para que não haja atraso na entrega e, assim, menos famílias sejam atendidas (EUPHROSINO et al., 2019). Isso porque além dos benefícios econômicos e ambientais, advindos da diminuição do desperdício de recursos, são proporcionados benefícios sociais a partir da superação dos *déficits* habitacionais.

Para implementação da sustentabilidade construtiva foram desenvolvidas avaliações específicas, a fim de constatar a efetivação das práticas no âmbito da

construção civil, cuja denominação *Green Building* passa a ser adotada. Desse modo, o processo de certificação ambiental, confere às construtoras de edifícios sustentáveis, o reconhecimento e incentivo pela mitigação de impactos ambientais, e a redução no uso de recursos naturais (CONTO et al., 2017). O objetivo consiste em incentivar mudanças com foco na sustentabilidade do setor da construção.

O processo de certificação ambiental valida critérios de sustentabilidade empregados na construção de estruturas civis, a partir de avaliações sistemáticas dos materiais e métodos empregados. O primeiro sistema de avaliação ambiental de construções foi lançado em 1990, na Inglaterra. O denominado *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* (BREEAM), teve um foco inicial em novos edifícios de escritórios na fase de construção (BRE, 2016). No entanto, o esquema foi gradualmente se expandindo para abranger também edifícios residenciais em fase de uso.

Outras certificações são disponíveis a nível local, como por exemplo na China *China Green Building* apenas para Pequim, ou no Paquistão, com o *Pakistan Green Building Guideline*. Assim como ocorre no Brasil, os *Green Building Councils*, que compõem a rede global (WorldGBC), desenvolvem e gerenciam as ferramentas de certificação em todo o mundo (GBCBR, 2016).

2.2 CONSTRUÇÃO CIVIL E SUSTENTABILIDADE: O CENÁRIO DO BRASIL

A denominada cadeia da construção engloba a indústria de materiais, passa pelo segmento de transporte e logística, podendo atingir o varejo quando os materiais são direcionados para execução de obras pequenas ou reformas, ou ainda para empreiteiras e construtoras no caso de empreendimentos (CBIC, 2020).

A Câmara Brasileira da Indústria da Construção (Cbic), promove o estímulo ao investimento nesse setor com empenho nos últimos anos. Segundo Cbic (2020), esses investimentos geram um ciclo virtuoso, pois a cada R\$ 1 milhão investido, a construção civil cria 7,64 empregos diretos e 11,4 empregos indiretos, que geram R\$ 492 mil e R\$ 772 mil sobre o Produto Interno Bruto (PIB), respectivamente.

A Associação Brasileira da Indústria de Materiais de Construção (Abramat), e Fundação Getúlio Vargas - FGV (2019), em estudo sobre o perfil da cadeia produtiva da construção, verificaram que a contribuição para o PIB brasileiro corresponde a 7,11%, com arrecadação tributária que chega a 228.907 milhões de reais. O perfil ainda expressa que a composição de vendas da indústria da construção é maior para o varejo

com 32,9%, seguido pela própria indústria com 26,9% (ABRAMAT; FGV, 2019). Ou seja, as vendas para própria indústria quase se equiparam com as vendas para varejistas, e isso indica o potencial que a indústria de materiais de construção possui para adoção de uma economia circular dos insumos que são fornecidos.

Grande parte dos problemas ambientais advindos da construção civil são oriundos do uso intensivo de recursos naturais e da geração de resíduos. A Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ALBREPE, 2020), afirma que os serviços de limpeza municipais coletaram 44,5 milhões de toneladas de resíduos de construção e demolição (RCD) no ano de 2019, estes podem representar de 50% a 70% em massa do total gerado. Esse dado expressa um aumento, desde a promulgação da Política Nacional de resíduos sólidos (PNRS) em 2010, que era equivalente a 33 milhões de toneladas e representa uma elevada e insustentável geração de resíduos que tange os territórios urbanos brasileiros.

Esse cenário revela uma problemática geração de RCD, pois apenas uma pequena parte é designada para reciclagem em função da estreita abertura de mercado existente. Cerca 50% dos municípios brasileiros ainda destinam os resíduos para locais irregulares e, não realizam a reciclagem para utilizá-los em obras de construção civil (ABRECON, 2018).

Nesse sentido, o principal foco para o setor da construção deve consistir no consumo sustentável de recursos ambientais, porque implica na redução da geração de resíduos (WANG; TAM; LI, 2015). O Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (2014) considera essa minimização como prioridade e destaca que ações conjuntas devem ser empregadas, capazes de envolver a maximização da vida útil de estruturas, estratégias para redução de perdas e falhas, melhoria do processo de gestão e aumento da reciclagem dos resíduos alinhada à PNRS.

Além disso, insta salientar que a construção civil no Brasil é um segmento que atua predominantemente através de pessoas, devido à capacidade de absorver trabalhadores com várias categorias de instrução e apresentar um ambiente de alta rotatividade (SILVA et al., 2020). No que concerne ao aspecto econômico da cadeia da construção, a mesma está inserida nos segmentos que compõem a indústria de base e isso lhe confere um caráter pró-cíclico, ou seja, é influenciada diretamente pelo comportamento da economia do país (GONÇALVES, 2015).

A exemplo disso, Alves (2013) relata o aquecimento econômico no setor oriundo do “Programa Minha Casa, Minha Vida”, do Programa de Aceleração do

Crescimento (PAC), e os eventos que envolveram o futebol com as construções dos estádios e alojamentos, que quando finalizados em 2014 influenciaram drasticamente na queda do setor (BALZANA FILHO; BORDEAUX-RÊGO, 2013). Após cinco anos de retração econômica, em 2019, o setor da construção civil apresentou resultado positivo e indica a saída retardatária da recessão (MONTEIRO, 2020).

De acordo com os dados do Cadastro Geral de Empregados e Desempregados (CAGED), o estoque total de empregos formais e sua variação ao longo do ano de 2020 expressa que o grande setor da construção civil apresentou um saldo negativo que se concentrou nos meses de março a maio em função das medidas de isolamento social impostas pela Pandemia do COVID-19, que paralisou muitas obras e resultou em muitas demissões de postos de trabalho (Tabela 1). O crescimento foi retornado a partir do mês de junho e fechou o ano com saldo positivo entre número de desligamentos e admissões.

Tabela 1 - Admissões, desligamentos e admissões do emprego formal na construção civil no Brasil durante o ano de 2020.

Meses	Admissões	Desligamentos	Saldos	Estoque
Janeiro	155.516	121.076	34.440	2.201.365
Fevereiro	148.295	122.642	25.653	2.227.018
Março	134.429	152.435	-18.006	2.209.012
Abril	63.521	137.002	-73.481	2.135.531
Maio	90.702	112.764	-22.062	2.113.469
Junho	119.351	102.851	16.500	2.129.969
Julho	145.158	103.107	42.051	2.172.020
Agosto	155.837	105.097	50.740	2.222.760
Setembro	157.786	112.153	45.633	2.268.393
Outubro	158.403	122.714	35.689	2.304.082
Novembro	139.208	118.484	20.724	2.324.806
2020*	1.468.206	1.310.325	157.881	2.324.806

Legenda: (*) os totais de admissões, desligamentos e saldos referem-se ao somatório de janeiro a outubro com ajustes somado aos valores de admissão, desligamento e saldo de novembro sem ajustes.

Fonte: Cadastro de empregados e desempregados - CAGED, Secretaria Especial de Previdência e Trabalho (2021).

Mediante a vulnerabilidade do setor às oscilações econômicas do país, surge uma parcela do setor que busca a inovação para se consolidar nesse ramo, a partir do uso de materiais com qualidade, industrialização do canteiro de obras, que prezam por

métodos que facilitem o trabalho e promovam benefícios econômicos. Essa inovação visa atrair cada vez mais clientes e consolidar sua sustentabilidade para sobreviver às tais oscilações econômicas (CAPELA, 2014).

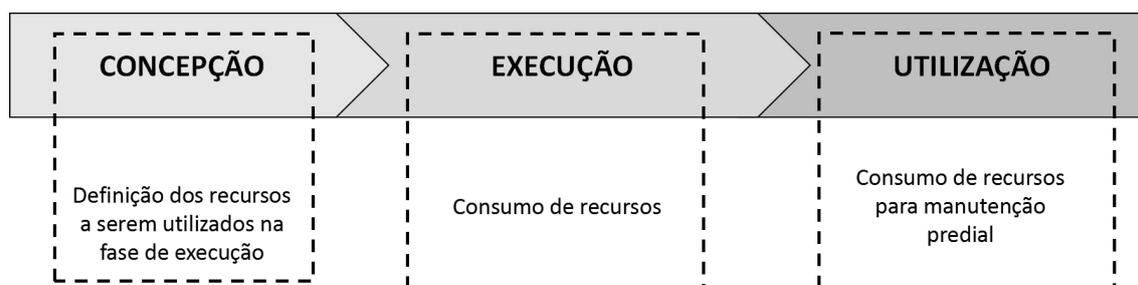
2.3 DESPERDÍCIO E EFICÁCIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

O acúmulo de desperdício existe ao longo da cadeia da construção desde a aquisição de materiais, e isso caracteriza a baixa eficácia do gerenciamento e controle de qualidade. Pois, estima-se que 35% dos resíduos de construção e demolição são encaminhados para aterros sanitários e não retornam para a cadeia de valor (MENEGAKI; DAMIGOS, 2018). Isso constitui um desafio eminente não somente no Brasil, mas em muitos países em desenvolvimento (BEGUM et al., 2006; LI et al., 2020; SEROR; PORTNOV, 2020).

As atividades desempenhadas em um canteiro de obras precisam ser mapeadas e planejadas, para que sejam efetuadas de modo otimizado de acordo com a *lean construction* (KOSKELA, 1992). Isso deve ocorrer por meio da redução de atividades que geram desperdícios e não agregam valor (OHNO, 1997). Portanto, o desafio da construção enxuta consiste em eliminar todos os processos que não agregam valor, tais como movimentos e transportes desnecessários, retrabalhos, estoque em excesso, (KOSKELA, 1992), que conforme comentado anteriormente, visa reduzir custos e possibilitar maior lucro.

A geração de desperdício ocorre ao longo do processo produtivo de construção em todas as fases de implantação de empreendimentos (Figura 2). Todavia, há um limite que deve ser estabelecido como parâmetro para monitoramento para realização de trabalho, seja em razão do consumo de matéria-prima, tempo disponível, recursos financeiros, recursos humanos ou energéticos (ANDRADE, 2002).

Figura 2 - Origens de desperdício nas fases de implantação de empreendimentos de construção civil.



Fonte: Adaptado de Andrade (2002).

O Sistema Toyota de Produção (STP), criado por Taiichi Ohno, conhecido como *lean manufacturing*, cuja tradução consiste em sistema de manufatura enxuta, consiste em operar exatamente na razão da demanda do cliente para evitar desperdícios. Conforme Ohno (1997), os sistemas produtivos apresentam oito diferentes categorias de desperdícios (sem ordem de classificação). De acordo com o autor, os conceitos de desperdício e trabalho se complementam e estão relacionados com o movimento dos trabalhadores. O desperdício trata-se do movimento desnecessário ou repetitivo que não agrega valor ao trabalho realizado numa perspectiva de linha de produção. (OHNO, 1997).

Logo, o desperdício consiste na má ou excessiva execução de determinado trabalho que culminará em não-conformidade. O conceito também pode se expresso na nomenclatura de “perdas”, quando exprime reprocesso ou retrabalho (trabalho sem valor), que gera aumento de custos, prazos e recursos (ARANTES, 2008). Além desses conceitos, é importante a compreensão do conceito de eficácia, que consiste na comparação entre os resultados oriundos da execução de determinado trabalho com os resultados esperados ou estimados. Portanto, a eficácia pode ser quantificada através de indicadores operacionais, de resultado ou de impacto (HOLANDA, 2011).

Segundo Arantes (2008), a eficácia está diretamente relacionada com a realização de trabalho, e conseqüentemente com os possíveis desperdícios. Por meio da avaliação de eficácia em relação à realização de determinado trabalho, é possível mensurar e identificar as perdas, com uso de parâmetros e indicadores de desempenho global para atingir eficiência. Ainda de acordo com a autora, eficiência é a capacidade de extrapolar os objetivos pretendidos, e melhorar de forma contínua por meio da obtenção de resultados que se superam. Para mensuração de ambas, eficácia e eficiência, são utilizados indicadores específicos que servem de base na avaliação de desempenho de uma empresa, seja no nível de gestão ou operacional.

De acordo com Neely et al. (1996), a eficácia diz respeito ao atendimento dos requisitos de cliente ou mercado, enquanto a eficiência expressa o uso econômico dos recursos para atingir um determinado grau de satisfação desse mesmo cliente ou mercado.

No entanto, cabe ressaltar que a eficiência em um único subprocesso é apenas uma condição necessária para a eficiência geral da produção que se reflete na melhoria contínua do desempenho (PENG; PHENG, 2011). Dessa maneira, ainda o que todos os

subprocessos no processo de produção sejam eficientes o desempenho global da empresa pode ser ineficiente (PENG; PHENG, 2011).

De acordo com os estudos sobre construção enxuta, para um processo atingir eficiência é necessária a busca pela eliminação dos desperdícios cuja classificação é feita em oito categorias (FORMOSO; ISATTO; HIROTA, 1999).

2.3.1 Superprodução ou excesso de produção

Esse desperdício está relacionado com dois aspectos: o quantitativo e a antecipação. A superprodução quantitativa ocorre quando a produção é superior à quantidade necessária e desse modo contribui para a sobra de produtos e formação de estoque. No caso da antecipação, o desperdício por superprodução é gerado devido à finalização da produção antes do prazo determinado para entrega (OHNO, 1997). O motivo dessa antecipação pode estar associado à necessidade de manter a taxa de ocupação das máquinas, ao acúmulo de estoque para atender demandas extras, ou ainda devido à ocorrência de pedidos urgentes.

A superprodução deve ser combatida em função do uso de matérias-primas, que são recursos naturais, pois quando utilizadas em excesso e sem assertividade produtiva, carecem de maior espaço de armazenamento e excesso de inventário e isso implica em adição de custos para respectiva administração e transporte (OHNO, 1997).

2.3.2 Desperdício de transporte

Ainda que não agregue valor, o transporte é uma atividade necessária tendo em vista os caminhos percorridos pelo material ao longo do seu processamento, e devido às restrições do próprio processo e das instalações. Todavia, todo transporte realizado acima do necessário é considerado desperdício (OHNO, 1997).

Shingo (1996) relata que nem sempre a realização de transporte mecanizado é necessária, tendo em vista o maior custo dessa ação, logo, se uma determinada atividade pode ser realizada de modo manual, que assim seja feito de maneira assertiva e otimizada. Esse aspecto é diretamente influenciado pela organização do espaço de trabalho e implementação de equipamentos (*layout*).

2.3.3 Excesso de estoque

A formação de estoques ocorre em função do armazenamento de matérias-primas ou de produtos em processo, ou ainda finalizados (OHNO, 1997). Conforme relata Shingo (1996), a existência de altos estoques reside numa concepção ocidental de

que o estoque é um mal necessário, e que funciona como um item securitário para suprir as oscilações da demanda de mercado e a confiabilidade em função do uso de máquinas, realização de operações e relacionamento com fornecedores.

2.3.4 Desperdício do processamento em si

Os desperdícios de processamento estão relacionados com as atividades de processamento que são desnecessárias para que o produto alcance o nível básico de qualidade, considerando a geração de valor agregado para o cliente (OHNO, 1997). De acordo com Guinato (1996), essa categoria corresponde às parcelas do processamento que poderiam ser eliminadas sem afetar as características e funções básicas do produto ou serviço.

2.3.5 Produção de produtos defeituosos

Essa categoria se relaciona com a anterior de processamento, pois a produção de produtos defeituosos está inclusa essencialmente no processamento. Desse modo, a não-conformidade surge em função da falta de aplicação das normativas correspondentes às instruções de trabalho e exigências de clientes (OHNO, 1997). Consiste no desperdício na sua forma mais concreta, devido aos erros de processamento que culminam na não-conformidade, portanto, são fortemente combatidos na maioria das empresas.

Além da produção de produtos defeituosos, estão inclusos nessa categoria de desperdício os reparos, retrabalhos, substituições na produção que culminam em perdas com material, manuseio, tempo e esforço (OHNO, 1997). A produção desse desperdício, que gera produtos fora da especificação técnica indicada, ainda pode provocar outros desperdícios como de tempo, movimentação, e estoque (OHNO, 1997).

Shingo (1996) determina duas formas de inspeção para perdas com produtos defeituosos, a que visa detectar imediatamente a não-conformidade, de maneira a evitar que o erro se propague no sistema produtivo, e a inspeção para localizar defeitos, que consiste apenas em identificar ao final do sistema produtivo se os produtos possuem ou não defeitos para separá-los.

2.3.6 Movimentação desnecessária durante as operações

Ocorre em função da realização de qualquer movimento para efetuar um trabalho que não agrega valor à função desempenhada pelo operador. A exemplo disso, temos a procura por ferramentas ou contagem de peças. Isso porque trabalhar é fazer o

processo avançar efetivamente no sentido de concluir a atividade proposta (OHNO, 1997).

Esse desperdício não é facilmente identificado em razão da ausência de um padrão para determinados procedimentos, de tal modo que o estabelecimento destes padrões consiste em uma condição essencial para a racionalização dos movimentos dos trabalhadores (SHINGO, 1996).

2.3.7 Desperdício de tempo disponível

O tempo disponível consiste na espera ociosa, quando não está sendo desempenhada uma atividade. Espera por equipamento, por materiais, por trabalhadores, por informação, são exemplos dessa categoria de desperdício (OHNO, 1997).

Shingo (1996) distingue as causas do desperdício de tempo disponível, que pode acontecer por processo e por lote. O de processo ocorre quando um lote inteiro permanece esperando enquanto o lote anterior é processado, inspecionado ou transportado; ou ainda quando há acumulação de estoque excessivo a ser processado ou entregue. Tal espera pode ser minimizada por meio da sincronização da linha de produção, balanceamento das quantidades de produção e capacidades de processamento. A espera do lote ocorre quando durante o processamento de um lote, a parte do lote que não está sendo processada está aguardando em estoque, ou seja, há um estoque intermediário que pode ser diminuído com a redução do tempo de processamento.

2.3.8 Desperdício de recursos humanos

Além dos sete desperdícios identificados inicialmente por Onho (1997), o oitavo desperdício posteriormente foi definido como o desperdício de recursos humanos, ou seja, a ausência do emprego do conhecimento, experiência e criatividade dos colaboradores. Isso ocorre em função do desempenho de qualquer atividade ou falha, que consuma o tempo ou o talento de um trabalhador sem agregar valor aos produtos ou serviços executados.

Dentre as principais causas para esse desperdício estão a falta de comunicação entre colaboradores, comunicação ineficaz, estagnação do conhecimento e desprezo do conhecimento de um colaborador.

2.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo expôs uma revisão da literatura por meio de um panorama acerca do setor da construção civil, e também, a relação de *trade-off* que existe entre os diferentes fatores de sustentabilidade (econômicos, sociais e ambientais) e o pensamento enxuto na construção.

As práticas enxutas, tais como o foco na redução de custo e tempo e o aumento da qualidade hoje somadas ao desafio maior que é a sustentabilidade demandam por estruturas de trabalho integradas que envolvam colaboração, requisitos ambientais, qualificação de mão-de-obra, uso de tecnologias e cultura organizacional.

Nesse âmbito, a gestão da construção enfrenta muitos desafios nos quais a maioria é prática e precisa ser melhor compreendida. Em geral, assume-se que existe uma geração muito alta de resíduos e atividades sem valor agregado na construção. Vários estudos confirmaram que os resíduos na indústria da construção representam uma porcentagem relativamente grande do custo de produção. As perdas produzidas por atividades que geram custos diretos ou indiretos, mas não agregam valor ao produto do ponto de vista do cliente são denominadas de desperdícios.

Esses desperdícios podem ser medidos em termos de custos e outros estão relacionados com a eficiência dos processos, equipamentos ou pessoal, e são mais difíceis de serem medidos porque o ponto de eficiência geral de produção nem sempre é conhecido pela gestão de projetos de construção.

Os resíduos da construção civil têm sido objeto de diversos projetos de pesquisa sobre sustentabilidade ao redor do mundo nos últimos anos. No entanto, a maioria dos estudos tende a focar no desperdício de materiais, que é apenas um dos recursos envolvidos no processo construtivo. Pois a demanda por materiais implica também em incremento na demanda por energia, e sendo a maior parte da energia industrial derivada de combustíveis fósseis isso implica no aumento da emissão de gases de efeito estufa que gera diversos impactos ambientais.

Portanto, se faz necessário um olhar holístico para condução de projetos sustentáveis de construção civil, no quais sejam possíveis empregar avaliações de desempenho em cada um dos seus subprocessos e no consumo de materiais e insumos.

3 POLÍTICAS PÚBLICAS PARA CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS MEDIANTE A QUESTÃO DA HABITAÇÃO NO BRASIL

PUBLIC POLICIES FOR GREEN BUILDINGS THROUGH THE QUESTION OF HOUSING IN BRAZIL

RESUMO: Este capítulo visa analisar, de forma descritiva e prescritiva, as Políticas Públicas que possuem a perspectiva de uma construção civil sustentável, e que estão relacionadas com a questão da habitação no Brasil. O programa de habitação do governo federal “Programa Minha Casa, Minha Vida” (PMCMV) alinhado ao “Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade na Construção Habitacional” (PBQP-H), têm incorporado estratégias a fim de disseminar o uso de métodos construtivos sustentáveis. Nesse sentido, o arcabouço legal pertinente à esse cenário é apresentado por meio de estudo de conteúdo, avaliação da política e informação para formulação de políticas em Pernambuco, estado brasileiro pelo qual pertence a área de estudo da presente dissertação, bem como, no âmbito da federação, o Brasil. Recentemente, o PMCMV foi substituído pelo “Programa Casa Verde e Amarela”, que modificou as regras de financiamento para aquisição imobiliária. Nesse estudo, de caráter preliminar, foi possível notar a existência de algumas lacunas no âmbito legal e fiscal que existem nessas políticas. Isso indica a necessidade de esforços adicionais que elevem a eficácia de aplicação das políticas ambientais inerentes à essa temática, para garantia do direito à habitação e proteção ambiental, ambos previstos na Constituição Federal brasileira.

Palavras-chave: Programa Minha Casa, Minha Vida; edificações sustentável, resíduos da construção civil.

ABSTRACT: This paper proposes to introduce the Public Policies that have the perspective of a sustainable civil construction, and that are related to the housing issue in Brazil. The federal government housing program “Programa Minha Casa, Minha Vida” (PMCMV) aligned with the “Brazilian Program for Quality and Productivity in Housing Construction” (PBQP-H), has incorporated strategies in order to disseminate the use of sustainable construction methods. . In this sense, the legal framework relevant to this scenario is presented through a content study, policy evaluation and information for policymaking in Pernambuco, the Brazilian state to which the study area of this dissertation belongs, as well as, within the scope of the federation, Brazil. Recently, the PMCMV was replaced by the “Programa Casa Verde e Amarela”, which modified the financing rules for real estate acquisition. In this preliminary study, it was possible to note the existence of some gaps in the legal and fiscal scope that exist in these policies. This indicates the need for additional efforts to increase the effectiveness of the application of environmental policies inherent to this theme, to guarantee the right to housing and environmental protection, both provided for in the Brazilian Federal Constitution.

Keywords: Government program “Minha Casa, Minha Vida”; green buildings, construction waste.

3.1 INTRODUÇÃO

De acordo com Buckley, Kallergis e Wainer (2016), após os anos 2000 houve uma repentina expansão da construção de habitações em grande escala nos países de economia emergente e em desenvolvimento. Esse fenômeno provocou efeitos entre os usuários beneficiados e as cidades que receberam essas intervenções, dentre os quais, se destaca a vulnerabilidade desses ambientes construídos às mudanças ambientais que impulsionou a criação de mecanismos regulatórios para implementação de projetos de edificações mais sustentáveis.

Após um longo período de participação pública extremamente limitada em relação à política de habitação, por meio da instituição do “Programa Minha Casa, Minha vida” o Brasil conseguiu avanços importantes que proporcionaram o atendimento quantitativo da demanda habitacional das classes sociais mais baixas, geração de emprego e investimentos no setor da construção civil (LOUREIRO; MACÁRIO; GUERRA, 2015; LEONARDO; TEIXEIRA, 2019).

A participação dos atores do setor da construção civil no processo de implementação do PMCMV consiste na apresentação de propostas à Caixa Econômica Federal, entidade responsável pelo gerenciamento e contratação dos projetos (LEONARDO; TEIXEIRA, 2019). Esse processo é passível de diversos incentivos que visam agregar sustentabilidade aos edifícios durante todo o ciclo de vida.

Embora a temática das construções sustentáveis em habitações de interesse social (HIS) apresente um intenso crescimento ao longo dos últimos cinco anos, é possível verificar que grande parte dos estudos ainda se concentra nos países europeus (FONTOLAN; NETO, 2021). No Brasil esse tema ainda carece de estudos que possam subsidiar políticas setoriais, visto que não há legislação que possa denotar todos os aspectos acerca da internalização do *triple bottom line* (social, econômicos e ambiental). Sobretudo, porque essas políticas devem ir além da construção em si de habitações sustentáveis, compatibilizando os benefícios aos usuários e às necessidades coletivas de habitação que divergem de acordo com os diferentes contextos de ocupação urbana (MELO; BEZERRA, 2020).

Portanto, soluções com alto nível de padronização necessitam de um planejamento dedicado às fases de operação e uso das edificações, que atualmente é passível de modelagem a partir de ferramentas específicas utilizadas na avaliação e

direcionamento de intervenções adequadas ao orçamento do projeto e à redução de custos operacionais.

Nesse sentido, para esta seção foi realizada uma revisão crítica das políticas vigentes, visando estabelecer recomendações que possam subsidiar a normatização dos diversos processos envolvidos na temática. Desse modo, teve por objetivo analisar, de forma descritiva e prescritiva, as Políticas Públicas que possuem perspectiva de uma construção civil sustentável, e que estão relacionadas com a questão da habitação no Brasil.

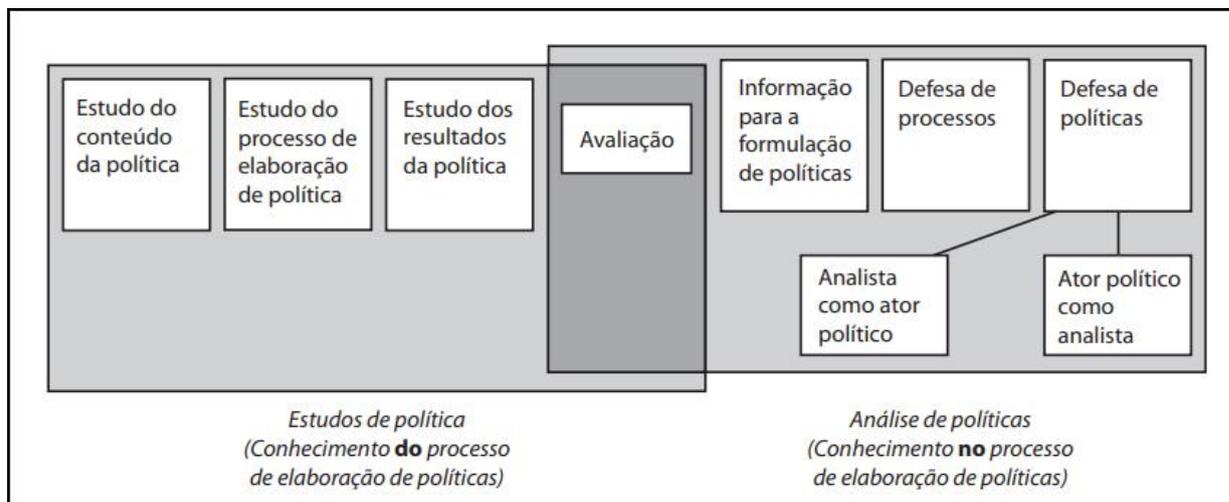
3.2 METODOLOGIA

Foi realizada uma pesquisa de cunho exploratório acerca do arcabouço legal e político que envolve a perspectiva de uma construção civil sustentável com foco para a questão da habitação no Brasil. O presente estudo, de abordagem qualitativa, está estruturado em duas partes: inicialmente trata das Políticas Públicas Nacionais voltadas à habitação e construção civil, e em um segundo momento, apresenta um panorama dos Programas Habitacionais do Governo Federal, “Minha Casa, Minha Vida” e “Casa Verde e Amarela”, no âmbito nacional e local, esse último pertinente ao estado de Pernambuco, tendo em vista a abrangência geográfica desta dissertação.

Segundo Gil (2017), pesquisas exploratórias têm finalidade de desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista, a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses para pesquisas posteriores. Portanto, inicialmente essa estratégia de pesquisa foi aplicada por proporcionar maior familiaridade com o tema abordado, visando torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses (GIL, 2017).

Em seguida, foi realizada uma análise de cunho descritivo e prescritivo (DAGNINO et al., 2002), pois abrange o conteúdo das políticas públicas e respectivas implicações. E a finalização consiste na seção de recomendações para melhoria dos processos que envolvem a implementação dessas políticas. À vista disso, são empregados os seguintes tipos de análise de política (Figura 3): estudo de conteúdo (*analysis of policy*), avaliação da política (interseção) e informação para formulação de políticas (*analysis for policy*).

Figura 3 - Tipologias da análise de política.



Fonte: Dagnino et al. (2002).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.3.1 Políticas e programas setoriais para habitação e construção civil

No ano de 1998, houve o surgimento de programas de redução de perdas e de gestão da qualidade na construção civil, que impulsionaram a preocupação do setor com sustentabilidade. A exemplo disso, temos a concepção do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade na Construção Habitacional (PBQP-H), que busca otimizar a construção civil com base em dois grandes preceitos: a modernização produtiva e a qualificação ideal do habitat (FERNANDES, 2011). O PBQP-H, foi instituído em 18 de dezembro de 1998, pelo então Ministério do Planejamento e Orçamento. O programa permanece até a presente datada, e visa modernizar e implementar gestão da qualidade na cadeia da construção civil, para a redução do *déficit* habitacional no país e isso inclui a redução de custos (MDR, 2020).

A instituição do PBQP-H promoveu a adoção de sistemas de qualidade nas indústrias do segmento por meio da criação de Programas Setoriais da Qualidade (PSQ's), como por exemplo o de bloco cerâmicos, cimento Portland e argamassa colante. Os PSQ's objetivam promover a conformidade técnica, incentivo à inovação tecnológica, aumento dos padrões de produtividade e redução de custos e desperdícios (MDR, 2020). Inicialmente o que foi visto como um alto esforço, somente para adesão ao PBQP-H, passou a ser encarado como uma vantagem econômica em função da redução de desperdícios e menor necessidade de manutenção dos produtos certificados pelos PSQ's (VIEIRA; OLIVEIRA NETO, 2019).

Embora haja incentivos do governo brasileiro, grande parte do setor da construção ainda permanece conservador, tradicional e pouco inovador, quando comparados aos outros setores como mecânico, elétrico, eletrônico e de informática (SHREIBER; PINHEIRO, 2016; DELOITTI SPAIN, 2020; CHARRON JÚNIOR; QUESADO FILHO, 2020). Vale destacar que o setor possui distintos níveis de inovação, pois por um lado há as empresas tradicionais da construção que permanecem em níveis obsoletos de tecnologia, mas que ainda dominam boa parte do mercado em função do aspecto cultural, e as denominadas *construtechs*, que são empresas que adotam processos digitalizados com execução descentralizada de projetos, uso tecnologias avançadas (BIM, automação residencial, impressão 3D, inteligência artificial), e que apresentam enorme potencial de agregar valor ao longo do ciclo de vida de projetos (CHARRON JÚNIOR; QUESADO FILHO, 2020).

Um ponto que merece destaque no PBQP-H é a estruturação integrada do programa que permite aos atores envolvidos, pautar ações específicas que sejam voltadas para implantação de tecnologias, metodologias e ferramentas. Esses últimos incluem gestão de pessoas; gestão da qualidade; gestão de suprimentos; gestão das informações e dos fluxos de produção; gestão de projetos (MDR, 2020). Desse modo, o denominado pensamento *lean* que na década de 90 foi incorporado à gestão de suprimentos e da qualidade, ganha força no cenário nacional com o PBQP-H. Estão incluídos incentivos econômicos e sociais, como a modernização do setor e redução do elevado *déficit* habitacional do país.

Para atender as demandas de áreas envolvidas na cadeia da construção civil e criar requisitos específicos para tais, o PBQP-H possui três diferentes sistemas de avaliação. Cada sistema é referente à um tipo de certificado, e se divide em: conformidade de empresas de serviços e obras; qualificação de materiais; e novas tecnologias. Os sistemas denominados são: Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras (SiAC) que atua na certificação de construtoras analisando, principalmente sua gestão; Sistema de Qualificação de Empresas de Materiais, Componentes e Sistemas Construtivos (SiMaC), no qual são analisados os processos e a qualidade dos produtos de indústrias relacionadas à fabricação de materiais para a construção; e o Sistema Nacional de Avaliação Técnica (Sinat) que compreende a verificação de novos materiais e novas tecnologias a serem introduzidos na indústria da construção civil (MDR, 2020).

O SiAC prevê a inclusão de indicadores de sustentabilidade nos canteiros de obras que contemplam a conservação de água, eficiência energética e a redução da geração de resíduos. Entretanto, o programa não apresenta os parâmetros adequados para cenários específicos das obras civis, isso compreende uma lacuna que se reflete na ausência de planos de gestão com metodologia padrão, de modo a unificar o controle e reduzir os consumos (FROUFE; MELLO; SOARES, 2020). Vale salientar, que no cenário nacional é comum o monitoramento (quantificação e análise) inadequado dos resíduos gerados em obras civis e isso constitui um grande desafio setorial (FROUFE; MELLO; SOARES, 2020).

O PBQP-H segue os princípios da norma do sistema de gestão da qualidade (SGQ) ISO 9001, que devido às exigências do mercado de contratações foi incorporada pelas construtoras do programa por compatibilização mercadológica. Obedecendo a esse mesmo movimento, houve a busca pela certificação da ISO 14001 referente aos sistemas de gestão ambiental (SGA). Pois se tratava de uma exigência de mercado para contratação, vista como oportunidade competitiva tanto para as pequenas e médias empresas (VECHI; GALLARDO; TEIXEIRA, 2016), quanto para as grandes que têm muito interesse na certificação por obedecerem à padrões internacionais exigidos em processos de cessão de crédito.

No ano de 2013, entrou em vigor a NBR 15575 “Edificações Habitacionais – Desempenho”, que contribui para a modernização tecnológica da construção brasileira e progresso da qualidade das habitações (ABNT, 2013). A norma segue modelos internacionais de normatização de desempenho, logo, “para cada necessidade do usuário e condição de exposição, aparece a sequência de requisitos de desempenho, critérios de desempenho e respectivos métodos de avaliação”.

A norma está estruturada em seis partes, nas quais os elementos da construção são registrados devido às exigências relacionadas à segurança, habitabilidade e sustentabilidade (ABNT, 2013).

A atualização mais recente do SiAC em 2017 não aderiu à nova estrutura da ISO 9001:2015 e, portanto, não foi possível estabelecer uma equivalência usual entre as mesmas. Desse modo, conforme relata Nercolini (2019), houve uma drástica redução na adesão à ISO 9001. Segundo a autora, as empresas alegam que o investimento exigido pela certificação é elevado, e que só vale a pena caso o programa o considerasse. Isso revela o comportamento reativo das empresas de construção civil que participam do programa.

A demanda de mercado imobiliário de edificações sustentáveis vêm crescendo, principalmente no âmbito das grandes corporações, no qual sua aquisição trata-se de um diferencial competitivo advindo das exigências globais já mencionadas aqui (LUCENA; MIOTTTO; DE MORI, 2020). Houve disseminação das ferramentas de avaliação pelo Brasil, o LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) for Homes, o Processo AQUA, e a primeira metodologia brasileira, Selo Casa Azul, que são as mais empregadas no território nacional (GRÜNBER, et al. 2014).

O genuíno brasileiro Selo Casa Azul foi desenvolvido pela Caixa Econômica Federal (CEF), e constitui uma importante ferramenta na construção sustentável brasileira. Aplica-se a todos os tipos de projetos de empreendimentos habitacionais apresentados à CEF para financiamento ou nos programas de repasse (CEF, 2010). O interesse de aquisição do Selo é facultativo, e deve cumprir regras preestabelecidas de qualidade para que seja feito o parecer do atendimento, ou não, dos mesmos. São amplos os aspectos que a CEF (2010) coloca para análise, mas todos englobam os benefícios econômicos, técnicos e sociais. Enumerando as categorias gerais, tem-se: Qualidade Urbana (categoria 1); Projeto e conforto (categoria 2); Eficiência energética (categoria 3); Conservação de Recursos Materiais (categoria 4); Gestão da Água (categoria 5); Práticas Sociais (categoria 6).

O proponente que visa obter o Selo Casa Azul da CEF terá a possibilidade de alcançar o selo na categoria bronze, prata ou ouro. Embora, o processo de aquisição do selo atribua reconhecimento pelas boas práticas desempenhadas e incentivo ao gerenciamento do ciclo de vida da construção, o que gera uma imagem positiva no mercado, a adesão dos empreendimentos ainda é pequena (ALVES; FREITAS; SANTOS, 2017).

A instituição da Política de Educação para o Consumo Sustentável por meio da Lei Federal nº 13.186 (BRASIL, 2015), impulsiona também o mercado para aquisição de bens imobiliários com concepção sustentável. Isso porque tem o objetivo de incentivar a redução do consumo em edifícios na fase de uso, a certificação ambiental, e promover a divulgação do ciclo de vida dos produtos da construção. Entretanto, a legislação não apresenta instrumentos e indicadores para efetivação dessas metas, o que a fragiliza sua implementação.

3.3.2 Panorama do “Minha Casa, Minha Vida” ao “Casa Verde e Amarela”

Lançado no ano de 2009, o Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV) foi o maior programa de governo para habitação da história do Brasil dos últimos tempos (THERY, 2017). Desde o lançamento do programa, houveram modificações das etapas de implementação, que estiveram sempre alinhadas aos diferentes contextos políticos do país. Na primeira etapa, o PMCMV cumpriu a meta de oferecer um milhão de casas à população brasileira com renda de até dez salários mínimos, o objetivo consistia na redução do deficit habitacional de 5,998 milhões de domicílios à época (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2012; THERY, 2017)

Foram mais de 4 milhões de unidades habitacionais entregues até o ano de 2019. Contudo, a partir de estudo prospectivo do PMCMV entre os anos de 2009 a 2017, a Fundação Getúlio Vargas e a Associação Brasileira de Incorporadoras Imobiliárias (2018) verificaram um deficit habitacional futuro de 9 milhões de residências para o ano de 2027. Visto que, o crescimento numérico do programa não superou o crescimento vegetativo do deficit habitacional brasileiro, atualmente tem-se um recorde de 7,7 milhões desde a concepção deste.

Sob a perspectiva de superar esse novo deficit, a Lei Federal nº 14.118 (BRASIL, 2021a) instituída no regime do atual governo federal, foi criado o Programa Casa Verde e Amarela (PCVA) em substituição ao PMCMV para implementação de habitações de interesse social no país. As principais diferenças entre os programas governamentais estão listadas no Quadro 2.

O PCVA tem a meta de atender 1,6 milhões de famílias de baixa renda até 2024, por meio do incremento de 350 mil residências na meta do antigo programa de habitação PMCMV, todavia, não incluiu a política de subsídios que era a principal inovação adotada até então (VERDÉLIO, 2020).

A estrutura do PMCMV correspondia à faixa de renda dos demandantes, de até R\$9.000,00, que implicava nos diversos subsídios governamentais envolvidos. Os projetos de habitações de interesse social (HIS) para famílias de baixa renda com renda até R\$ 1.800,00 (Faixa 1), eram desenvolvidos, principalmente, por meio do estado que subcontratava empresas privadas para implementá-los com subsídios de até 90% do valor do imóvel (TRIANA; LAMBERTS; SASSI, 2015). De acordo com a legislação a HIS é “entendida em seu sentido amplo de moradia, com a integração das dimensões física, urbanística, fundiária, econômica, social, cultural e ambiental do espaço em que a vida do cidadão acontece” (BRASIL, 2021a, p. 1).

Quadro 2 - Principais distinções entre o Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV) e o Programa Casa Verde e Amarela (PCVA).

PMCMV	PCVA
<ul style="list-style-type: none"> • Objetivo de redução do déficit habitacional e estímulo ao desenvolvimento econômico 	<ul style="list-style-type: none"> • Visa a promoção do direito à moradia associado ao desenvolvimento econômico e elevação dos padrões de habitabilidade e qualidade de vida
<ul style="list-style-type: none"> • Limite de renda de R\$ 9 mil 	<ul style="list-style-type: none"> • Limite de renda de R\$ 7 mil
<ul style="list-style-type: none"> • Modalidade única: Produção habitacional subsidiada e financiada 	<ul style="list-style-type: none"> • Inclusão das modalidades de regularização fundiária urbana e melhoria habitacional em áreas urbanas e rurais
<ul style="list-style-type: none"> • Os recursos do PMCMV são do OGU, FAR, FDS, FGTS 	<ul style="list-style-type: none"> • Os recursos do PCVA serão oriundos de dotações da União, do FNHIS, FAR, FDS, FGTS, operações de crédito da União firmadas com organismos multilaterais; doações públicas ou privadas, contrapartidas financeiras e outros.
<ul style="list-style-type: none"> • Ausência de requisitos voltados à inserção urbana de empreendimentos que trate de aspectos como inovação, qualidade, segurança, conforto e preservação ambiental. 	<ul style="list-style-type: none"> • Inclusão de portaria nº 959/2021 de requisitos técnicos, urbanísticos e socioterritoriais estruturados em quatro eixos: a inserção urbana, a concepção dos projetos, a execução das obras e a realização de ações de desenvolvimento socioterritorial, que ocorrem em grande parte na etapa de pós-ocupação. A portaria visa estimular a adoção de medidas sustentáveis em empreendimentos habitacionais de interesse social.

Fonte: A autora. Baseado em Brasil (2020).

Com a transição do PMCMV pelo vigente PCVA, houve a modificação da classificação de faixa para grupos, e que implica na redução da taxa de juros cobrada de acordo com o extratos de renda, e não mais subsídios, para financiar os imóveis - Grupo 1, famílias com renda de até R\$ 2 mil; Grupo 2, famílias com renda entre R\$ 2 e R\$ 4 mil; e Grupo 3, famílias com renda entre R\$ 4 mil e R\$ 7 mil (DEPIERI; RAMOS, 2020). Desse modo, o extrato mais baixo e que compõe 70% do déficit habitacional, denominado como faixa 1, foi extinto pelo novo programa.

Além dessa modificação, o PCVA acrescentou a regularização fundiária e melhoria habitacional como medidas passíveis de compor o valor de investimento da operação do programa (BRASIL, 2021a). Entretanto, insta salientar que tais ações por promover incentivo à entrada do capital privado, podem resultar em um aumento do fenômeno de especulação imobiliária (DEPIERI; RAMOS, 2020).

No que diz respeito, ao benefícios econômicos do PMCMV os investimentos do programa criaram o equivalente a 75% do PIB do setor de 2017, e também a geração de cerca de 13% do emprego médio formal da construção civil no período entre julho de 2009 e dezembro de 2017 (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2018). Quanto à arrecadação de tributos, foram arrecadados R\$106 bilhões no próprio setor, totalizando R\$163,4 bilhões com os impactos diretos, isso traduz que ao longo de nove anos a arrecadação proporcionada pelo programa superou a soma dos subsídios dados no período, o que indica retorno dos recursos investidos à sociedade (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2018).

Apesar de o PMCMV ter ofertado um expressivo número de habitações, alguns estudos relatam que grande parte dos empreendimentos, direcionados para as camadas sociais médias (faixa 2 e 3), se situaram em regiões mais centrais e com maior provisão de infraestrutura urbana, ao contrário daqueles voltados à população de baixa renda que foram alocados em regiões periféricas (SHIMBO, 2016; DEPIERI; RAMOS, 2020). Essa diferenciação repercute uma desigualdade socioespacial inerente à ocupação do espaço urbano, que se trata de uma problemática persistente na implementação da política habitacional do país (DEPIERI, 2016, KOWALTOWSKI et al, 2018; BRASIL, 2020).

A inserção urbana de empreendimentos dos programas habitacionais constitui um desafio que deve ser superado, a fim de garantir diretrizes de sustentabilidade na implementação dos projetos financiados (BRASIL, 2021a). Desse modo, a lei que institui o PCVA, em seu art. 7º, dispõe que a União poderá destinar bens imóveis a entes privados, dispensada autorização legislativa específica, para o alcance dos objetivos de políticas públicas habitacionais. Portanto, a inserção de tal dispositivo na lei tem o potencial de facilitar os trâmites administrativos de destinação de imóveis da União para a produção de empreendimentos habitacionais em terrenos cuja localização está situada em áreas mais estruturadas e próxima à oferta de empregos, para mitigar a segregação socioespacial durante a vigência do PMCMV (BRASIL, 2020; BRASIL, 2021a).

Ainda que a maioria dos estudos sobre o tema afirme que o preço dos terrenos tenha sido a razão da escolha da periferia para o PMCMV, de acordo com Duren (2018) a possibilidade de construção de grandes projetos, por meio de economias de escala, é a principal razão pela qual as construtoras preferem esses locais. Os programas setoriais supracitados incentivam a execução de práticas e operações construtivas enxutas com a manutenção da qualidade produtiva.

Nesse sentido, a articulação entre as esferas do governo e a gestão de programas habitacionais deve buscar consolidar o desenvolvimento urbano e a resolução de problemas ambientais, principalmente porque a elevação do padrão construtivo tem proporcionado edificações mais eficientes durante todo o ciclo de vida. Inclusive, a Portaria recém-publicada nº 959 de 2021 apresenta requisitos para inovação, qualidade, segurança, conforto e preservação ambiental, estimulando a adoção de medidas sustentáveis nos empreendimentos de HIS do PCVA (BRASIL, 2021b). Os requisitos da portaria abrangem quatro eixos: a inserção urbana, a concepção dos projetos, a execução das obras e a realização de ações de desenvolvimento socioterritorial, que ocorrem em grande parte na etapa de pós-ocupação habitacional (BRASIL, 2021b). Portanto, a sua promulgação representa um avanço no âmbito normativo que contempla todas as fases do empreendimentos e visam ao desenvolvimento sustentável habitacional sob os aspectos social e territorial.

Cabe ressaltar que o alto nível padronização em maior parte dos projetos HIS executados no Brasil, somado à baixa complexidade dos sistemas prediais adotados, constituem uma oportunidade para inclusão de medidas, especificações e práticas relacionados à eficiência e sustentabilidade da edificação, com aplicação em larga escala. A WRI Brasil (2017), demonstra o resultado potencial do uso de determinadas tecnologias para lidar com problemas como a escassez hídrica ou quedas na distribuição de energia, seja por capacidade de infraestrutura, seja por variações das condições climáticas, sem necessariamente requerer um grande investimento adicional nos projetos de HIS.

3.3.3 Panorama do “Minha Casa, Minha Vida” ao “Casa Verde e Amarela” no estado de Pernambuco

No Estado de Pernambuco foi criada em 2003 a Empresa Estadual de Habitação e Obras (CEHAB) para atender o interesse público de estudar problemas de habitação, principalmente de HIS, além de planejar e executar suas soluções, visando torná-las

acessíveis à população de baixa renda a aquisição ou construção de moradias (CEHAB/PE, 2020).

No ano de 2015, com a criação da Secretaria de Desenvolvimento Urbano (SEDUH) vinculada à administração direta do poder executivo estadual, a CEHAB passou a ser órgão integrante dessa instituição, para atuar na redução do déficit habitacional do Estado por meio da racionalização dos problemas habitacionais de interesse social, em parceria com as Prefeituras Municipais, a Caixa Econômica e o Governo Federal (CEHAB/PE, 2020).

Assim como ocorreu em nível federal, os resultados da produção de moradia do PMCMV colocam a implementação deste programa no auge da política pública habitacional no estado de Pernambuco (ALMEIDA, 2019).

No exercício de 2020, ano de encerramento do PMCMV, a CEHAB tinha a previsão de concluir a construção de 93 unidades habitacionais, cujo orçamento executado foi de R\$ 773.963, que corresponde a 22,43% empregado em atividades (CEHAB/PE, 2020). Essas habitações correspondiam ao extrato faixa 1 do programa que predominou em cidades interioranas menos urbanizadas, enquanto que as faixas de classe média 2 e 3 se concentraram na Região Metropolitana do Recife - RMR (DA SILVA, 2016a). Entre os anos de 2015 e 2018, cerca de oito mil unidades habitacionais nas faixas, 1,2,3 e 5 do PMCMV foram lançadas nessa região (JORNAL DO COMÉRCIO, 2019).

Na RMR, a preferência das incorporadoras consistiu em lançar imóveis com valor entre R\$ 190 mil e R\$ 400 mil, que corresponderam a 33,1% dos lançamentos entre os anos de 2015 e 2018 (SMARTUS, 2019). As cidades Jaboatão dos Guararapes e Paulista apresentam o maior número de habitações construídas ao longo dos dez anos de vigência do programa na região. A cidade de Paulista é recordista absoluta no número de contratações pelo PMCMV, foram 20.138 unidades habitacionais na faixa comercial e 2,3 mil na faixa 1 (SILVA, 2020). Todavia, a cidade do Recife foi uma das capitais que apresentou a menor oferta de unidades adquiridas por meio do financiamento PMCMV, apenas cerca de 5% dos imóveis construídos da cidade (JORNAL DO COMÉRCIO, 2019; BRASIL, 2020).

Um estudo recente da ADEMI/PE (2021) que contou com 46 empresas respondentes para o mês de agosto, verificou que a oferta de imóveis por meio do PMCMV teve um total de 4.185 unidades, modalidade que predomina e representa 50,39% da oferta global na RMR.

A distribuição espacial das habitações revela algumas falhas da implementação do programa, sobretudo, relacionadas ao isolamento de condomínios e residenciais fechados em áreas com baixo fornecimento de serviços urbanos, assim como observado no cenário nacional (DA SILVA, 2016).

Durante o período de ascensão do MCMV, paralelo às obras do PAC e da Copa do Mundo, na cidade de São Lourenço da Mata situada na RMR que ficou conhecida como a “Cidade da Copa” de Pernambuco, houve crescimento excepcional de empreendimentos que aderiram ao programa. Foram cerca de 5.224 unidades construídas em um período de 7 anos (DA SILVA, 2016).

Fora da RMR, a cidade de Caruaru é o município com maior número de habitações contratadas através do PMCMV em Pernambuco. De acordo, com a Prefeitura Municipal de Caruaru (PORTAL G1, 2014) o *déficit* habitacional compreende oito mil unidades habitacionais.

Em Caruaru foi implementado apenas um conjunto habitacional destinado à faixa de renda 1 (até 3 salários mínimos), sendo a maioria dos conjuntos pertencentes à faixa de renda 2 e 3. A partir de uma dinâmica que beneficia em maior parte a produção para a faixa intermediária de renda, e aloca as faixas de baixa renda para áreas mais periférica sem infraestrutura urbana, foi observado aumento do número de alugueis – com preços a depender das melhorias realizadas nas habitações, assim como do bairro –, e venda de imóveis construídos pelo PMCMV (OLIVEIRA, 2016).

3.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento econômico no Brasil está atrelado ao avanço de diversos setores, dentre eles, destaca-se o setor da construção civil. À esse setor compete um dos maiores e importantes desafios do país: a habitação de interesse social (HIS). Impulsionada por programas estruturadores do Governo Federal, a parcela da cadeia da construção civil voltada às obras para habitação de interesse social no Brasil, além da superação do déficit habitacional deve se comprometer com a sustentabilidade desde produção de insumos, até respectivo consumo e possível geração de resíduos.

Nesse âmbito, foram desenvolvidos programas e políticas para incentivo à modernização produtiva e sustentável da cadeia da construção, de modo a atender as demandas habitacionais de toda a população brasileira (MDR, 2020). Esses programas focam na consolidação da qualidade do habitat por meio do incentivo setorial, principalmente na indústria da construção, através de certificações de qualidade,

avaliações de desempenho de materiais de construção, selos e certificações de sustentabilidade, atrelados à subsídios governamentais para execução das obras de habitação.

A problemática do grande déficit habitacional no Brasil, não passa apenas pela situação da falta de moradia mas pelo número expressivo de habitações precárias, insalubres e com adensamento excessivo (coabitação em cômodos ou famílias conviventes). A maior parte da população não tem acesso a moradia quer seja pelo mercado ou por políticas públicas. Sob essa perspectiva, é importante salientar que o novo Programa governamental “Casa Verde e Amarela” deve ser capaz de considerar esses aspectos, sob uma ótica sustentável. Sobretudo, no que diz respeito à inserção urbana dos empreendimentos que já apresenta um histórico desafiador.

Foi possível verificar que políticas de setor são fundamentais para o incentivo da construção sustentável, e, portanto, não devem abranger apenas as incorporadoras, mas toda a cadeia da construção civil e os respectivos ciclos de vida dos materiais de construção. As políticas de gerenciamento de resíduos se concentram apenas na fase de construção, e deixam de lado a fase em que os mesmos podem ser projetados, no caso, a indústria. Portanto, se faz necessário a implementação de um acordo entre a equipe de projeto e os fornecedores, para que haja recuperação de materiais não utilizados.

Os esforços com foco preventivo previstos nas políticas públicas ambientais, necessitam ainda de incentivos para que de fato sejam implementados. Isso porque existem obstáculos políticos que impedem o cumprimento das sanções inerentes às não-conformidade com a legislação, e que de modo particular interferem em aspectos socioeconômicos sensíveis como é o caso da geração de empregos.

O acúmulo de desperdício que existe ao longo da cadeia da construção desde a aquisição de materiais, caracteriza a ineficácia do gerenciamento de resíduos. Pois ainda significativos volumes são encaminhados para aterros sanitários e não retornam para a cadeia de valor. Isso constitui um desafio eminente não somente no Brasil mas em muitos países em desenvolvimento (BEGUM et al., 2006; LI et al., 2020; SEROR; PORTNOV, 2020).

O desenvolvimento de estratégias como instrumentos econômicos e políticos de informação, constitui uma alternativa a fim de otimizar o gerenciamento de resíduos da construção civil. Além disso, a atual legislação com fundamentos de comando e controle, pode ser incrementada com metas concretas, e respectiva regulamentação por meio de requisitos coersitivos.

Instrumentos econômicos a fim de fortalecer a política de mercado da reciclagem, prevista na PNRS, como por exemplo, a cobrança pelo uso no caso de recursos não-renováveis, subsídios para materiais reciclados e equipamentos de tratamento de resíduos da construção, e a tributação sobre a deposição em aterros. Esses incentivos econômicos também são capazes de reduzir o custo de materiais secundários e aumentar a sua popularidade.

No caso das políticas de informação, o objetivo consiste em criar e fortalecer mecanismos de disseminação de informações técnicas, plataforma com apresentação de possibilidades sustentáveis para o setor e respectiva economia de custo, etiquetagem de produtos reciclados e de menor pegada ecológica, e qualificação técnica.

No âmbito específico da implementação dos programas para HIS, caberiam alguns requisitos como parte das exigências para aprovação de projetos de obras no PBQP-H, tais como: considerar a desconstrução durante a fase de projeto bem como as possíveis reformas, requerer um gestor designado especialmente para gerenciamento de resíduos, redução de pontos no programa para gerenciamento de resíduos mistos com segregação inadequada, estabelecer uma proporção no projeto para materiais reciclados, especificação de tamanhos, taxa para deposição de resíduos oriundos da mineração, reutilização de resíduos no local da obra.

No Brasil observa-se ausência de uma Política Fiscal que seja capaz de efetivar a industrialização dos canteiros de obras, a fim de incentivar o uso de soluções de estruturas modulares com mínimo manuseio possível. Portanto, ainda que haja uma legislação rigorosa são necessários incentivos sofisticados para compatibilizar o crescimento econômico com a proteção ambiental.

No caso de Pernambuco, a implementação do PMCMV ocorreu de forma concomitante ao cenário nacional. Grandes empreendimentos foram desenvolvidos no estado, mas a política habitacional ainda permanece dissociada da política urbana. Nesse cenário, é notável a ausência de uma discussão sobre como esses projetos podem ser implementados com sustentabilidade e para propiciar uma melhor qualidade de vida urbana.

Por fim, vale destacar a importância das políticas públicas, afinal habitação e proteção ambiental são direitos sociais. Somente por meio delas é possível firmar cenários sustentáveis, de modo que isso não fique a mercê de mudanças governamentais.

3.5 REFERÊNCIAS

ADEMI IMÓVEIS PE. **Relatório de índice de velocidade de vendas (IVV)** - Agosto 2021 Disponível: <https://www.ademi-pe.com.br/ivv>. Acesso em: 13 nov. 2021.

ALMEIDA, B. C. L. O desafio de sanar o déficit habitacional na Região Metropolitana do Recife: um olhar sobre o Programa Minha Casa Minha Vida (faixa 1). 2019. **Dissertação** (Mestrado em Desenvolvimento Urbano) Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, 2019.

ALVES, D. C. M.; DE FREITAS, G. C.; DOS SANTOS, J. L. O. O Selo Casa Azul como política urbana de incentivo à habitação sustentável e sua relação com o direito à cidade. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 5, n. 33, 2017. DOI: 10.17271/2318847253320171604

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 15.575 - 1 - Edificações habitacionais - Desempenho - Requisitos gerais**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, 2013.

BRASIL. **Lei nº 13.186, de 11 de novembro de 2015**. Institui a Política de Educação para o Consumo Sustentável. Diário Oficial da União. Brasília, DF: Presidência da República, 2015.

BRASIL. **Lei federal nº 14.118 de 12 de janeiro de 2021**. Institui o Programa Casa Verde e Amarela. Diário Oficial da União. Brasília, DF: Presidência da República, 2021a.

BRASIL. **Portaria nº 959 de 18 de maio de 2021**. Aquisição subsidiada de imóveis novos em áreas urbanas Programa Casa Verde e Amarela. Diário Oficial da União. Brasília, DF: Presidência da República, 2021b.

BRASIL. **Relatório de Avaliação Minha Casa, Minha Vida**, 2020. Disponível: <https://www.gov.br/economia/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/cmap/politicas/2020/subsidios/relatorio-de-avaliacao-cmas-2020-pmcmv>. Acesso em: 20 jan. 2022.

BUCKLEY, R. M.; KALLERGIS, A.; WAINER, L. The emergence of large-scale housing programs: Beyond a public finance perspective. **Habitat International**, v. 54, p. 199-209, 2016. DOI: 10.1016/j.habitatint.2015.11.022Obtenha

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. Selo Azul. **Boas Práticas para Habitação mais sustentável**. Coordenadores: Vanderley Moacyr John, Racine Tadeu Araújo Prado. São Paulo: Páginas & Letras - Editora e Gráfica, 2010. Disponível em <<http://www.labee.ufsc.br/projetos/manual-selo-casa-azul-caixa>> Acesso em: 19 dez. 2020

CHARRON JÚNIOR, F. P.; QUESADO FILHO, N. O. A influência das startups no mercado da construção civil brasileiro. **Revista Brasileira de Desenvolvimento**, v. 6, n. 8, p. 56860-56875, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n8-192

COMPANHIA ESTADUAL DE HABITAÇÃO E OBRA DE PERNAMBUCO. **Relatório de Gestão** - Exercício de 2020. 2020. Disponível em: <http://www.cehab.pe.gov.br/web/cehab/67> Acesso em: 06 fev. 2022.

DA SILVA, C. F. Os grandes eventos esportivos e a dinâmica imobiliária e habitacional: A natureza do Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCV) em São Lourenço da Mata/PE. **Geographia Meridionalis**, v. 2, n. 1, p. 38-62, 2016.

DAGNINO, R.; THOMAS, H.; COSTA, G.; GOMES, E. Metodologia de análise de políticas públicas. In: DAGNINO, R (Org.). **Gestão estratégica da inovação: metodologias para análise e implementação**. Campinas: Grupo de Análise de Políticas de Inovação, Universidade Estadual de Campinas, 2002.

DELOITTE SPAIN. **Global Powers of Construction**. Spain: Deloitte Spain, 2020. Disponível em: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/at/Documents/presse/Deloitte-Global-Powers-of-Construction-2019.pdf> Acesso em: 22 dez. 2020.

DEPIERI, M. Á. L.; RAMOS, A. P. Austeridade e pandemia: perspectivas para as cidades brasileiras. **Ponto-e-Vírgula: Revista de Ciências Sociais**, v. 27, p. 135-150. DOI: 10.23925/1982-4807.2020i27p135-150

DUREN, N. R. L. Why there? Developers' rationale for building social housing in the urban periphery in Latin America. **Cities**, v. 72, p. 411-420, 2018. DOI: 10.1016/j.cities.2017.10.006

FERNANDES, W. A. **O Movimento da Qualidade no Brasil**. INMETRO. 1 ed. São Paulo: Essential Idea Publishing, 2011.

FONTOLAN, B. L.; NETO, A. I. Sustentabilidade na habitação de interesse social: análise bibliométrica. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 10, n. 13, pág. e267101321338-e267101321338, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i13.213381

FROUFE, M. M.; DE BRITO MELLO, L. C. B.; SOARES, C. A. P.. Indicadores de sustentabilidade em canteiros de obras, segundo o PBQP-h/Sustainability indicators on construction sites, according to PBQP-H. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 3, p. 10149-10163, 2020.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INCORPORADORAS IMOBILIÁRIAS. **Análise das Necessidades Habitacionais e suas Tendências para os Próximos Dez Anos**. Abrainc: São Paulo, 2018. 64 p. Disponível em: <https://www.abrainc.org.br/estudos>; Acesso em: 16 mai. 2020.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Déficit habitacional no Brasil 2009**. 1ª ed. Belo Horizonte: Centro de Estatística e Informações, 2012. 200 p. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.mg.gov.br/consulta/verDocumento.php?iCodigo=76700&codUsuario=0>; Acesso em: 16 mai. 2020.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6 ed. São Paulo: Atlas. 2017

GRUNBERG, P. R. M.; MEDEIROS, M. H. F.; TAVARES, S. F. Certificação ambiental de habitações: comparação entre LEED for Homes, Processo Aqua e Selo Casa Azul. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, n. 2, p. 195-214, 2014.

JORNAL DO COMÉRCIO. **O perfil do Minha Casa, Minha Vida no Grande Recife**. 2019. Disponível em: <https://jc.ne10.uol.com.br/canal/economia/pernambuco/noticia/2019/06/23/o-perfil-do-minha-casa-minha-vida-no-grande-recife-381556.php> Acesso em: 20 dez. 2021.

KOWALTOWSKI, D. A.; MUIANGA, E. A. D.; GRANJA, A. D.; MOREIRA, D. D. C.; BERNARDINI, S. P.; CASTRO, M. R. critical analysis of research of a mass-housing programme. **Building Research & Information**, v. 47, n. 6, p. 716-733, 2019. DOI: 10.1080/09613218.2018.145855

LEONARDO, V. S.; TEIXEIRA, M. A. C. Relações intergovernamentais nas políticas públicas: uma análise da implementação do Programa Habitacional brasileiro Minha Casa Minha Vida (PMCMV). **Revista Estudos e Pesquisas em Administração**, v. 3, n. 1, p. 15-32, 2019.

LI, C. Z.; ZHAO, Y.; XIAO, B.; YU, B.; TAM, V. W.; CHEN, Z.; YA, Y. Research trend of the application of information technologies in construction and demolition waste management. **Journal of Cleaner Production**, v. 263, p. 121458, 2020. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.121458

LOUREIRO, M. R.; MACÁRIO, V.; GUERRA, P. H. Legitimidade e efetividade em arranjos institucionais de políticas públicas: o Programa Minha Casa Minha Vida. **Revista de Administração Pública**, v. 49, p. 1531-1554, 2015. DOI: 10.1590/0034-7612135238

LUCENA, A. F. E., MIOTTO, J. L.; DE MORI, L. M. Avaliação de práticas sustentáveis aplicáveis ao projeto e construção de edificações do setor financeiro. **Revista de Engenharia Civil**, n. 57, p. 50-58, 2020.

MELLO, C. M. C.; BEZERRA, M. C. L. Relação entre Política urbana e habitacional: instrumentos urbanísticos em apoio ao provimento da habitação social sustentável. **Ciência & Trópico**, v. 44, n. 1, 2020. DOI: 10.33148/cetropicov44n1(2020)art4

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Oportunidades para aperfeiçoamento dos Programas de Provisão Habitacional no Brasil 2019 - 2022**. 2018. Disponível em: https://antigo.mdr.gov.br/images/biblioteca_snh/2019_2022__Oportunidades_para_Aperfei%C3%A7oamento_dos_Programas_de_Provis%C3%A3o_Habitacional_no_Brasil.pdf Acesso em: 18 fev. 2022.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. **O PBQHP-H**. 2020. Disponível em: http://pbqp-h.mdr.gov.br/pbqp_apresentacao.php Acesso em: 20 dez. 2020.

NERCOLINI, R. V. Avaliação do impacto da transição da certificação ISO 9001: 2015 e o não alinhamento com PBQP-H SiAC: 2017 na estratégia organizacional em construtoras de edificações de Curitiba. 2019. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2019.

OLIVEIRA, André Gustavo. Crescimento urbano versus urbanidade: Estudos sintáticos da espacialidade de Caruaru-PE. 2016. **Dissertação** (Mestrado em Desenvolvimento Urbano) Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, 2016.

PORTAL G1. **Caruaru tem déficit de 8 mil imóveis; resolver o problema é meta de plano.** 2014. Disponível em: <https://g1.globo.com/pe/caruaru-regiao/noticia/2014/12/caruaru-tem-deficit-de-8-mil-imoveis-resolver-o-problema-e-meta-de-plano.html> Acesso em: 20 nov. 2021.

SCHREIBER, D.; PINHEIRO, I. A.. Análise das práticas de inovação em construção civil. **Revista Contemporânea de Economia e Gestão**, v. 14, n. 2, p. 6-35, 2016. DOI: 10.19094/contextus.v14i2.757

SEROR, N.; PORTNOV, B. A. Estimating the effectiveness of different environmental law enforcement policies on illegal C&D waste dumping in Israel. **Waste Management**, v. 102, 241-248, 2020. DOI: 10.1016/j.wasman.2019.10.043

SHIMBO, L. Sobre os capitais que produzem habitação no Brasil. **Novos estudos CEBRAP**, v. 35, 119-133, 2016. DOI: 10.25091/S0101-3300201600020007

SMATURS. **Recife recebeu apenas 5 empreendimentos econômicos em quatro anos.** 2019. Disponível: <https://smartus.com.br/recife-recebeu-apenas-5-empreendimentos-economicos-em-4-anos/> Acesso em: 14 nov. 2021.

THERY, H. Novas paisagens urbana do Programa Minha Casa, Minha Vida. **Mercator, Fortaleza**, v. 16, e16002, p. 1-14, 2017. DOI: 10.4215/rm2017.e16002

TRIANA, M. A.; LAMBERTS, R.; SASSI, P.. Characterisation of representative building typologies for social housing projects in Brazil and its energy performance. **Energy Policy**, v. 87, p. 524-541, 2015. DOI: /10.1016/j.enpol.2015.08.041

VECHI, N. R. G.; GALLARDO, A. L. C. F.; TEIXEIRA, C. E. Aspectos ambientais do setor da construção civil: uma contribuição para a adoção de sistema de gestão ambiental pelas pequenas e médias empresas de prestação de serviços. **Sistemas & Gestão**, v. 11, n. 1, p. 17-30, 2016. DOI: 10.20985/1980-5160.2016.v11n1.733

VERDÉLIO, A. **Governo lança Programa Casa Verde e Amarela.** Agência Brasil. Brasília, 25 ago. 2019. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2020-08/governo-lanca-programa-casa-verde-e-amarela>> Acesso em: 01 jul. 2020.

VIEIRA, E. S.; DE OLIVEIRA NETO, J. M. Qualidade na Construção Civil: PBQP-H - Análise do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat. **ETIS- Journal of Engineering, Technology, Innovation and Sustainability**, v. 1, n. 1, p. 54-64, 2019.

WRI BRASIL. **Sustentabilidade em Habitação de Interesse Social** - Benefícios e custos de medidas para eficiência no consumo de água e energia. Disponível em : https://wribrasil.org.br/sites/default/files/Sustentabilidade-em-Habitacao-de-Interesse-Social_mar18.pdf Acesso em: 20 jan. 2022.

4 EFICÁCIA PRODUTIVA E GERAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO: UM MÚLTIPLO ESTUDO DE CASO EM OBRAS DO “PROGRAMA MINHA CASA, MINHA VIDA”, NA REGIÃO AGRESTE DE PERNAMBUCO

PRODUCTIVE EFFECTIVENESS AND GENERATION OF CONSTRUCTION WASTE: A MULTIPLE CASE STUDY AT CONSTRUCTION SITES OF THE PROGRAM “MINHA CASA, MINHA VIDA”, IN THE AGRESTE REGION OF PERNAMBUCO

RESUMO: No desenvolvimento de projetos de habitação em larga escala é essencial o uso de eficaz de recursos a fim de evitar desperdícios, e de forma mais concreta, a geração de resíduos sólidos durante a fase de construção. Nesse sentido, o presente capítulo buscou calcular o índice de eficácia quanto ao consumo de blocos para execução de alvenaria em obras do “Programa Minha Casa, Minha Vida” na região Agreste do estado de Pernambuco, bem como, avaliar o gerenciamento de resíduos provenientes desse processo. A metodologia consistiu na realização de um múltiplo estudo de caso em três obras localizadas nos municípios de Caruaru e Santa Cruz do Capibaribe, sendo uma de grande porte e duas de grande porte. Fora calculados os totais de blocos desperdiçados, índices de perdas (IP) e índices de eficácia Morant (IEM). Os resultados obtidos para a obra A foram de 6,68% (IP) e 92,83% (IEM); para obra B 8,68% (IP) e 91,31% (IEM); e obra C de 10,79% (IP) e 87,15 (IEM). O emprego concomitante de dados qualitativos permitiu verificar os fatores que influenciam nos resultados desses indicadores, como também na geração de resíduos, e as principais causa de desperdício em cada um dos casos.

Palavras-chave: Desperdício; Blocos estruturais; Alvenaria estrutural; Industrialização dos canteiros de obra; Construção Enxuta e Sustentável.

ABSTRACT: In the development of large-scale housing projects, it is essential to use resources efficiently in order to avoid waste, and more specifically, the generation of solid waste during the construction phase. In this sense, the present chapter sought to calculate the effectiveness index regarding the consumption of bricks for the execution of masonry in construction sites of the "Programa Minha Casa, Minha Vida" in the Agreste region of the state of Pernambuco, as well as to evaluate the management of waste from this process. The methodology consisted of carrying out a multiple case study in three works located in the municipalities of Caruaru and Santa Cruz do Capibaribe. Totals of wasted blocks, losings index (PI) and Morant effectiveness indices (IEM) were calculated. The results obtained for construction site A were 6.68% (IP) and 92.83% (IEM); for construction site B 8.68% (IP) and 91.31% (IEM); construction site C of 10.79% (IP) and 87.15 (IEM). The concomitant use of qualitative data made it possible to verify the factors that influence the results of these indicators, as well as the generation of waste, and the main causes of waste in each case.

Keywords: Waste; Concrete bricks; Structural masonry; Industrialization of construction sites; Lean and Sustainable Construction.

4.1 INTRODUÇÃO

No que tange a sustentabilidade na execução de projetos de construção civil, o uso eficaz de materiais de construção é um aspecto que merece atenção pelos estudos no campo da gestão ambiental. O desperdício pode se manifestar de diversas formas ao longo do processo produtivo das construções e para combatê-lo é necessário estabelecer parâmetros de avaliação pautados na eficácia produtiva, a fim de reduzir as possíveis perdas que se traduzem na geração de resíduos sólidos (PENG, PHEN, 2011).

A geração de resíduos ao longo do processo produtivo de edificações constitui a principal consequência de um planejamento ineficaz da gestão de obras em larga escala, tais como as de habitações, as quais o presente estudo se dedica a analisar. Nesse sentido, é necessário equilibrar os requisitos de sustentabilidade das obras e a demanda por habitação a preços acessíveis, através de ferramentas que proporcionem eficiência de recursos, e conseqüentemente, economia dos custos de produção. A eficiência de recursos no contexto da industrialização dos canteiros de obras, diz respeito às estratégias como a pré-fabricação, modularização, fabricação fora do local de obra ou métodos modernos de dimensionamento de projetos (ALLWOOD, et al. 2011; KEDIR; HALL, 2021).

A exemplo disso, os canteiros de obras vinculadas ao Programa Habitacional “Minha Casa, Minha Vida”, que se tornou “Casa Verde e Amarela” do governo federal do Brasil, utilizam as estratégias supracitadas para planejamento e controle de processos produtivos. A princípio, esses processos são executados em um ambiente controlado como ocorre na indústria e incluem a integração de processos enxutos ao uso modelagem de informações de construção (BIM), que inclusive têm demonstrado resultados positivos no que diz respeito a maior produtividade em projetos de construção (TEZEL et al. 2020).

As práticas pautadas na construção enxuta geram impactos econômicos, ambientais e sociais positivos, os quais são reconhecidos pelos estudiosos. A exemplo disso, Issa (2013) verificou que a implementação da prática enxuta minimizou efetivamente os riscos de excesso de tempo. Meng (2019) descobriu que essa abordagem dentro da cadeia de suprimentos da construção cooperou significativamente para melhoria do desempenho das empresa em relação ao tempo, custo e qualidade por meio do foco nos requisitos do cliente, aprendizado, inovação e eliminação de atividades que não agregam valor. Esses benefícios estão de acordo com a agenda 2030

para o desenvolvimento sustentável, ainda que os benefícios econômicos sejam apontados como o principal motivador para a adoção do pensamento enxuto pelas empresas (CARVAJAL-ARANGO et al., 2019).

Neste capítulo, o objetivo foi calcular o índice de eficácia quanto ao consumo de blocos para execução de alvenaria em obras do “Programa Minha Casa, Minha Vida” na região Agreste do estado de Pernambuco, bem como, verificar fatores que influenciam nos resultados desses indicadores tais como as principais causa de desperdício, e de modo concomitante, na geração de resíduos em cada uma das empresa.

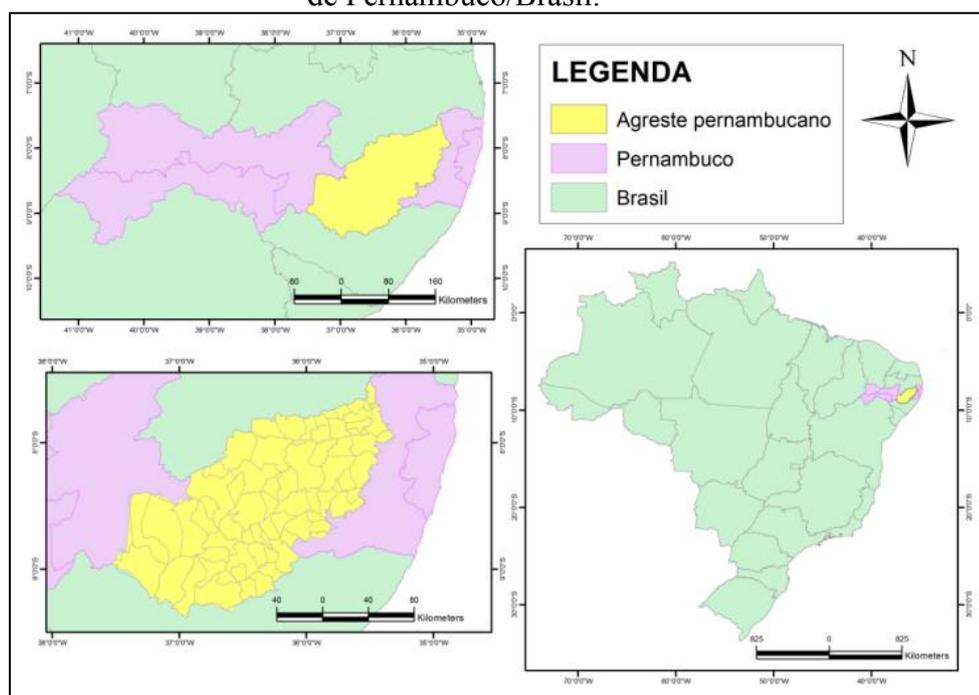
4.2 METODOLOGIA

A metodologia adotada consistiu no múltiplo estudo de caso através da coleta de dados qualitativos e quantitativos em três obras localizadas na área de estudo definida como a Região Agreste do estado de Pernambuco, Brasil. A estruturação deste tópico obedece à seguinte sequência: caracterização da área de estudo, apresentação do múltiplo estudo de caso, métodos para coleta de dados qualitativos e método da avaliação da eficácia a partir da coleta de dados quantitativos.

4.2.1 Área de estudo: Região Agreste de Pernambuco

O Estado de Pernambuco/Brasil é subdividido, segundo a metodologia antiga do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (1990), em quatro mesorregiões, sendo do litoral ao interior do estado dispostos na seguinte ordem: Metropolitana do Recife, Zona da Mata de Pernambuco, Agreste Pernambucano, Sertão Pernambucano e São Francisco Pernambucano. A localização geográfica do Agreste Pernambucano, confere a essa região uma centralização estratégica para industrialização e comercialização de bens e serviços no estado que implica na interligação entre o Sertão e o Litoral e atrai um leque de atividades econômicas (VALENÇA, 2020).

Figura 4 - Localização área de estudo da pesquisa, referente à região do Agreste de Pernambuco/Brasil.



Fonte: A autora (2021).

O Agreste pernambucano compreende a área que se localiza entre a Zona da Mata e o Sertão do estado (Figura 4). A região apresenta caatinga hipoxerófila e mata serrana, o relevo é formado por um conjunto de pequenos e grandes maciços residuais, quase sempre descontínuos, relevados por obras de sucessivas degradações. O regime pluviométrico é baixo e se concentra principalmente entre os meses de junho e julho (BDE/PE, 2020). Em algumas áreas da região é possível encontrar elevações denominadas de brejos de altitude (BDE/PE, 2020).

A região é cortada pelas rodovias federais BR 232 e BR 104, que interliga os municípios do Arranjo Produtivo Local de Confecções (APL) do Agreste. A retomada da execução da Ferrovia Transnordestina, a construção do gasoduto, a reestruturação dos aeroportos de Caruaru e Garanhuns, instalação de dezenas indústrias e de dezenas de instituições de cursos técnicos e superiores, expressam o investimento para desenvolvimento econômico da região que cresce intensamente (CARUARU, 2019).

A população do Agreste, atualmente subdividido em Central e Setentrional, é estimada em 1.800 habitantes e representa 25% da população do estado (MELLO, 2019). O crescimento médio populacional foi superior ao de Pernambuco, nos períodos 2017/2000, 2017/2010 e 2010/2000, e ao do Brasil, nos períodos 2017/2000 e 2010/2000 (SEBRAE, 2018). Tais dados, sugerem que o dinamismo econômico da

região repercutiu na atração de contingentes migratórios oriundos de outras áreas, e que consequentemente, propiciou o processo de urbanização em alguns dos municípios.

Com elevados índices de crescimento populacional e econômico, a região Agreste se destaca frente à estagnação de outras regiões de menor porte pertencentes ao interior de Pernambuco. A rápida urbanização transforma intensamente a espacialidade da região, a qual já apresenta significativos problemas sociais, muitos advindos da própria configuração espacial, como a segregação social, redução da mobilidade, deterioração física e funcional do espaço público. Isso explana os condicionantes para escolha da área, que está em consonância com o desenvolvimento do estado de Pernambuco.

4.2.1.1 Caruaru

Caruaru é a maior cidade do estado de Pernambuco fora da Região Metropolitana do Recife, cuja capital do estado está inserida, apresenta uma área de 920,610 km² e população estimada de 369.343 habitantes (IBGE, 2021). O município é responsável pelo 3º maior PIB do Interior do Nordeste e dentre os anos de 2010 a 2018 alcançou um expressivo crescimento de 109% desse indicador, chegando a 7,14 bilhões de reais (SIDRA/IBGE, 2018). De acordo com o Perfil Municipal (CONDEPE/FIDEM, 2017), a taxa de urbanização de Caruaru é superior à do estado de Pernambuco.

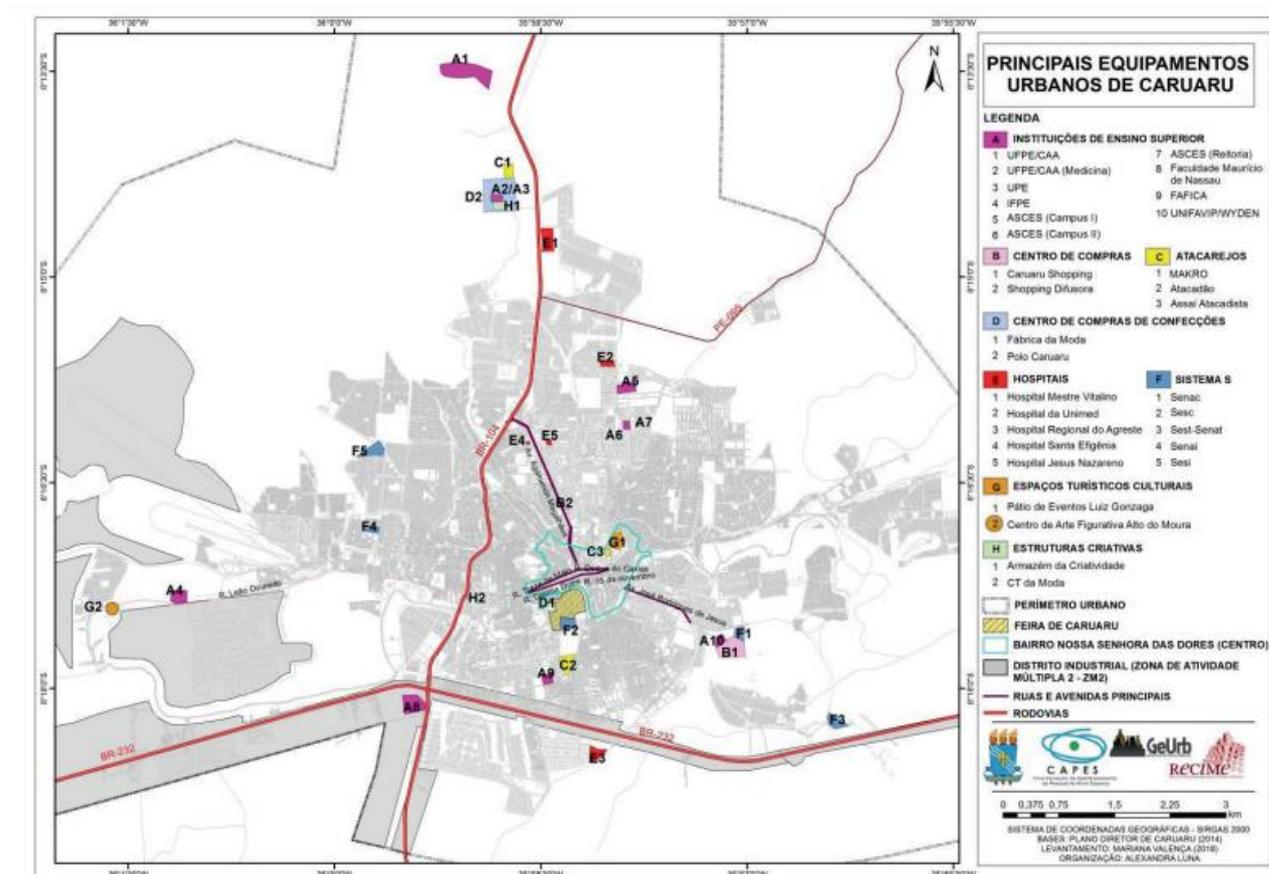
Esses dados denotam o potencial econômico de Caruaru que está inserido no APL de Confeções e recebe um grande aporte de investimentos e arrecadação oriundos dessa cadeia produtiva e do setor de serviços (LIRA, 2009; SEBRAE, 2013).

A tradição do comércio de feira de rua, tornou Caruaru uma cidade referência para esta atividade em virtude de sua relevância histórica, socioeconômica e cultural para o país, pois desde 2007 a “Feira de Caruaru” é Patrimônio Cultural e Imaterial da cidade (IPHAN, 2006). Além disso, o turismo cultural em função das festas juninas e do artesanato produzido na região do Alto do Moura, contribuem significativamente para que Caruaru seja protagonista no desenvolvimento do estado de Pernambuco.

Conhecida por “Capital do Agreste”, Caruaru, assim como a maioria das cidades médias brasileiras que enfrenta o processo de urbanização intensificado pelo arranjo econômico desenvolvimentista e capitalista, e têm enfrentado desafios que tangem questões inerentes aos serviços e infraestruturas urbanas tais como, o saneamento, mobilidade, meio ambiente e a habitação (OLIVEIRA; AMORIM, 2017; ALVES, et al. 2020).

Conforme relatado por Valença (2020), a diversificação de atividades econômicas, ainda que haja a predominância de confecções de vestuário, proporcionou a criação de equipamentos urbanos para atender não somente a população habitante de Caruaru, mas de toda a região de influência socioeconômica (Figura 5). Esses equipamentos urbanos dão suporte para execução de atividades e ampliam os deslocamentos e as relações de consumo com os municípios circunvizinhos, tratam-se de instituições de ensino superior, hospitais, centros de gestão pública, bancos, instituições financeiras, centros tecnológicos, e unidades do “Sistema S” – Sebrae, Sesi, Sesc, Senac e Senai (VALENÇA, 2020).

Figura 5 - Equipamentos Urbanos de Caruaru/PE.



Fonte: Valença (2020).

De acordo com Almeida (2015), Caruaru apresenta um espaço interurbano diferenciado em relação ao demais municípios interioranos, por se tratar de um centro urbano funcional bem individualizado e uma periferia dinâmica.

Dentre as formas de ocupação desse espaço, Oliveira (2016) enfatiza que dentre as mais comuns estão os conjuntos habitacionais do PMCMV, os quais encontram-se: loteamentos com casas térreas “soltas” no lote ou geminadas; loteamentos com sobrados

geminados; condomínios de edifícios de quatro pavimentos sem elevador ou de até 08 pavimentos com elevador. Em Caruaru, assim como em outros municípios com alta taxa de urbanização, estes conjuntos tendem a surgir principalmente nas periferias urbanas, devido ao valor do solo, e sua tipologia ora mais densa outra menos, também tende a correlacionar-se ao fator econômico (OLIVEIRA, 2015; LIMA, 2016).

4.2.1.2 Santa Cruz do Capibaribe

O Município de Santa Cruz do Capibaribe é reconhecido nacionalmente por agregar a “Feira da Sulanca” que se trata de um importante símbolo comercial e cultural da atividade econômica substancial da região Agreste: confecções de vestuário. De acordo com IBGE (2021), o município tem uma população estimada de 111.812 habitantes e uma área territorial de 335,309 km². Conhecida como a “Capital da Moda”, Santa Cruz do Capibaribe ocupa o *ranking* de 2^a maior cidade produtora de confecções do país, e abriga o maior parque para vendas desses artigos da América Latina (SANTA CRUZ DO CAPIBARIBE, 2021). Esse parque chamado “Moda Center” ocupa um espaço de 32 hectares com uma área coberta de 80.000 m² (SOUZA, 2012).

Assim como Caruaru, Santa Cruz do Capibaribe está inserido no Semiárido brasileiro, bem como, no Planalto da Borborema, portanto, apresenta baixos índices de precipitação. Em razão da baixa disponibilidade hídrica, surgiu uma demanda pela diversificação de atividades econômicas, para além da agricultura, predominantes em municípios do interior de Pernambuco (SOUZA, 2012). Assim sendo, na década de 1950, através da produção de colchas, tapeçaria e vestuário em fábricas de origem familiar, foi instaurada a aglomeração produtiva voltada para as confecções, e que, atualmente se consolida como uma das principais atividades no estado (SOUZA, 2012). Desde então, o município estabeleceu um crescimento urbano peculiar, no qual acomoda um conjugado de unidades familiares nas atividades confecções e produção agrícola (SOUZA, 2012).

Os dados mais recentes da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) ano base de 2019, revelam que o comércio e a indústria são responsáveis pelo maior volume de estoque de empregos formais no município (BDE/PE, 2019). Todavia, a informalidade de empregos no setor comercial é elevada, em virtude de uma economia articulada em torno da unidade familiar, como é o caso dos fabricos populares, que são independentes de um regime de trabalho CLT ou MEI (RAPOSO; GOMES, 2003, SOUZA, 2012; XAVIER, 2018).

A centralidade de Santa Cruz do Capibaribe no Pólo de Confeccões do Agreste, favorece o deslocamento pendular para trabalho e comercialização de produtos. Um estudo desenvolvido por Xavier (2018), buscou analisar esse comportamento e foi possível verificar que a cidade recebe 2577 trabalhadores pendulares diariamente, enquanto saem apenas 599, em um contexto que abriga cerca de 15 mil trabalhadores. Insta salientar, que o incremento da frota veicular de Santa Cruz do Capibaribe entre 2010 e 2017 foi de 79,53%, um percentual bastante elevado quando comparado ao cenário nacional, cuja cujo crescimento foi de 47,56% (MELO, 2019).

Diante do exposto, é notório verificar a expansão da mancha urbana no município, pois a demanda habitacional, acompanhada de infraestruturas urbanas, tais como viária, saneamento, rede elétrica, é um fenômeno intrínseco de cidades que apresentam um desenvolvimento econômico acelerado. Todavia, cabe ressaltar que a ausência de um planejamento urbano eficaz no município culmina na degradação das condições ambientais e diminui a qualidade de vida da população de Santa Cruz do Capibaribe que carece de melhorias nos seus equipamentos e serviços públicos urbanos (XAVIER, 2018; MELO, 2019).

4.2.4 Múltiplo estudo de caso

Para obtenção de resultados mais robustos, foi adotada a aplicação de um múltiplo estudo de caso abrangendo três obras do PMCMV alocadas na área de estudo supracitada. Segundo Yin (2015) o comprometimento com a realização de um estudo de caso múltiplo deve consistir na lógica da replicação, que assim como na realização de pesquisas experimentais, ocorre na condução de vários experimentos. Um aspecto relevante na realização da replicação do método, estudo de caso, é o desenvolvimento de uma rica estrutura teórica que deve expor as condições sob as quais é provável que se encontre o fenômeno analisado. Isso pode ocorrer sob replicação literal, ou em condições improváveis que se encontre, sendo este último sob replicação teórica (YIN, 2015).

Neste múltiplo estudo de caso, foram empregadas abordagens qualitativa (Análise de campo e Análise documental) e quantitativa (Índice de Eficácia Morant). Dessa forma, conforme relata Yin (2015), as abordagens se complementam e permitem uma melhor compreensão do fenômeno estudado.

A principal tendência em todos os tipos de estudo de caso, sejam únicos ou múltiplos, é que possam esclarecer o motivo pelo qual uma decisão ou um conjunto de

decisões foram implementadas, sua forma de aplicação e quais os principais resultados alcançados (YIN, 2015). No presente caso, buscou-se verificar qual a eficácia do consumo de blocos para alvenaria em obras civis situadas em um contexto local bem específico, e como esse aspecto repercute na geração de resíduos e na sustentabilidade produtiva.

Para definição das empresas participantes foi enviado um ofício para a Autarquia de Urbanização e Meio Ambiente de Caruaru - URB, que é órgão da Prefeitura Municipal responsável pela gestão, controle e fiscalização quanto a regularização fundiária, urbanística e ambiental (Apêndice 1). O mesmo procedimento foi empregado para Prefeitura de Santa Cruz do Capibaribe. Esse ofício teve por objetivo adquirir informações quanto à aprovação de empreendimentos residenciais nos municípios e tomar conhecimento das construtoras que estava com obras desse tipo em curso.

Posteriormente, as empresas que constaram na lista obtida com a Prefeitura de Caruaru, foram contatadas para verificar quais utilizavam blocos de alvenaria no processo construtivo e que participavam do PCVA. Para estas, foi enviado um ofício solicitando o aceite da participação na presente pesquisa e fornecimentos de dados seguindo a lógica do modelo enviado à prefeitura. Nesse caso, apenas uma empresa aceitou contribuir.

Em relação ao município de Santa Cruz do Capibaribe, a prefeitura não disponibilizou a listagem solicitada (Apêndice 2) e isso demandou da própria autora a busca por empresas que conduziam obras vinculadas ao PCVA no município através de corretores imobiliários.

4.2.4.1 Coleta e análise de dados qualitativos

A obtenção de dados qualitativos a fim de compor o múltiplo estudo de caso, justifica-se pelo fato destes fornecerem um bom entendimento da dinâmica subjacente ao processo produtivo na rotina empresarial, ou seja, o “porquê” do que está acontecendo, que é crucial no estabelecimento da validade construtiva do estudo (EISENHARDT, 1989).

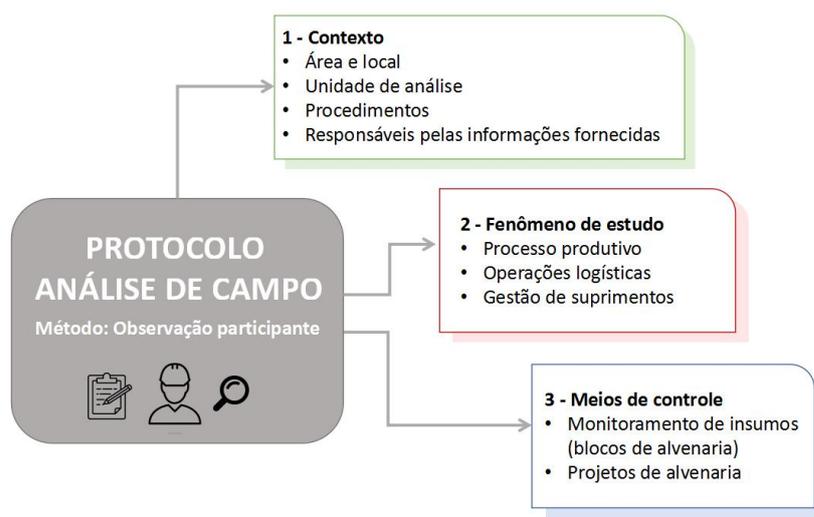
Para os fins deste estudo, uma prática específica é considerada adequada para um determinado processo produtivo, se contribuir para a melhoria do desempenho, ou seja, se seu uso for eficaz do ponto de vista técnico (SOUSA, 2009). Tal prática, compreende o consumo de blocos para execução da etapa de alvenaria nas obras selecionadas, desde a aquisição de materiais até a finalização da mesma.

Dentro desse contexto, a coleta de dados qualitativos contou com o emprego de duas estratégias metodológicas que se integraram e foram capazes de fornecer evidências sobre os fatores que influenciam na eficácia do consumo de blocos nas obras, bem como, um diagnóstico situacional acerca do gerenciamento de resíduos delimitado ao processo produtivo em questão. Essas estratégias foram:

I) Análise de Campo: por meio da técnica “Observação Participante” que consiste na coleta de dados e informações acerca dos ambientes das construtoras do múltiplo estudo de caso, de maneira a incluir a participação do pesquisador (observador) no processo produtivo das obras civis. Essas informações contemplaram a rotina do processos produtivos de residências unifamiliares e da organização para suprimentos dos materiais utilizados. A técnica possibilita uma abordagem fiel ao fenômeno retratado (MÓNICO et al., 2017).

Para implementação da observação participante foram realizadas visitas técnicas aos ambientes organizacionais do múltiplo estudo de caso, no intuito de de investigar *in loco* e/ou *in modus operandi*, o fenômeno estudado. Nessas visitas, foram conduzidas entrevistas semiestruturadas incluídas no protocolo de pesquisa adotado, cujo roteiro consta no Apêndice 3. Conforme orienta Miguel (2007), o protocolo buscou definir o contexto, a parte a ser estudada e os meios de controle da pesquisa, a partir da obtenção de respostas para as diferentes questões envolvidas (Figura 6).

Figura 6 - Protocolo de pesquisa para análise de campo da presente pesquisa.



Fonte: A autora. Baseado em Miguel (2007)

II) Análise Documental: a seleção documental considerou fundamentalmente os temas focos da pesquisa, que são o desperdício e eficácia na construção. Esta etapa permite confrontar as informações coletadas de diferentes fontes, tais como: literatura,

produções acadêmicas, dispositivos legais ligados ao PCVA, documentos internos das empresas (relatórios, plantas, projetos, planilhas), e deliberações normativas, com as experiências de campo, auxiliando na catalogação do conteúdo explorado (BARDIN, 1977).

4.2.4.2 Avaliação da eficácia

A avaliação de eficácia no que diz respeito à execução da etapa de alvenaria nas obras selecionadas, foi realizada de acordo com a metodologia proposta por Holanda (2011) que se fundamenta na elaboração de um índice. Inicialmente a coleta de dados consistiu em realizar a contagem dos blocos adquiridos e utilizados. Além disso, medições durante o processo de alvenaria para comparação com os recursos que constam no projeto, com o intuito de estabelecer os desperdícios.

Portanto, foi realizado um levantamento diário, por meio do monitoramento da entrada e saída de insumos, nesse caso blocos de concreto durante a construção de unidade habitacional. O monitoramento também contemplou o estoques interno e externo para evitar que o material seja deslocado sem o devido registro.

Foram adotados os seguintes procedimentos para acompanhamento diário da produção da obra, conforme a metodologia proposta por Holanda (2011):

- i. Quantificação de blocos assentados;
- ii. Quantificação de blocos adquiridos para construção da unidade habitacional;
- iii. Quantificação das transferências de blocos efetuadas entre obras.

O desperdício na construção da unidade habitacional foi obtido por meio da equação 1:

$$D = [E_{k-1} + T_k] - [E_k + A_k] \quad (1)$$

Em que:

D = total de blocos desperdiçados;

E_{k-1} = total de blocos adquiridos;

T_k = transferência de blocos da obra (positivo para a chegada e negativo para a saída de blocos);

E_k = estoque de blocos no final da obra da unidade habitacional;

A_k = total de blocos assentados durante a obra da unidade habitacional;

A partir da obtenção do total de blocos de alvenaria desperdiçados, foi possível verificar a eficácia quanto ao uso desses blocos por meio do Índice de Eficácia Morant

(IEM) que relaciona variáveis de desperdício e aquisição desses materiais. Portanto, para cálculo do IEM, é necessário o cálculo do Índice de Perda de blocos de alvenaria (IP).

Para o cálculo do índice de perda (IP) foi empregada a equação 2:

$$IP = \left[\frac{T_{bd}}{T_{ba}} \right] \times 100 \quad (2)$$

Em que:

T_{bd} = total de blocos desperdiçados na construção da unidade habitacional;

T_{ba} = total de blocos adquiridos para construção da unidade habitacional.

O índice de eficácia Morant (IEM) de uma obra é expresso em percentual e será igual a 100%¹ quando a empresa gastar exatamente a quantidade necessária de insumo para executar a alvenaria. O IEM foi determinado por meio da equação 3:

$$IEM = \left\{ 1 - \left[\frac{T_{bd}}{T_{bn}} \right] \right\} \times 100 \quad (3)$$

Em que:

T_{bd} = total de blocos desperdiçados na construção da unidade habitacional;

T_{bn} = total de blocos necessários para construção da unidade habitacional.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O múltiplo estudo de caso possibilitou a obtenção do total de blocos desperdiçados IP e IEM, bem como, verificar fatores que influenciam nos resultados desses indicadores tais como as principais causa de desperdício, e de modo concomitante, na geração de resíduos em cada obra. Os nomes das empresas foram mantidos em sigilo a fim de cumprir a ética acadêmica e a preservação das respectivas integridades, portanto, para identificação de cada um dos casos analisados foram empregadas as nomenclaturas: obra A, obra B e obra C.

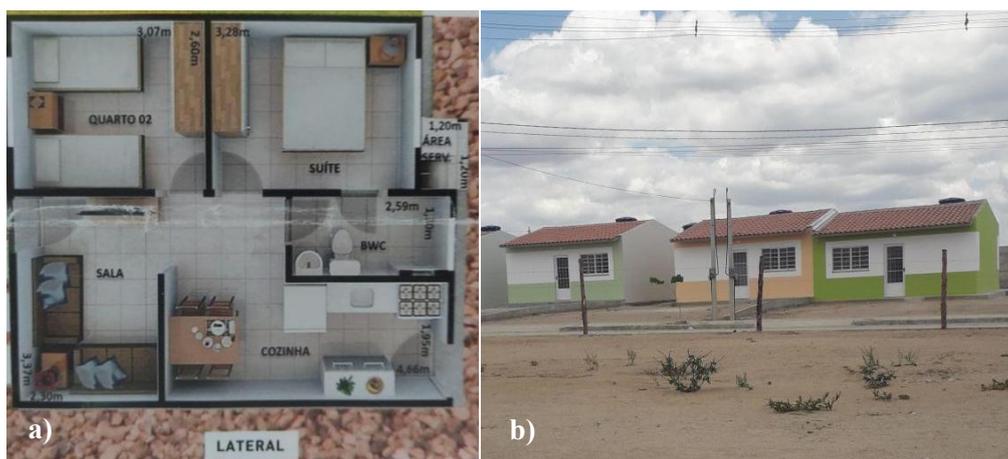
4.3.1 Obra A

A empresa responsável pela obra A, está inserida há 18 anos no mercado da construção civil e iniciou sua atuação no município de Belo Jardim, localizado na

¹ Quando o IEM for 0,00% indica que a empresa utilizou o dobro do material necessário, caso a empresa utilize mais que o dobro o IEM será negativo (HOLANDA, 2011).

Região Agreste de Pernambuco. Na região, a construtora possui obras nos municípios de Garanhuns, Caruaru, Santa Cruz do Capibaribe e Belo Jardim. Recentemente expandiu sua atuação para a Região Metropolitana, implantando obras em Igarassu e Jaboatão do Guararapes. O empreendimento imobiliário em questão é do tipo residencial, financiado pelo PCVA, cuja área construída corresponde a 46,3 m² com lote mínimo de 148,2 m² (Figura 7).

Figura 7 - Empreendimento residencial imobiliário da obra A; (a) planta baixa de caráter comercial; (b) vista frontal das residências construídas.



Fonte: A autora (2022).

A obra analisada está localizada no município de Caruaru e até a data desta pesquisa se configura como a de maior porte já conduzida. Atualmente está na segunda fase de implantação, cuja estrutura se divide em seis etapas de execução que tiveram início no mês de setembro de 2020. Foram construídas cerca de 2.411 unidades habitacionais que totalizam 116.409,33 m² de área construída. O quadro geral da obra reúne 521 colaboradores, dos quais, 288 pertencem aos setores de produção, assistência técnica e acabamento, 120 ao setor de infraestrutura e 76 ao setor de de suprimentos.

A equipe responsável pelo processo analisado é a do setor de produção, que é composta por 26 supervisores líderes e 232 subordinados, que se dividem em pedreiros e serventes e possuem uma meta mensal de 90 casas a serem executadas. Essa equipe geral se subdivide em equipes menores de 11 trabalhadores sob a responsabilidade de um supervisor a fim de executar duas casas de forma simultânea em células produtivas, obedecendo às orientações fornecidas no procedimento operacional padrão (POP) para cada um dos processos produtivos. Foi possível constatar que ainda é realizada uma divisão desta última equipe, ficando uma das casas com cinco trabalhadores, sendo três

deles pedreiros e dois serventes, e na equipe de seis ainda é possível contar com um servente polivalente que se alterna nas duas casas (Figura 8).

Figura 8 - Disposição da equipe de produção na execução da etapa de alvenaria na obra A.



Fonte: A autora (2022).

A empresa adota uma política de qualidade que visa a busca pelo “zero defeito” por meio de melhoria contínua implantada com o Sistema de Gestão da Qualidade para atendimento aos requisitos aplicáveis e sustentabilidade nos canteiros de obras. Para alcançar esses objetivos a construtora aposta nos fatores de liderança, método gerencial e conhecimento técnico, que, de acordo com membros gestores, garantem bons resultados.

Segundo um dos supervisores de produção, a cultura organizacional em sua totalidade busca manter a qualidade intrínseca aos seus processos produtivos, enquanto que o setor pelo qual atua, deve almejar a meta de produzir uma unidade habitacional em um período de oito dias e meio que se inicia na execução da fundação.

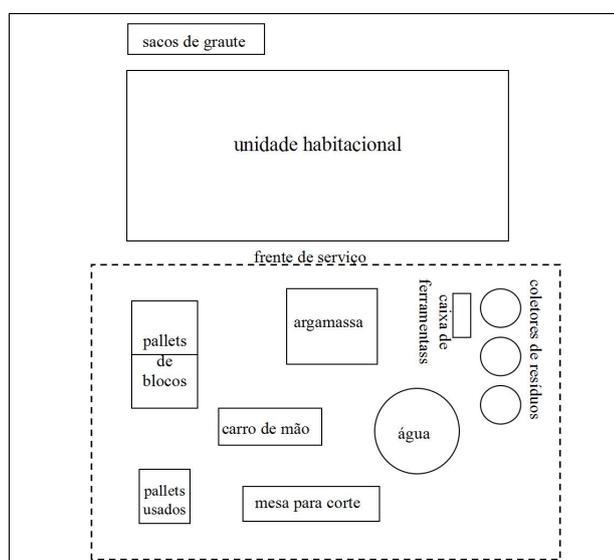
Portanto, foi estabelecido o “relatório de atraso” (Anexo 1), que é um importante instrumento de gerenciamento produtivo a ser elaborado pelo supervisor da produção e que consiste no levantamento do tempo de execução, bem como, dos principais motivos de atrasos para entrega de cada uma das etapas produtivas da unidade residencial de acordo com a meta geral. Essas etapas são: alvenaria (dois dias), acabamento 2 (um dia e meio), radier (um dia e meio), cobertura (um dia e meio), reboco interno (dois dias), reboco externo (um dia) e acabamento 1 (dois dias).

Nesse sentido, a empresa emprega incentivos no formato de participação nos lucros, bonificações monetárias, e é claro, a elevada padronização de processos em razão da larga escala de produção.

Esses preceitos puderam ser constatados durante o estudo de campo em que foi identificado o uso da ferramenta 5S. A implementação do 5S consiste na prática de todos os processos produtivos sob a sistemática de cinco níveis, ou senso, de limpeza que facilitam a erradicação de recursos desnecessários: *Seiri* (Classificar) refere-se à separação necessária para ferramentas ou peças e remoção de materiais desnecessários; *Seiton* (endireitar ou colocar em ordem) é para organizar ferramentas e materiais cuidadosamente para facilitar o uso, como por exemplo em pilhas e pacotes; *Seiso* (brilhar) significa limpar; *Seiketsu* (padronizar) é reter os primeiros 3S para torná-los uma um hábito que contribui para a saúde e higiene do ambiente de trabalho; e *Shitsuke* (sustentar) refere-se a criar o hábito de obedecer às boas práticas na rotina organizacional (HIRANO, 1996).

O *layout* do canteiro de obras reflete a adoção da prática (Figura 9) pois na área frontal de cada um dos lotes habitacionais, denominada de frente de serviço, ficam dispostos coletores para segregação *in loco* de cada categoria de resíduos sólidos, obedecendo ao sistema de cores instituído pela resolução do Conama nº 275 (BRASIL, 2011). Além disso, conta com a presença de ferramentas separadas em uma caixa apropriada e materiais tais como, o graute, argamassa e água em recipientes adequados para manuseio. Os blocos para alvenaria também cumprem as premissas do 5S, e portanto, ficam dispostos em paletes na parte frontal da obra (Figura 10).

Figura 9 - *Layout* do canteiro da obra A.



Fonte: A autora (2022).

Figura 10 - Frente de serviço para execução da etapa de alvenaria na obra A.



Fonte: A autora (2022).

Quando bem projetado, o *layout* ajuda a visualizar e, conseqüentemente, eliminar alguns dos desperdícios citados anteriormente, como: estoque, movimentação desnecessária, a superprodução, o tempo de espera e de transporte. Em suma, um *layout* bem projetado diz respeito a utilização máxima e eficaz dos recursos disponíveis, a custos operacionais mínimos (REIS, et al. 2017).

Para identificar pontos de melhoria do 5S é realizada, pelo menos uma vez ao dia durante aproximadamente 1 hora, a denominada “patrulha do 5S” que envolve todos os supervisores do setor de produção de forma alternada nas células de produção, ou seja, a patrulha nunca é realizada na célula de origem (Figura 11a). Em função desse aspecto de alternância, grande parte dos supervisores relata que a realização de patrulhas se trata de uma atividade compensatória de limpeza de outras equipes que muitas vezes não cumpre com o princípio *Seiso*.

Figura 11 - Canteiro de obra A; (a) realização da patrulha do 5S; (b) disposição dos blocos de concreto nos lotes.



Fonte: A autora (2022).

Os blocos de concreto chegam paletizados ao canteiro e são transportados por meio de uma máquina carregadeira dentro do canteiro para colocação na frente de serviço dos lotes devidamente identificados (Figura 11b). Existe um colaborador responsável pela conferência deste procedimento que visa verificar o número total de blocos respeitando cada tipologia adotada que corresponde a denominada “família de blocos” (Quadro 3).

Quadro 3- Família de blocos utilizada para alvenaria estrutural na obra A.

Tipologia	Imagem	Dimensões	Unidades adquiridas por unidade habitacional
Bloco inteiro		09 x 19 x 39 cm	1.181
Bloco seccionável		09 x 19 x 09 cm	240
Meio Bloco		09 x 19 x 19cm	130

Fonte: A autora (2022).

O procedimento operacional padrão (POP) da alvenaria têm início com a marcação, após incorporação do radier, sendo realizada duas vezes na semana por dois supervisores a depender do grau de produtividade das equipes. A partir disso, as equipes devem garantir que todas as entradas hidráulicas e sanitárias estejam vedadas e todos os materiais e ferramentas estejam dispostos na frente de serviço, para assim marcar a 1ª fiada de alvenaria de elevação com fio traçante ou nylon. Em seguida, assentar as cabeças da alvenaria alinhadas no prumo por dentro e seguindo as medidas de acordo com o projeto de paginação que fica disponível para consulta (Anexo 2).

O projeto de paginação de alvenaria é uma ferramenta essencial para redução do desperdício, e que conseqüentemente contribui para redução de RCC, conforme consta no Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) da obra. Dentre as vantagens observadas, destacam-se: a viabilidade técnica, devido às diretrizes de produção pré-estabelecidas; econômica, em razão da eficiência no uso dos recursos, incluindo a diminuição do custo de mobilização do resíduo; ambiental, pela diminuição do montante de resíduo gerado, e operacional, pois dispensa cortes e rasgos (PINHO; LORDSLEEM; MELHADO, 2013).

As juntas devem ser feitas com auxílio da bisnaga com espessura de 1 cm no caso da horizontal e de forma uniforme na vertical (Figura 12a), a fim de evitar desperdícios de argamassa obedecendo às premissas de projeto, portanto, é necessário que as larguras

das portas sejam sempre averiguadas (Figura 12b). Vale salientar, que o POP é revisado com frequência pelos gestores do setor industrial para correção de possíveis erros e aprimoramento do processo produtivo.

Figura 12 - Execução da etapa de alvenaria na obra A (a) Juntas de argamassa com auxílio da bisnaga (b) verificação das larguras de portas com trena.



Fonte: A autora (2022).

Para solicitar a entrega de materiais, com exceção dos blocos que ficam disponíveis desde a definição de lotes (Figura 13), o supervisor deve fazer uso de um sistema digital instalado num dispositivo móvel (tablet). Essa prática visa monitorar e controlar os insumos dentro do canteiro a partir da gestão de estoque, cuja responsabilidade é do setor de “suprimentos”.

Ao finalizar a construção da habitação, o sistema de suprimentos permite a geração de relatórios analíticos de consumo para levantamento do custo total por unidade habitacional construída. Tais relatórios são baseados em uma lista de quantitativos padrões (baseada no consumo médio ao longo do tempo) e que permitem verificar a existência de economia ou estouro (Anexo 3). No caso dos blocos, embora haja um alto controle padrão por lotes no canteiro, como o estoque é bastante elevado, o setor dispõe de um funcionário que realiza a contagem de estoque para elaboração de um inventário quinzenal.

A gestão de suprimentos e estoque é um elemento importante para sustentabilidade da obra, não somente porque o consumo de materiais influencia no custo final da casa, conforme alegado pela empresa, mas pelo fato de que esse processo tem o potencial de apoiar significativamente a minimização de resíduos de construção. De acordo com Ajayi e Oyedele (2018) as empresas de construção civil ao adquirirem materiais para aplicação de métodos modernos de construção, como pré-fabricação, construção modular e encomenda de materiais pré-cortados, reduzem a geração de resíduos no canteiro de obras e outros tipos consequências do desperdício, tais como, o

tempo ocioso em atividades de construção e ocupação de espaços físicos em locais confinados.

Foi constatado por Kong et al. (2001) que a aquisição de materiais pode contribuir com até 50% do custo do projeto, ou seja, esforços empregados no planejamento desta etapa são tão importantes quanto aqueles empregados na fase construção.

Figura 13 - Disposição dos paletes de blocos de concreto nos lotes devidamente identificados na obra A.



Fonte: A autora (2022).

Embora sejam adotadas as estratégias supracitadas, foi possível verificar a ocorrência de trabalhos que não agregam valor durante o processo de alvenaria, especificamente no uso de blocos de concreto. A exemplo disso, há o desperdício caracterizado pela movimentação desse tipo de material por parte dos trabalhadores da produção que muitas vezes ocasiona quebras. Isso foi verificado em campo, e culmina na geração de volumes expressivos de resíduos que são dispostos no canteiro de obras ao final de cada célula produtiva para facilitar o recolhimento (Figura 14a e b).

De acordo com o PGRCC disponibilizado pela empresa, a obra conta com um monitoramento da geração de resíduos por área de residência construída. O cálculo consiste na razão entre o volume de resíduos descartados no mês e a área construída, multiplicada por 1000.

O instrumento de gerenciamento de resíduos sólidos indica que os resíduos oriundos do processo de alvenaria (classe A) devem ser reciclados na própria obra, para serem utilizados nas operações de infraestrutura e terraplanagem. Portanto, há uma central de tratamento na obra A, na qual é realizada a trituração desses resíduos para torná-los agregados reciclados (Figura 14c).

Figura 14 - Resíduos classe A da obra A; (a e b) Disposição de resíduos oriundos da etapa de alvenaria em célula produtiva; (c) central de tratamento de reciclagem de resíduos classe A.



Fonte: A autora (2022).

4.3.2 Obra B

Esta obra está sob responsabilidade de uma construtora que está no mercado desde de 2015, e conduz apenas este empreendimento residencial que está na sua primeira fase de execução e é financiado pelo PCVA no município de Santa Cruz do Capibaribe. A área total unidade residencial é de 58,9 m² (Figura 15). Até a data inerente à coleta de dados para presente pesquisa foram construídas 274 unidades habitacionais, com previsão de conclusão de mais 484 até a conclusão desta primeira fase do empreendimento.

Figura 15 - Empreendimento residencial imobiliário da obra B; (a) planta baixa de 1ª fiada (paginação); (b) vista frontal das residências construídas.



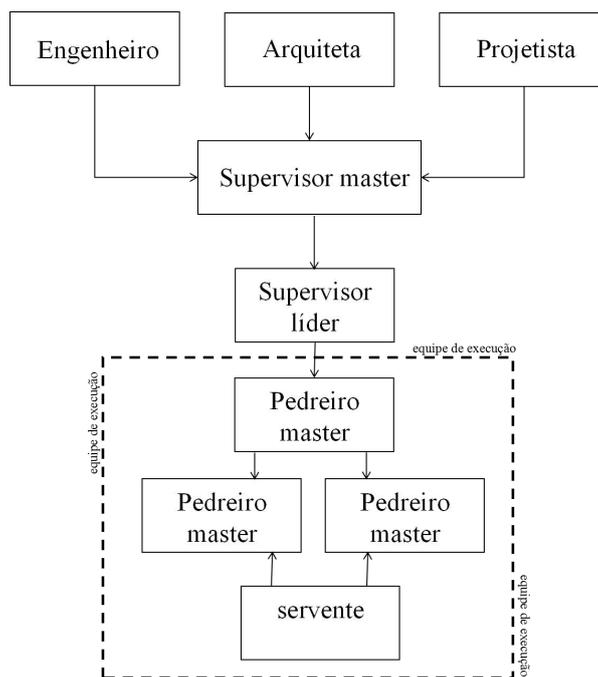
Fonte: A autora (2022).

A obra conta com 18 funcionários do quadro efetivo e 38 contratações por meio do sistema de terceirização de mão-de-obra, sendo este último em sua totalidade do setor de produção. Dentro desse quadro, o setor de produção apresenta um pacote de trabalho sob distribuição de ganhos que obedecem aos prazos de 19, 21 e 23 para conclusão da construção das residências. No que diz respeito à execução de alvenaria a média são de cinco dias para finalização e a empresa alegou que a média de produção são sete unidades habitacionais por mês.

O organograma do setor produção é constituído por uma ordem hierárquica de acordo com a Figura 16. A composição da equipe de controle e produção é composta por dois supervisores *masters* e três supervisores líderes que lideram de cinco a quatro equipes de trabalhadores. Essa equipe é composta por três pedreiros, sendo um *master*, ou seja, ocupa um posto de liderança que visa coordenar o grupo para alcance das metas previstas no pacote de trabalho, e um servente.

A execução da alvenaria segue uma sequência estabelecida em uma ficha de verificação que contém todas as etapas que devem ser cumpridas e fica à disposição de toda a equipe de produção (Anexo 4), assim como o projeto de paginação denominado de “projeto executivo de blocos estruturais” (Anexo 5).

Figura 16 - Organograma do setor de produção da obra B.



Fonte: A autora (2022).

A obra faz uso de coordenação modular de alvenaria, e, portanto, visa de forma rigorosa a execução desse processo para minimização de resíduos e erros que prejudiquem a função estrutural da alvenaria. Portanto, há uma conferência que é realizada durante esse processo pelos supervisores *masters* que visa cobrar dos supervisores líderes e dos trabalhadores a execução das premissas de projeto, nesse sentido, é utilizada trena para verificar as dimensões de portas e um nível de prumo para alinhamento (Figura 17)

Figura 17 - Supervisor *master* em inspeção de dimensões durante execução de alvenaria na obra B.



Fonte: A autora (2022)

A ficha de verificação (Anexo 4) orienta o início seja feito com a marcação de alvenaria que deve ser feito por um supervisor e um pedreiro *master* a medida que os

ciclos construtivos sejam concluídos. A ficha de verificação apresenta os equipamentos de proteção individual (EPI's), os kits de materiais e as ferramentas necessárias para efetividade do processo produtivo. O principal objetivo é ter alvenaria com os vãos corretos, em esquadro, e com todos grautes preenchidos e armados (verga, contraverga, cinta e vertical). Além disso, apresenta como “pontos-chave” as etapas de marcação, alvenaria estrutural, hidrossanitário, grautes, laje, impermeabilização e chapisco, que são considerados essenciais para uma eficiência produtiva.

A “frente de serviço” não dispõe de um layout e os materiais ficam dispostos de maneira aleatória, inclusive de forma inadequada para os trabalhadores (Figura 19), conforme também verificado no estudo de Martins, Demétrio e Demétrio (2018). Nesse sentido, também não há segregação de resíduos, pois esses são colocados misturados em uma caçamba “papa metralha” (Figura 18).

Figura 18 - Acondicionamento de resíduos no canteiro de obra B.



Fonte: A autora (2022).

Figura 19 - Frente de serviço da obra B; (a) disposição de materiais (b) ausência de mesa de madeira para corte de blocos, e , conseqüentemente, de ergonomia operacional (c) equipe de produção na execução de alvenaria.



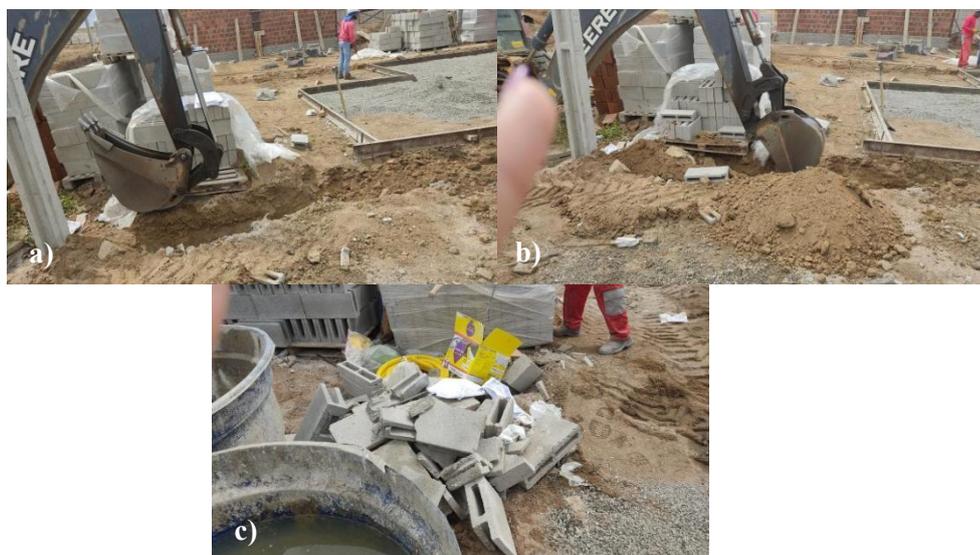


Fonte: A autora (2022).

De acordo com a resolução nº 307 (BRASIL, 2002) 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 empregar o acondicionamento destes materiais.

Os paletes que contém os blocos de concreto são dispostos de forma aleatória, a medida que os lotes que vão sendo construídos pelo setor de infraestrutura. Esse aspecto têm o potencial de gerar desperdício pois muitas vezes as atividades de infraestrutura ocorrem de forma simultânea à execução da alvenaria, isso porque conforme foi visto em campo durante a perfuração de um dreno a máquina retroescavadeira colidiu nos paletes de blocos e gerou quebras (Figura 20).

Figura 20 - Obra B (a) Perfuração de dreno por máquina retroescavadeira; (b) coalizão da retroescavadeira no palete de blocos (c) blocos quebrados após a tarefa.

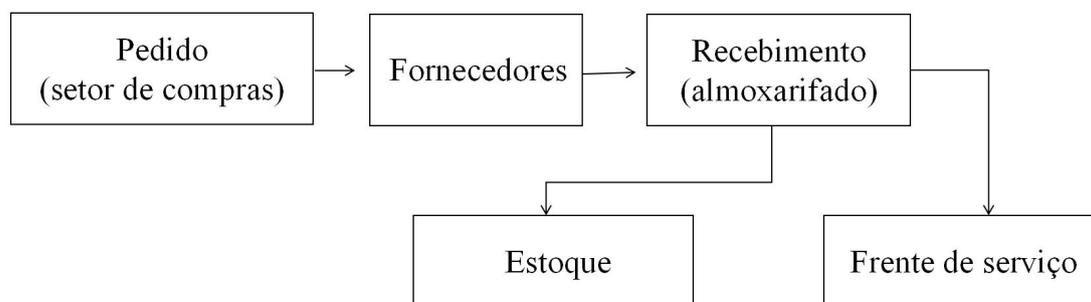


Fonte: A autora (2022).

Durante o acompanhamento de campo de condução da obra, foi observado que as equipes que possuíam trabalhadores terceirizados conheciam pouco sobre o projeto e por isso apresentaram muitos erros de execução pois as contratações eram bem recentes. O fato da empresa adotar um projeto de paginação contribui bastante para redução dos desperdícios oriundos do processamento em si. Todavia, é necessário focar em treinamento para que os pedreiros façam a contrafiada sempre ao meio bloco, que obedecem a um prumo de alto a baixo na paredes, além disso, que confirmem o prumo de acordo com os limites estabelecidos no POP.

A empresa não dispõe de um setor para tratar da questão logística de suprimentos, mas possui o almoxarifado em que dois colaboradores são responsáveis pela compra e recebimento de material e entrega destes na “frente de serviço” da obra (Figura 21).

Figura 21 - Fluxograma de aquisição de materiais da obra B.

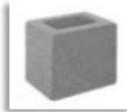


Fonte: A autora (2022).

Os colaboradores do almoxarifado informaram que há um pacote pré-estabelecido para cada uma das unidades residenciais, no que diz respeito ao blocos de alvenaria, cuja composição consiste em 10 paletes de blocos inteiros, dois de canaletas e um de meio bloco. As dimensões desses blocos são equivalentes às supracitadas da obra A, inclusive a aquisição é feita com o mesmo fornecedor da obra A (Quadro 4). Contudo, foi observado em campo que há ausência de parte desse pacote na área de trabalho e isso repercute na falta de blocos inteiros que muitas vezes necessita de ser adquirido em outras frentes de serviço, que são as denominadas “transferências”.

A aquisição de materiais é uma das principais causas de resíduos de construção, pois pode resultar em materiais adicionais que são mais do que o necessário, ocasionando excesso de pedidos ou falta destes. Portanto, é importante que essa etapa seja planejada para aquisição assertiva de insumos (FORMOSO, et al. 2002), sobretudo, porque se trata do consumo não somente do material em si, mas de diversos recursos naturais que foram explorados seja para composição, seja para fornecimento energético.

Quadro 4 - Família de blocos utilizada para alvenaria estrutural na obra B.

Tipologia	Imagem	Dimensões	Unidades adquiridas por unidade habitacional
Bloco inteiro		09 x 19 x 39 cm	1.320
Bloco seccionável		09 x 19 x 09 cm	130
Meio Bloco		09 x 19 x 19cm	200

Fonte: A autora (2022).

Há ausência de um PGRCC e isso repercute diretamente na geração de elevados volumes de resíduos sólidos, que conforme já mencionado são acondicionados em uma caçamba estacionária sem segregação, além claro de configurar uma infração legal de acordo com a lei federal nº 12.305 (BRASIL, 2010). A Política Nacional de Resíduos Sólidos torna obrigatório a apresentação desse documento por parte das obras de construção civil. O PGRCC define o conjunto de ações nas etapas de segregação, armazenamento, coleta, transporte e destinação final ambientalmente adequada de acordo com a Resolução nº 307 do Conama (BRASIL, 2002).

A empresa não informou a destinação dos resíduos transportados pela terceirizada responsável pelas caçambas. Insta salientar que foi observado um ponto de deposição irregular de resíduos de construção em área do entorno da obra (Figura 22).

Figura 22 - Área de deposição irregular de resíduos de construção classe A no entorno da obra B.



Fonte: A autora (2022).

4.3.3 Obra C

Esta obra teve início em janeiro de 2021 e é conduzida por uma construtora que atua desde 2014 na região Agreste de Pernambuco, cujos empreendimentos são do tipo residenciais unifamiliares. Em seu projeto pioneiro localizado no município de Santa Cruz do Capibaribe foram entregues 207 casas na primeira etapa e 330 na segunda. A empresa está se consolidando no interior do estado de Pernambuco a partir da ampliação no mercado imobiliário nessa região, e possui quatro empreendimentos localizados nos municípios de Gravatá, Caruaru, Carpina e Santa Cruz do Capibaribe, cuja previsão é de construir 763 unidades residenciais ao todo.

A área construída das unidades residenciais totaliza 62,09 m², composta por sala, banheiro, terraço, cozinha, dois quartos e área para garagem (Figura 23). Até o momento desta pesquisa, a obra 94 casas foram entregues pela obra que conta com 92 colaboradores nos quais 75 estão alocados no setor de produção.

Figura 23 - Empreendimento residencial imobiliário da obra C; (a) planta baixa de caráter comercial; (b) vista frontal das residências construídas.



Fonte: A autora (2020).

O setor de produção possui dois supervisores líderes que comandam 25 equipes compostas por dois pedreiros e um servente, cuja meta de produção é finalizar cada uma

das casas entre 20 e 24 dias. O engenheiro geral e responsável técnico da obra informou que a obra estava com um déficit na lideranças de produção, e, portanto, estavam contratando quatro supervisores no momento de realização deste estudo de caso.

Os colaboradores da produção não utilizam EPI, com exceção dos supervisores, e também não possuem um procedimento padrão para execução dos processos produtivos. Há dois fornecedores de blocos pré-moldados, nos quais um está localizado na cidade de Caruaru e o outro em Santa Cruz do Capibaribe, sendo que este último não possui certificação e licença de operação. A empresa informou que realiza pedidos padrões para cada unidade residencial construída, cujas especificações constam no Quadro 5.

Quadro 5 - Família de blocos utilizada para alvenaria estrutural na obra C.

Tipologia	Imagem	Dimensões	Unidades adquiridas por unidade habitacional
Bloco inteiro		09 x 19 x 39 cm	1.630
Bloco seccionável		09 x 19 x 09 cm	300
Meio Bloco		09 x 19 x 19cm	200

Fonte: A autora (2022).

Embora a empresa apresente certificação no PBQP-H (Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat), há algumas falhas no que diz respeito à execução de alvenaria. O canteiro de obra não apresenta um *layout* na “frente de serviço” com a disposição inadequada de materiais. Foi possível observar ausência da paletização dos blocos compensadores e do tipo “meio-bloco” em paletes, de tal maneira, que torna o empilhamento desses materiais bastante vulnerável à quebras (Figura 24). Essa prática culmina numa elevada geração de resíduos sólidos e em razão da ausência de um PGRCC, conseqüentemente, não há uma destinação ambientalmente adequada dos mesmos do ponto de vista legal.

Figura 24 - Canteiro de obra C (a) Frente de serviço do canteiro de obra C; (b) Blocos dispostos na frente de serviço; (c) Blocos seccionáveis empilhados sem paletização; (d) pedreiros sem equipamento de proteção individual.



Fonte: A autora (2022).

De maneira oposta à indústria convencional, o modelo de industrialização dos canteiros de obras prevê que todo arranjo de fornecimento de insumos deve ser retirado após a fabricação dos produtos em larga escala, neste caso, as residências. Desse modo, os produtos permanecem *in loco*, e na verdade há interrupção de *in puts*.

Essa lógica fica vulnerável à fracassar quando há atraso na entrega de materiais, e consequentemente, entrega de produto final. Isso foi observado durante o estudo de caso na execução da alvenaria na obra C, pois houve um curto circuito que paralisou a central de produção de argamassa. Esse atraso contribuiu para que a equipe ficasse ociosa (pedreiros e servente), e, portanto, configura um desperdício de tempo disponível até que a mesma fosse realocada para outra frente de serviço. Insta salientar, que tal situação foi relatada pelos trabalhadores como de alta frequência, na qual foram incluídas queixas de modificações repentinas das tarefas de trabalho que repercutem na motivação laboral deles, e desse modo constituem desperdício de recursos humanos.

Além disso, a obra C não dispõe de um projeto de paginação detalhado e esse é um aspecto que repercute diretamente na ocorrência de práticas que não agregam valor

e proporcionam desperdício, tais como desperdícios do processamento em si (Figura 25).

Figura 25 - Detalhes de erros a execução da alvenaria tais como desalinhamento de paredes, desperdício de argamassa nas juntas e vazios na obra C.



Fonte: A autora (2020).

A exemplo disso, foi possível observar: vergas pré-moldadas que necessitam de corte para utilização; adição em excesso de argamassa; os aços da amarração superior de alvenaria são cortados de acordo com o tamanho da parede e sem o uso de trena; ausência de blocos do tipo “meio-bloco”, cuja substituição é feita por blocos cerâmicos (Figura 26a); movimentação desnecessária entre as operações e execução de produtos defeituosos, em razão da ausência de canaletas que foram substituídas por blocos “improvisados” a partir da quebra de blocos inteiros efetuadas por toda equipe (Figura 26b e c). Esta última prática além de comprometer a eficácia operacional, pois trata-se de um trabalho sem valor agregado, também proporciona a entrega de um produto final com baixa qualidade estrutural porque a amarração no eixo central do bloco não é efetuada.

Este improviso é bastante comum na construção civil e constitui uma categoria de desperdício denominada de *making do*, ou perdas por distribuição em razão da indisponibilidade dos recursos necessário para determinada atividade (FORMOSO, et al. 2017). Esse desperdício desencadeia outras perdas como redução da segurança e da qualidade e retrabalho, portanto, a identificação desse tipo de desperdício contribui para a compreensão dos fatores que proporcionam um baixo desempenho dos projetos de

construção, bem como, o porquê de algumas ideias gerenciais tradicionais têm eficácia limitada para a eliminação de perdas nesse contexto (FORMOSO, et al. 2017).

Figura 26 - Ocorrência de desperdício na categoria *making-do* na obra C ; (a) substituição de blocos estruturais por blocos cerâmicos de vedação; (b) quebra de blocos inteiros para improvisar blocos do tipo canaleta; (c) blocos inteiros após quebra.



Fonte: A autora (2020).

De modo concomitante às práticas mencionadas, foi possível notar a existência de operações de retrabalho, em razão de atividades frequentemente executadas sem planejamento. Esse foi o caso da operação realizada por uma máquina retroescavadeira para quebra de concreto que permaneceu em local inadequado e sem uso, provocando uma “cura forçada” e demandando retirada para descarte (Figura 27).

Figura 27 - Operação de retirada de concreto na obra C.



Fonte: A autora (2020).

A obra C não apresentou PGRCC, e conforme foi visto em campo, não pratica nenhuma ação de gerenciamento de resíduos sólidos. Os resíduos de construção da obra

do tipo classe A estão presentes em diversas áreas do canteiro em pilhas de entulho (Figura 28).

Figura 28 - Disposição de resíduos de construção classe A em diversos locais do canteiro da obra C.



Fonte: A autora (2022).

4.3.4 Avaliação da eficácia

A tabela 2 apresenta os variáveis necessárias para cálculo do desperdício de blocos de alvenaria para unidade habitacional (D) em cada uma das obras que compõem o múltiplo estudo de caso.

Tabela 2 - Variáveis de controle para cálculo de desperdício na construção de unidade habitacional em obras do Programa Minha Casa, Minha Vida no Agreste de Pernambuco.

Variável (unidades de blocos)	Obra A	Obra B	Obra C
Blocos adquiridos (E_{k-1})	1.181	1.056	1.630
Transferência de blocos da obra (T_k)	0	396	- 84
Estoque de blocos no final da obra (E_k)	0	0	0
Blocos assentados durante a obra (A_k)	1.102	1.336	1.370

Fonte: A autora (2022).

Após obtenção das variáveis, foi possível calcular os desperdícios em cada uma das obras (Equação 1). Em seguida, foram calculados os respectivos índices de Perda de

blocos de alvenaria - IP (Equação 2) e índices de Eficácia Morant - IEM (Equação 3), que considerou as relações: $T_{bd} = D$, $T_{ba} = E_{k-1}$ e $T_{bn} = A_k$.

Tabela 3 - Indicadores para avaliação de eficácia na construção de unidade habitacional em obras do Programa Minha Casa, Minha Vida no Agreste de Pernambuco.

Indicador	Obra A	Obra B	Obra C
Total de blocos desperdiçados (D)	79	116	176
CV % = 39,58			
$\sigma = 48,95$			
Índice de perdas (IP)	6,68 %	8,68 %	10,79 %
Índice de eficácia Morant (IEM)	92,83 %	91,31%	87,15 %

D = blocos desperdiçados; IP= índice de perda; IEM = índice de eficácia Morant.

Fonte: A autora (2022).

A obra A apresentou maior eficácia no que diz respeito ao consumo de blocos para alvenaria (92,83%). Isso porque as ferramentas gerenciais de gestão de estoque, da qualidade e suprimentos, conferem à essa empresa um maior nível de industrialização frente às demais empresas.

Assim como o IEM, o indicador de percentual de planejamento concluído (PPC) proposto por Ballard (2000), também constitui um forma de mensurar de eficácia do sistema de gestão da produção no nível operacional. De acordo com o autor, partindo da premissa de que os requisitos básicos do planejamento semanal foram atendidos, índices de PPC próximos à 100% indicam que o sistema de produção está sendo capaz de agregar mais valor aos processos, ou seja, reduzir desperdícios. Insta salientar, que dada a incerteza e variabilidade que existe no segmento da construção civil, dificilmente o PPC alcança médias muito próximas de 100% .

De acordo com Costa et al. (2005), o uso de indicadores para monitorar a eficácia do planejamento de pacotes de trabalho à curto prazo na construção civil constitui uma medida identificar problemas na execução de tarefas e permite estruturar a implementação de ações corretivas.

Com relação aos totais de blocos desperdiçados (D), foi possível verificar que os totais de blocos desperdiçados na obra B (116) e obra C (176) se aproximam da quantidades padronizadas de blocos em um palete de fornecedores, que são respectivamente 192 blocos do fornecedor X e 132 blocos do fornecedor Y conforme a Figura 29.

Figura 29 - Etiquetas dos paletes de blocos dos fornecedores de blocos de concreto nas obras do Programa Minha Casa, Minha Vida no Agreste de Pernambuco.



Fonte: A autora (2022).

Para obra C, cujo o total de blocos desperdiçados (D) foi mais acentuado, foi feita uma estimativa anual que considerou este indicador como constante na produção e o número de unidades habitacionais produzidas em casa mês. Desse modo, o total acumulado estimado correspondeu a 23.060 blocos desperdiçados ao longo de 2021 na obra C. Ao considerar o total de blocos necessários (T_{bn}) que equivale a 1.370 blocos, é possível afirmar que ao longo desse mesmo ano seria possível construir 16 unidades habitacionais, com IP na margem de 5,18%. Isso representaria um incremento de 11,85% na produção anual da obra C.

Tabela 4 - Estimativa de blocos desperdiçados na obra C ao longo do ano de 2021.

Mês	Unidades habitacionais produzidas	Total de blocos desperdiçados
Jan	8	1.408
Fev	5	880
Mar	15	2.640
Abr	7	1.232
Mai	19	3.344
Jun	12	2.112
Ago	14	2.464
Set	10	1.760
Out	16	2.816
Nov	12	2.112
Dez	17	2.992
TOTAL	145	25.520

Embora a obra B seja de mesmo porte quando comparada à obra C, esta apresenta uma maior eficácia pois o gerenciamento produtivo é feito com melhor planejamento das atividades de recebimento e uso dos blocos de concreto.

Entretanto, na obra B foi observado a existência de estoques elevados que não eram utilizados, pois a empresa alegou não ter total confiança com o fornecedor em razão de pedidos atrasados ou falta de fornecimento. A aliança com fornecedores de materiais e a consolidação de compromissos são aspectos essenciais nas obras para minimização de resíduos de construção pois permitem estabelecer como medidas de prevenção, esquemas de devolução, flexibilidade no fornecimento de menor quantidade, redução de embalagens e a modificação do tamanho e da forma dos materiais em conformidade com as necessidades dos projetos (AJAYI; OYEDELE, 2018).

O estudo de Pinto (1989) que foi pioneiro no Brasil e se dedicou a analisar 70 canteiros de obras em 12 estados, verificou um índice de 13% de perdas no uso de blocos cerâmicos para alvenaria. Esse estudo se destacou pelo fato de quantificar o desperdício de recursos e seu respectivo impacto no custo final da obra. Além deste, outros estudos foram levantados para fins de comparação (Quadro 6).

Quadro 6 - Índices de perdas encontrados na literatura.

Autor	Índice de Perda
Pinto (1989)	13%
Gusmão (2006)	12,7%
Silva (2007)	10,25%
Silva et al. (2017)	6,38%

É notável que os índices de perdas encontrados neste múltiplo estudo de caso se situaram abaixo dos valores encontrados na literatura, com exceção do estudo de Silva et al. (2017) no caso das obras B e C. Todavia, o percentual de 6,38% (SILVA et al. 2017), assim como 6,68% da obra A, correspondem às perdas intrínsecas ao processo produtivo de alvenaria e que, portanto, necessitam de dimensionamento pois não é economicamente viável a execução de obras sem considerá-las na aquisição de material (CAIXA, 2020).

Por fim, verifica-se que os avanços tecnológicos, capacitação de corpo técnico e operacional, exigências normativas dos produtos da construção civil, que surgiram ao longo dos últimos tempos não foram suficientes para reduzir as perdas do processo de execução de alvenaria a níveis irrisórios.

4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar da importância para o desenvolvimento urbano, garantia do direito à moradia e geração de emprego e renda, as obras de habitação em grande escala no Brasil geram muitos impactos ambientais pois consomem uma grande proporção de recursos naturais e geram elevados volumes de resíduos.

Nesse contexto, este múltiplo estudo de caso realizado na Região do Agreste de Pernambuco em três obras do Programa Habitacional Casa Verde e Amarela, permitiu verificar que embora a geração de resíduos de construção ocorra durante as próprias operações de construção, muitas vezes são causados por atividades nas etapas de projeto e planejamento para aquisição de materiais. O quadro 7 apresenta de forma resumida os principais aspectos levantados a partir do múltiplo estudo de caso.

Quadro 7 - Síntese dos perfis das obras do múltiplo estudo de caso no Agreste de Pernambuco.

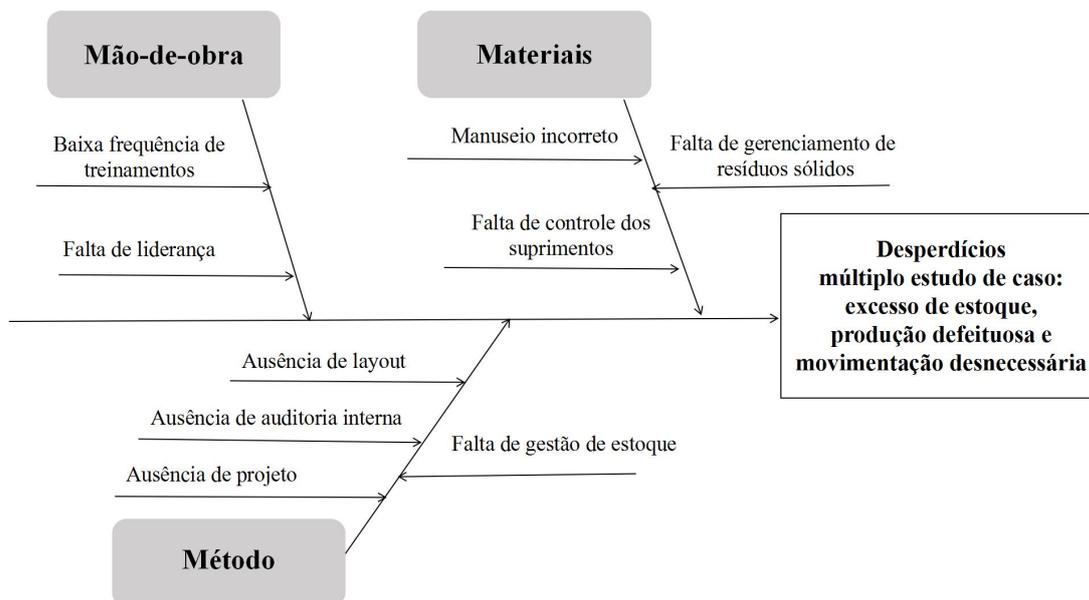
Obra	Município	Tempo de atuação da construtora no mercado	Porte	Quantidade de colaboradores	Categorias de desperdícios identificadas
A	Caruaru	18 anos	Grande	521	• Produção defeituosa
B	Santa Cruz do Capibaribe	7 anos	Médio	56	• Excesso de estoque • Movimentação desnecessária • Produção defeituosa
C	Santa Cruz do Capibaribe	8 anos	Médio	92	• Movimentação desnecessária • Tempo • Recursos humanos • Produção defeituosa

Fonte: A autora (2022)

A partir do múltiplo estudo de caso foi possível identificar os tipos de desperdício mais comuns na rotina de produção, que são excesso de estoque, produção defeituosa e movimentação desnecessária. A obra C, apresentou a maior variabilidade de categorias de desperdício (Quadro 7).

A análise sistêmica dos dados qualitativos foi feita com base em um *brainstorming* das possíveis causas para ocorrência das categorias de desperdícios mais recorrentes nas obras. Desse modo, foi elaborado um diagrama de causa e efeito (Figura 29), para identificação conforme propõe Ishikawa (1982).

Figura 30 - Diagrama de Ishikawa para principais categorias de desperdícios apresentadas em obras em obras do Programa Minha Casa, Minha Vida no Agreste de Pernambuco.

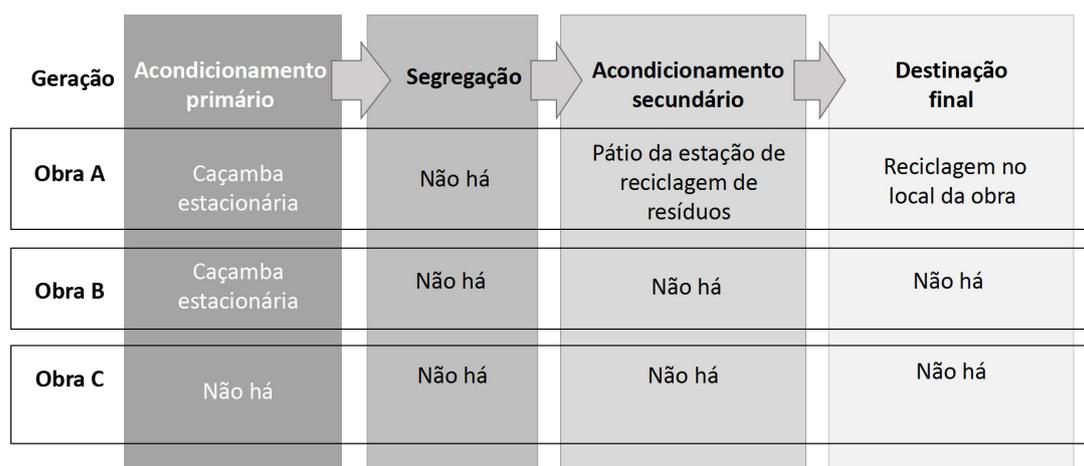


Fonte: A autora (2022).

As principais causas de desperdício foram o método, mão-de-obra e materiais, que se desdobram nas causas secundárias: falta de *layout* para frente de serviço na obra, o manuseio inadequado de materiais, e a falta de planejamento na aquisição de materiais e ausência da gestão de estoque.

O múltiplo estudo de caso também permitiu analisar o gerenciamento de resíduos provenientes das perdas de blocos para execução da alvenaria (Figura 30).

Figura 31 - Síntese do diagnóstico situacional do gerenciamento de resíduos oriundos da etapa de alvenaria do múltiplo estudo de caso em obras Programa Minha Casa, Minha Vida no Agreste de Pernambuco.



Fonte: A autora (2022).

Os resíduos oriundos dos desperdícios que se concretizam na forma de blocos quebrados são classificados como resíduos de construção da categoria classe A. As obras B e C analisadas não exercem o gerenciamento de resíduos e não possuem o documento PGRCC, caracterizando inconformidade com a legislação vigente. Isso denota a urgência de ações estratégicas de consumo sustentável de materiais para atingir a conformidade legal e sustentabilidade desses projetos.

Os resultados obtidos para os índices de perdas corroboraram com os valores encontrados na literatura sobre o tema. A avaliação de eficácia verificou que a obra A apresenta maior eficácia no que diz respeito ao consumo de blocos para alvenaria, cujo IEM foi de 92,83%, enquanto que as obras B e C apresentaram 91,31% e 87,15% respectivamente. Entretanto, esse indicadores expressaram apenas o desempenho em níveis operacionais do processo produtivo da alvenaria no momento de realização do múltiplo estudo de caso, portanto, é necessário um monitoramento ao longo do tempo para definição de metas para esses indicadores a partir de *benchmarking* com outras empresas.

4.5 REFERÊNCIAS

AGÊNCIA ESTADUAL DE PLANEJAMENTO E PESQUISAS DE PERNAMBUCO. CONDEPE/FIDEM. **Perfil Municipal Caruaru**. 2017. Disponível em: <http://www.bde.pe.gov.br/ArquivosPerfilMunicipal/Caruaru.pdf.pdf> Acesso em 20 jan. 2022.

AJAYI, S. O.; OYEDELE, L. O. Waste-efficient materials procurement for construction projects: A structural equation modelling of critical success factors. **Waste Management**, v. 75, p. 60-69, 2018. DOI: 10.1016/j.wasman.2018.01.025

ALLWOOD, J. M.; ASHBY, M. F.; GUTOWSKI, T. G.; WORRELL, E. Material efficiency: A white paper. **Resources, conservation and recycling**, v. 55, n. 3, p. 362-381, 2011. DOI: 10.1016/j.resconrec.2010.11.002Ge

ALVES, L. A.; NASCIMENTO, M. V. L.A., SOUZA, K. A. A.; SILVA, M. F. Estudo preliminar de viabilidade técnica da implantação do VLT no município de Caruaru-PE. *In: Anais [...]* 34º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte da ANPET. 2020.

BALLARD, G. The Last Planner System of Production Control. 2000. 192 f. **Tese** (Doutorado em Engenharia Civil) Universidade de Birmingham, Escola de Engenharia, Birmingham, 2000.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BASE DE DADOS DO ESTADO DE PERNAMBUCO - BDE/PE. **Caracterização geomorfológica**. 2020. Disponível em: http://www.bde.pe.gov.br/visualizacao/Visualizacao_formato2.aspx?codFormatacao=705&CodInformacao=308&Cod=1 Acesso em: 20 jan. 2020.

BASE DE DADOS DO ESTADO DE PERNAMBUCO - BDE/PE. **Número de empregados no mercado formal, por setores de atividades**. 2019. Disponível em: http://www.bde.pe.gov.br/visualizacao/Visualizacao_formato2.aspx?CodInformacao=800&Cod=3 Acesso em: 12 dez. 2021.

BRASIL. **Lei federal nº 12.305 de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF: Presidência da República, 2012.

BRASIL. **Resolução nº 275 de 25 de abril de 2011**. Estabelece código de cores para a diferenciação de resíduos e informações para a coleta seletiva. Diário Oficial da União. Brasília, DF: Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama), 2011.

BRASIL. **Resolução nº 307 de 5 de julho de 2002**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial da União. Brasília, DF: Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama), 2002.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL - CEF. **SINAPI: Metodologias e Conceitos: Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil**. 8 ed. Brasília: CAIXA, 2020. Disponível: https://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-manual-de-metodologias-e-conceitos/Livro1_SINAPI_Metodologias_e_Conceitos_8_Edicao.pdf Acesso em: 13 fev 2022.

CARUARU. **Proposta para implantação de Assistência Técnica de Habitação de Interesse Social**. 2019. Disponível em: <https://www.caupe.gov.br/wp-content/uploads/2019/12/Anexo-IV-Diagn%C3%B3stico-Preliminar-Monte-Bom-Jesus.pdf> Acesso em: 12 jan. 2021.

CARVAJAL-ARANGO, D.; BAHAMÓN-JARAMILLO, S.; ARISTIZÁBAL-MONSALVE, P.; VÁSQUEZ-HERNÁNDEZ, A.; BOTERO, L. F. B. Relationships between lean and sustainable construction: Positive impacts of lean practices over sustainability during construction phase. **Journal of Cleaner Production**, v. 234, p. 1322-1337, 2019. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.05.216

COSTA, D. et al. **Sistema de indicadores para Benchmarking na construção civil**. Porto Alegre: UFRGS/PPGEC/NORIE, 2005. Disponível em: http://www.ufrgs.br/sisind-net/acervo/arquivos-disponiveis/ManualdeUtilizacao_2005.pdf Acesso em: 15 fev. 2022.

EISENHARDT, K. M. Building theories from case study research. **Academy of management review**, v. 14, n. 4, p. 532-550, 1989.

FORMOSO, C. T. ; SOILBELMAN, L.; CESARE, C.; ISATTO, E. L. Material waste in building industry: main causes and prevention. **Journal of construction engineering and management**, v. 128, n. 4, p. 316-325, 2002. DOI: 10.1061/(ASCE)0733-9364(2002)128:4(316)

FORMOSO, C. T.; SOMMER, L., KOSKELA, L., ; ISATTO, E. L. The identification and analysis of making-do waste: insights from two Brazilian construction sites. **Ambiente Construído**, v. 17, p. 183-197, 2017. DOI: 10.1590/s1678-86212017000300170

GUSMÃO, A. D. et al. **Indicadores de geração de resíduos da construção na cidade do Recife** - Projeto Entulho Limpo. Recife: SINDUSCON/Universidade de Pernambuco/SEBRAE-PE, 2006. 30 p.

HIROYUKI, H.. **5S for operators: 5 Pillars of the Visual Workplace**. 1996.

HOLANDA, R. M. Avaliação do desperdício da argila nas indústrias da cerâmica vermelha e construção civil: estudo de caso nos municípios de Paudalho e Recife no Estado de Pernambuco. 2011. **Tese** (Doutorado em Recursos Naturais) - Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Divisão Regional do Brasil em Mesorregiões e Microrregiões Geográficas**. V. 1. Rio de Janeiro – RJ, 1990.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **IBGE Cidades**: Caruaru. 2021. <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pe/caruaru.html> Acesso em: 18 nov. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **IBGE Cidades**: Santa Cruz do Capibaribe. 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/santa-cruz/panorama> Acesso em: 18 nov. 2021.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL - IPHAN. **Dossiê Feira de Caruaru/PE**: Brasília: Inventário Nacional de Referência Cultural. 2006.

ISHIKAWA, K. **Guide to Quality Control**. 2 ed. Tokyo: Asian Productivity Organization, 1982.

ISSA, U. H.. Implementation of lean construction techniques for minimizing the risks effect on project construction time. **Alexandria Engineering Journal**, v. 52, n. 4, p. 697-704, 2013. DOI: 10.1016/j.aej.2013.07.003

KEDIR, F.; HALL, D. M. Resource efficiency in industrialized housing construction—A systematic review of current performance and future opportunities. **Journal of Cleaner Production**, v. 286, p. 125443, 2021. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.125443

KONG, C. W.; LI, H.; LOVE, P. E. D. An e-commerce system for construction material procurement. **Construction Innovation**, Vol. 1 No. 1, pp. 43-54. DOI: 10.1108/14714170110814505

LIMA, I. A. O Programa Minha Casa, Minha Vida na cidade de Caruaru-PE: Morfologia urbana e desigualdades socioespaciais. . In: **Anais [...]** XVII - Encontro Nacional de Geógrafos. São Luís, 2016. Disponível em: [http://www.eng2016.agb.org.br/resources/anais/7/1468192150_ARQUIVO_Artigopara_oENG2016\(IbsenAndradedeLima\).pdf](http://www.eng2016.agb.org.br/resources/anais/7/1468192150_ARQUIVO_Artigopara_oENG2016(IbsenAndradedeLima).pdf) Acesso em: 03 mar. 2021.

LIRA, S. M. O “desenvolvimento” do aglomerado de micro e pequenas indústrias de confecções do Agreste/PE: as suas inter-relações socioespaciais. 2009. **Tese** (Doutorado em Geografia) Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Departamento de Geografia, 2009

MARTINS, JB; DEMÉTRIO, JCC; DEMÉTRIO, FJC Lean Construction: Uma análise comparativa em canteiros de obra de São Luís-MA. **Revista de Engenharia Civil** , v. 54, p. 36-45, 2018.

MELLO, C. A. Análise da atratividade de um território gerador de viagens em um centro atacadista de vestuário no interior do Nordeste. 2019. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Engenharia Civil, 2019.

MELO, J. W. F.. Formação e desenvolvimento da indústria de confecções em Santa Cruz do Capibaribe. 2019. 141f. **Dissertação** (Mestrado em Economia) Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Natal, 2019.

MENG, X. Lean management in the context of construction supply chains. **International Journal of Production Research**, v. 57, n. 11, p.3784-3798, 2019. DOI: 10.1080/00207543.2019.1566659

MIGUEL, P. A. C. Case research in production engineering: structure and recommendations for its conduction. **Production**, v. 17, n. 1, p. 216-229, 2007. DOI: 10.1590/S0103-65132007000100015

MÓNICO, L. S.; ALFERES, V. R.; CASTRO, P. A.; PARREIRA, P. M. Porto, 2017. A Observação Participante enquanto metodologia de investigação qualitativa. **Anais [...]**. Porto: CIAQ. pp. 724-733, 2017. Disponível em: <https://proceedings.ciaiq.org/index.php/ciaiq2017/article/view/1447>. Acesso em: 21 jan. 2021.

OLIVEIRA, A. G. A lógica da expansão urbana através dos conjuntos habitacionais populares: estudos de condomínios verticais na cidade de Caruaru-PE. In: **Anais [...]** XVI ENANPUR - Encontro Nacional ANPUR. Belo Horizonte, 2015. Disponível em: http://xvenanpur.com.br/anais/?wpfb_dl=400. Acesso em: 03 mar. 2021.

OLIVEIRA, A. G.; AMORIM, L. M. Para aonde vamos? Análise dos processos e consequências do modelo de expansão urbana de Caruaru, Pernambuco. *In: Anais [...]* ENANPUR, v. 17, n. 1, 2017.

PENG, W.; PHENG, L. S. Lean production, value chain and sustainability in precast concrete factory—a case study in Singapore. *Lean Construction Journal*, v. 2010, p. 92-109, 2011.

PINHO, S. A.; LORDSLEEM, A. C.; MELHADO, S. B. O projeto para produção da alvenaria de vedação como ferramenta para a melhoria da gestão de perda e consumo de materiais. *In: Anais [...]* III Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído, VI Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção (SBQP & TIC) p. 696-708. Porto Alegre: ANTAC, 2013.

PINTO, T. P. Desperdício em xequê. *Revista Revestimentos*, São Paulo: PINI, p.37-38, 1989.

RAPOSO, M.; GOMES, G. **Estudo de caracterização econômica do pólo de confecções do Agreste de Pernambuco**. Recife: FADE, 2003.

REIS, C.C. C.; MORO, M. F.; FLORES, S.; WEISE, A. D. Construção enxuta, proposta de diagnóstico e análise do canteiro de obras. *Revista da FAE*, v. 20, n. 1, p. 42-58, 2017.

SANTA CRUZ DO CAPIBARIBE. **Site institucional: A cidade**. 2021. Disponível em: <https://www.santacruzdocapibaribe.pe.gov.br/artigos/pagina/id/6> Acesso em: 18 nov. 2021.

SEBRAE – SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Estudo Econômico do Arranjo Produtivo Local de Confecções do Agreste Pernambucano**: Relatório final - ano base 2012.. Recife: SEBRAE, 2013. Disponível:

<https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/Estudo%20Economico%20do%20APL%20de%20Confeccoes%20do%20Agreste%20-%20%2007%20de%20MAIO%202013%20%20docx.pdf> Acesso em 20 jan. 2022.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS - SEBRAE **Estudo sobre desenvolvimento econômico e tendências territoriais** - Relatório consolidado. 2018. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/PE/Anexos/Estudo-Consolidado-Regi%C3%B5es-de-Desenvolvimento-SEBRAE-PE.pdf> Acesso em: 18 jan. 2022.

SILVA, A. S.; SOUZA FILHO, W. B.; SANTOS, C. M. S. S.; ARAÚJO, A. P. D. Análise das perdas de materiais no serviço de alvenaria: estudo de caso realizado em obras de edificações residenciais de pequeno porte. *Revista Princípios*, n. 35, p. 90-102, 2017.

SILVA, M. M. P. Avaliação de perdas de blocos cerâmicos em Pernambuco: da Indústria ao Canteiro de obras. 2007. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Civil) Universidade Católica de Pernambuco, Departamento de Engenharia Civil, Recife, 2007.

SISTEMA IBGE DE RECUPERAÇÃO AUTOMÁTICA DE INDICADORES - SIDRA/IBGE. **Produto Interno Bruto dos municípios**. 2018. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pib-munic/tabelas> Acesso em: 12 jan. 2022.

SOUSA, R.; VOSS, C. A. Quality management: universal or context dependent? **Production and Operations Management**, v. 10, n. 4, p. 383-404, 2001. DOI: 10.1111/j.1937-5956.2001.tb00083.x

SOUZA, A. M.. “Aqui é o lugar do progresso”: produzindo roupas e significados na disputa pela modernidade das confecções do Agreste. **REDD–Revista Espaço de Diálogo e Desconexão**, v. 5, n. 1, 2012. DOI: 10.32760/1984-1736/REDD/2012.v5i1.4313

TEZEL, A.; TAGGART M., KOSKELA, L., TZORTPOULOS, P., HANAHOE, J., & Kelly, M. Lean construction and BIM in small and medium-sized enterprises (SMEs) in construction: a systematic literature review. **Canadian Journal of Civil Engineering**, v. 47, n. 2, p. 186-201, 2020. DOI: /10.1139/cjce-2018-0408

VALENÇA, M. R. Ensino Superior em Caruaru: Uma cidade de responsabilidade socioterritorial: *In*: MAIA, D. S.; MARAFRON, G. J. (orgs.) **Ensino superior e desenvolvimento regional**: reconfigurando as relações entre as cidades e o campo. Rio de Janeiro: EDUERJ, 2020. 322 p. DOI: 10.7476/9786587949086

XAVIER, T. M. C. Transformações urbanas no polo de confecções do agreste de Pernambuco: um olhar sobre Santa Cruz do Capibaribe. 2018. **Dissertação** (Mestrado em Geografia) Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Departamento de Geografia, 2018.

YIN, R. K. **Estudo de Caso**: Planejamento e métodos. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

5 CONCLUSÕES

As condições ambientais globais, sobretudo, em meio às mudanças do clima, exercem pressão sob o uso de recursos naturais nos diferentes setores econômicos para que haja uma produção sustentável. Isso ocorre principalmente com aqueles que apresentam alto potencial de gerar impactos ambientais, que é o caso da construção civil, pelo qual correspondeu o contexto focal desta pesquisa.

As demandas por ambiente construído crescem, principalmente, por construções habitacionais no Brasil em razão do elevado déficit habitacional. Nesse sentido, para compatibilizar esse crescimento setorial às premissas do desenvolvimento sustentável, se faz necessário esforços como o uso racional dos recursos naturais e a redução de resíduos gerados na fase de construção das unidades habitacionais

O Brasil detém uma extensa e variada cadeia da construção civil e a política habitacional vigente nos últimos anos, fortemente impulsionada pelo Programa Minha Casa, Minha Vida, reformulado para Programa Casa Verde e Amarela, foi capaz de induzir o desenvolvimento tecnológico do setor. Contudo, para que esse processo seja de fato sustentável, os governos e o setor privado da construção devem andar juntos para que as demandas públicas possam ser atendidas pelas empresas, possibilitando melhoria contínua da qualidade sem aumento demasiado de custos de construção e danos ambientais.

Por meio desta pesquisa, foi possível identificar que existem algumas lacunas no âmbito legal e fiscal nas políticas habitacionais brasileiras no que diz respeito a internalização de todos aspectos inerentes ao tripé da sustentabilidade. A partir dessa análise, foram feitas recomendações para inclusão de requisitos técnicos nos projetos submetidos ao PCVA que abrangem sua respectiva concepção e inserção urbana, execução de obras, o pós-ocupação das habitações, e a renovação ou demolição dessas edificações.

A avaliação prática realizada através de um múltiplo estudo de caso em três obras que participam do PCVA na Região Agreste do estado de Pernambuco possibilitou verificar a eficácia do consumo de blocos para alvenaria, e a partir disso, identificar as causas dos desperdícios oriundos desse processo. A obra A apresentou a eficácia mais elevada com IEM de 92,83%, e o menor IP de 6,68%. Tais resultados expressam o maior controle de qualidade operacional em vista da aplicação da metodologia 5S que proporciona tornar o canteiro de obras racionalizado, protegido, preparado, limpo e

aprazível para execução dos processos produtivos. Além disso, para que a empresa não fique vulnerável às oscilações do mercado, a existência de um setor de suprimentos garante que os materiais sejam adquiridos e entregues com a quantidade e qualidade exigida no projeto técnico em tempo hábil.

No caso da obra B o IEM foi de 91,31%, menor quando comparado à obra A. Nessa obra haviam algumas iniciativas de controle do processo produtivo da alvenaria, como a liderança e vistoria na execução de tarefas e a existência do procedimento operacional padrão (POP). Todavia, o gerenciamento da produção carecia de um *layout* para o canteiro de obras, controle de suprimentos, monitoramento do estoque, treinamento de mão-de-obra e gerenciamento de resíduos sólidos.

A obra C apresentou o menor desempenho em relação à eficácia no consumo de blocos, o IEM calculado correspondeu à 87,15% e o IP foi de 10,79%. A ausência de um projeto de alvenaria e procedimento operacional padrão consistiam nas causas principais para que ocorressem desperdícios como a movimentação desnecessária, *making do* e produção defeituosa. Nessa obra, a falta de liderança à frente das equipes de produção aliada à ausência de treinamentos dessas equipes permitiu que as mesmas ficassem ociosas e houvesse desperdício por tempo disponível, bem como, ausência da realização de vistorias de não-conformidades na execução da alvenaria.

A partir desses resultados, foi elaborado um *framework* sustentável que foca na não-geração de resíduos oriundos do uso de blocos de alvenaria nessas obras, conforme instrui a Política Nacional de Resíduos Sólidos do Brasil. O gerenciamento desses resíduos, quando é efetuado, ainda se restringe à disposição em aterros sanitários, ou, conforme visto na obra A, à aplicação de um tratamento de reciclagem de grandes volumes de resíduos que eleva o consumo energético, e, conseqüentemente, as emissões de carbono.

Portanto, para gerenciamento sustentável desses resíduos sugere-se o controle sistemático da eficácia na execução da alvenaria aplicado em nível gerencial e operacional (Figura 32). Inicialmente, o *framework* sustentável propõe a aplicação dos indicadores a nível operacional utilizados nesta pesquisa, sendo necessária a definição do responsável pela coleta de dados, o insumo em questão (nesse caso os blocos de alvenaria) e o período de monitoramento. Posteriormente, indica que nesse período de monitoramento devem ser identificadas as principais categorias de desperdício e suas respectivas causas. Por fim, o compilamento desses dados permitirá a definição de

metas de desempenho para cada um dos indicadores, a fim de agregar mais valor aos processos, ou seja, implantação da melhoria contínua.

A nível gerencial o controle sistemático da alvenaria em busca de melhoria contínua ocorrerá com a adoção das seguintes práticas e estratégias:

- *Layout do canteiro de obra*: Um bom *layout* define locais específicos para o armazenamento seguro de materiais e ferramentas que dispõe de proteção contra possíveis intempéries e furtos, e, também permite a movimentação dos trabalhadores com segurança. Além disso, prevê a identificação desses materiais, ferramentas e resíduos gerados. No caso dos resíduos inertes, estes devem ser acondicionados em coletores identificados de acordo com a classificação da Resolução do Conama nº 307 (BRASIL, 2002). É importante que este *layout* fique disposto em local de fácil visualização de todos os trabalhadores envolvidos na produção.

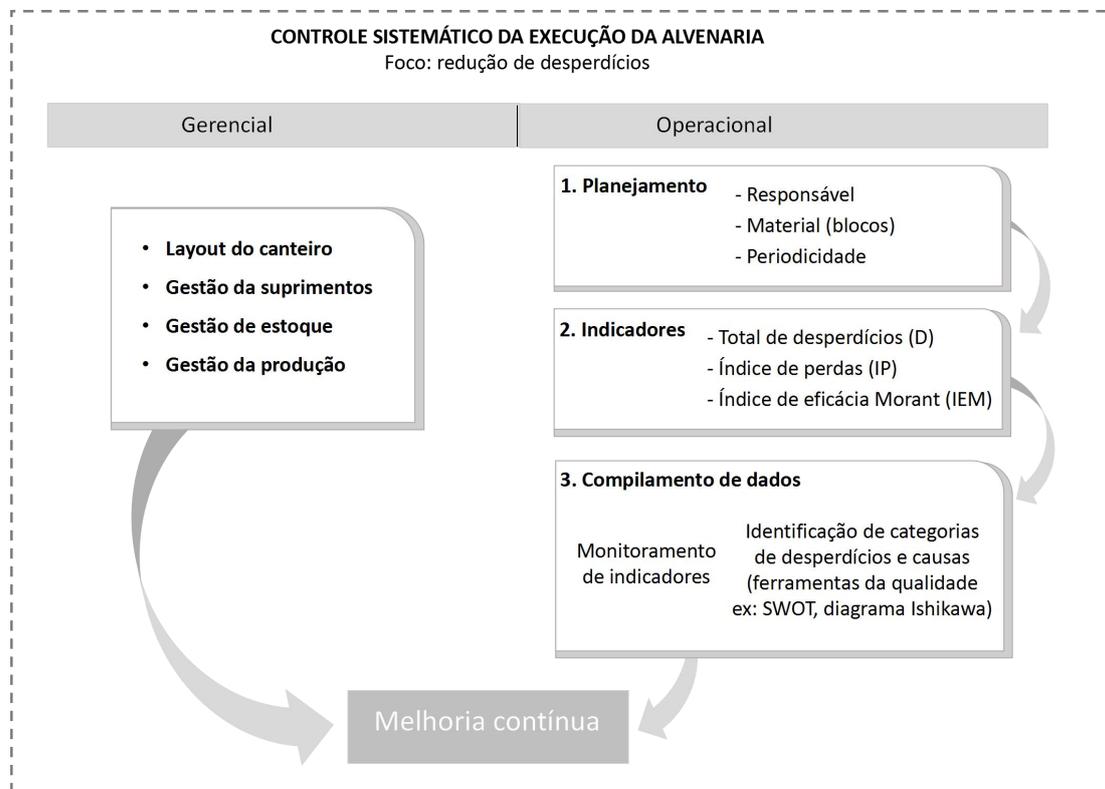
- *Gestão de suprimentos*: Essa estratégia pode ser implementada a partir da criação de um setor específico ou de forma transversal nos setores de produção e almoxarifado das obras. O principal objetivo consiste em planejar e controlar a aquisição e entrega de materiais para efetuar a produção, nesse caso, o processo produtivo de alvenaria. Os blocos de alvenaria pertencem à uma cadeia de suprimentos que funciona como se fosse um elo de uma corrente, no qual se algum deles apresentar defeito, todo o conjunto não funciona. Logo, as empresas de construção devem tomar ciência de cada item dessa cadeia de suprimentos e mantê-los organizados para plena execução dos processos produtivos.

- *Gestão do estoque*: Possuir ou não conhecimento sobre o estoque de uma obra repercute em todos os setores de uma obra de construção habitacional, pois exige o controle dos materiais para organização do fluxo de produção e da demanda de compra dos mesmos. Nesse sentido, o controle de estoque deve ser rigoroso e dispor de procedimentos específicos, de modo que os custos com sua manutenção sejam os menores possíveis. No caso da realização de inventários, as empresas devem fazer contagens periódicas e verificar as diferenças entre estoque físico e contábeis, a fim de apurar os valores para efeito de balanço.

- *Gestão da produção*: Na transição para uma produção sustentável, inicialmente é essencial que os colaboradores à frente da operação estejam conscientes sobre a importância da efetividade do fluxo de trabalho definido no planejamento produtivo. A princípio é essencial o desenvolvimento de lideranças que irão atuar nessa direção por meio do acompanhamento das atividades e alinhamento da operação através da

avaliação de desempenho. Na gestão da produção a execução de treinamentos de mão-de-obra é essencial para garantir a manutenção dos níveis de qualidade da produção.

Figura 32 - *Framework* sustentável para redução de resíduos oriundos da alvenaria.



Fonte: A autora (2022).

6 LIMITAÇÕES E TRABALHOS FUTUROS

A presente pesquisa foi limitada no que diz respeito ao horizonte temporal de dados, pois um acompanhamento dos indicadores ao longo do tempo iria fornecer uma visão mais completa do desempenho das empresas que participaram do múltiplo estudo de caso. Além disso, alguns documentos que necessitavam ser adquiridos apresentavam rasura ou estavam indisponíveis para acesso. Houve também dificuldade para entrevistar colaboradores em nível estratégico, uma vez que a maioria apresentou agenda indisponível. Sobretudo, porque a principal limitação desta pesquisa se tratou da quantidade bastante reduzida de visitas físicas em razão da pandemia causada pelo COVID-19.

Trabalhos futuros devem buscar a aplicação e validação do conjunto de ferramentas e indicadores utilizados para outras tipologias habitacionais, sistemas construtivos e materiais. Além disso, um estudo que realize monitoramento dos indicadores nessas obras e que seja capaz de fornecer uma análise de desempenho mais robusta a nível local, cujo objetivo potencial consista na apresentação de parâmetros para as políticas de fiscalização do gerenciamento de resíduos em obras habitacionais.

7 APÊNDICES

7.1 APÊNDICE 1



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
Departamento de Tecnologia Rural - DTR

Recife, 03 de junho de 2021.

À Autarquia de Urbanização e Meio Ambiente de Caruaru - URB
Caruaru-PE
Ofício nº 04/2021

Assunto: **Cooperação no fornecimento de dados para Pesquisa de Mestrado .**

Prezados,

A estudante de mestrado *Symone Maria Pancrácio Falcão*, CPF: 094866694-30, bolsista da Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco, da Universidade Federal Rural de Pernambuco (URFPE), vem realizando uma pesquisa com o propósito de analisar a eficácia e sustentabilidade da construção civil em obras do Programa “Casa Verde e Amarela” no Agreste de Pernambuco, sob orientação do Prof. Dr. Romildo Morant de Holanda (UFRPE) e Coorientação da Prof.^a Dr.^a Fernanda Wanderley Corrêa de Araújo (UFRPE).

Conforme mencionado em conversa presencial com o Sr. Marcos - Gerente Geral da URB/Caruaru, serão necessárias as seguintes informações quanto à aprovação de empreendimentos residenciais dos últimos 5 anos: *Nome, Requerente, Tipo (loteamento), Local (bairro) e Zoneamento*. Vale salientar que tais informações, serão utilizadas somente para fins acadêmicos.

Agradecemos desde já a colaboração.

Atenciosamente,

Prof. Dr. Romildo Morant de Holanda

Prof. Romildo Morant de Holanda
Professor
Mat. SIAPE 1474046

cel. 99980-9803.

7.2 APÊNDICE 2



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
Departamento de Tecnologia Rural - DTR

Recife, 21 de Julho de 2021.

Secretaria de Habitação de Santa Cruz do Capibaribe
Santa Cruz do Capibaribe - PE
Ofício nº 06/2021

Assunto: **Cooperação no fornecimento de dados para Pesquisa de Mestrado .**

Prezados,

A estudante de mestrado *Symone Maria Pancrácio Falcão, CPF: 094866694-30*, bolsista da Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco, da Universidade Federal Rural de Pernambuco (URFPE), vem realizando uma pesquisa com o propósito de analisar a eficácia na construção civil, a fim de obter um índice calibrado e atualizado relacionado ao uso de blocos de alvenaria em obras do Programa “Casa Verde e Amarela” no Agreste de Pernambuco, sob orientação do Prof. Dr. Romildo Morant de Holanda (UFRPE) e Coorientação da Profa. Dra. Fernanda Wanderley Corrêa de Araújo (UFRPE).

Conforme mencionado em conversa presencial com o Sr. Virgílio, serão necessárias as seguintes informações quanto à aprovação de empreendimentos residenciais dos últimos 5 anos no município de Santa Cruz do Capibaribe: Nome, Requerente, Tipo (loteamento), Local (bairro).

Vale salientar que tais informações, serão utilizadas somente para fins acadêmicos. Agradecemos desde já a colaboração.

Atenciosamente,

Prof. Dr. Romildo Morant de Holanda

Prof. Dr. Romildo Morant de Holanda
Professor
Mat. CAVE 141346
cel. 97780-9803.

Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE
Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife-
PE

7.3 APÊNDICE 3

PROTOCOLO DE PESQUISA

1. Contexto

Requisito da etapa:	
<ul style="list-style-type: none"> • Segmento: Obras de construção civil • Área: Agreste • Tipologia habitacional: Residencial unifamiliar térrea • Método construtivo: Alvenaria estrutural • Fonte de recursos financeiros: Subsídios via Programa Casa Verde e Amarela 	
<u>QUESTÃO ENVOLVIDA</u>	<u>RESPOSTAS E OBSERVAÇÕES</u>
Identificação da Empresa	
Município	
Período e horário de funcionamento	
Nº de funcionários na obra	
Tipo de contratação dos Recursos Humanos	
Ano do início de atuação	
Regime de construção da obra	
Área/Unidades habitacionais construídas	
Área/Unidades habitacionais previstas para construção	
Setores envolvidos na etapa de alvenaria	
Composição de equipes de produção	
Certificações	

2. Materiais

Requisito da etapa:	
<ul style="list-style-type: none"> • Tipo blocos: Concreto pré-moldados 	
Dimensões dos blocos	

Tipologias de blocos	
Marcação de alvenaria	
Quantidade de blocos adquiridos por unidade habitacional	
Armazenamento dos blocos	

3. Processo produtivo

✓ Análise de itens e documentação do: Pacote de aquisição/suprimentos de materiais Controle de insumos Gerenciamento de produção e resíduos	
Procedimento operacional padrão	
Layout do canteiro de obra	
Controle de materiais e produção	
Metas de produção	
Gestão de estoque e suprimentos	
Plano de gerenciamento de resíduos da construção civil	

4. Meios de controle da pesquisa

✓ Monitoramento de variáveis através de: Projeto de paginação da alvenaria Informações de fornecedores Informações de estoque	
Quantificação de blocos assentados	
Quantificação de blocos armazenados dentro da obra	
Quantificação de blocos armazenados fora da obra	

Quantificação das transferências de blocos efetuadas entre as obras	
Quantificação do estoque de blocos fora da obra no final da semana anterior	
Quantificação do estoque de blocos dentro da obra no final da semana anterior	
Quantificação de blocos adquiridos entre as duas semanas	

Responsáveis pelas informações

Cargo:	
Setor:	
Cargo:	
Setor:	
Cargo:	
Setor:	

Data: / /

8 ANEXOS

8.1 ANEXO 1

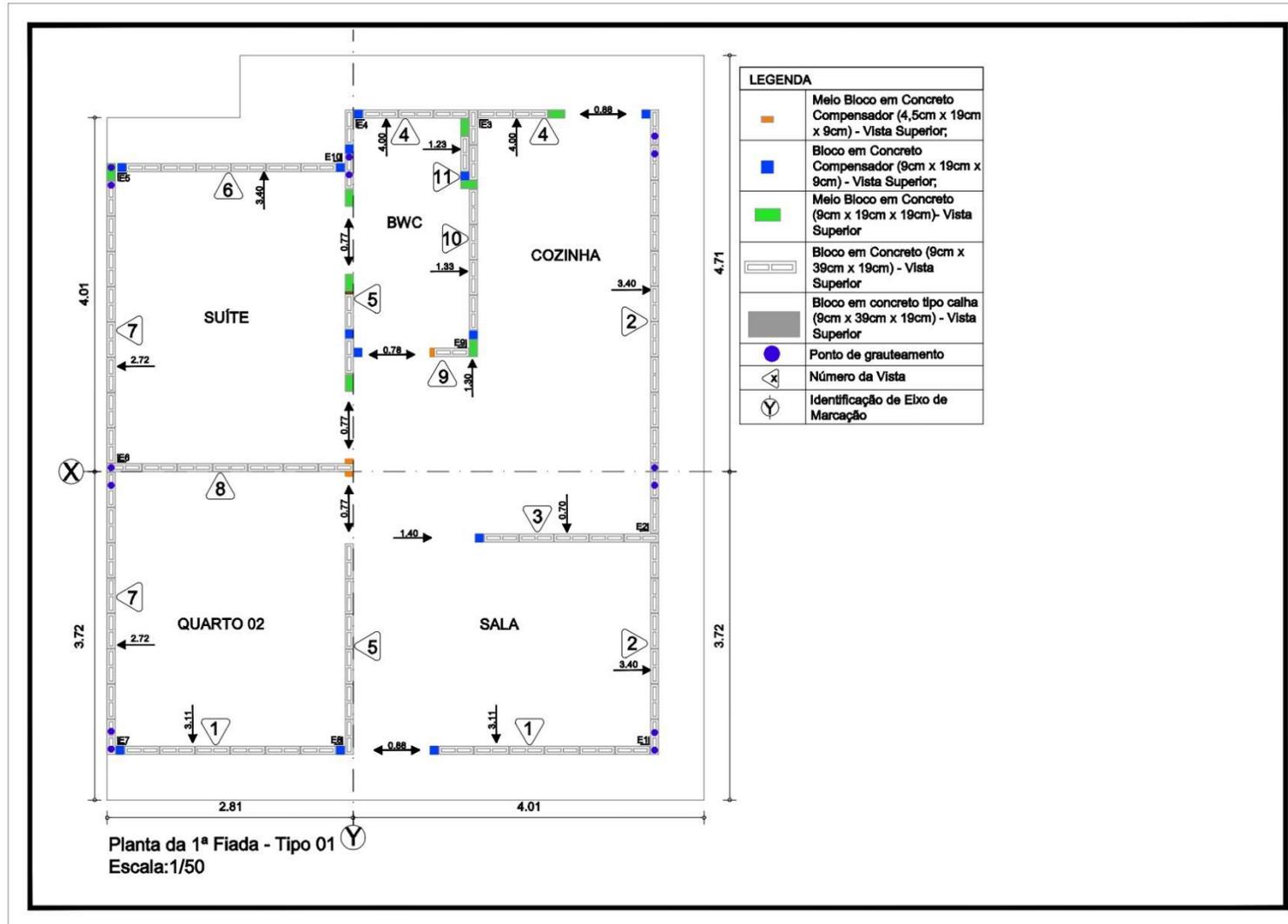
Relatório de atraso por etapa

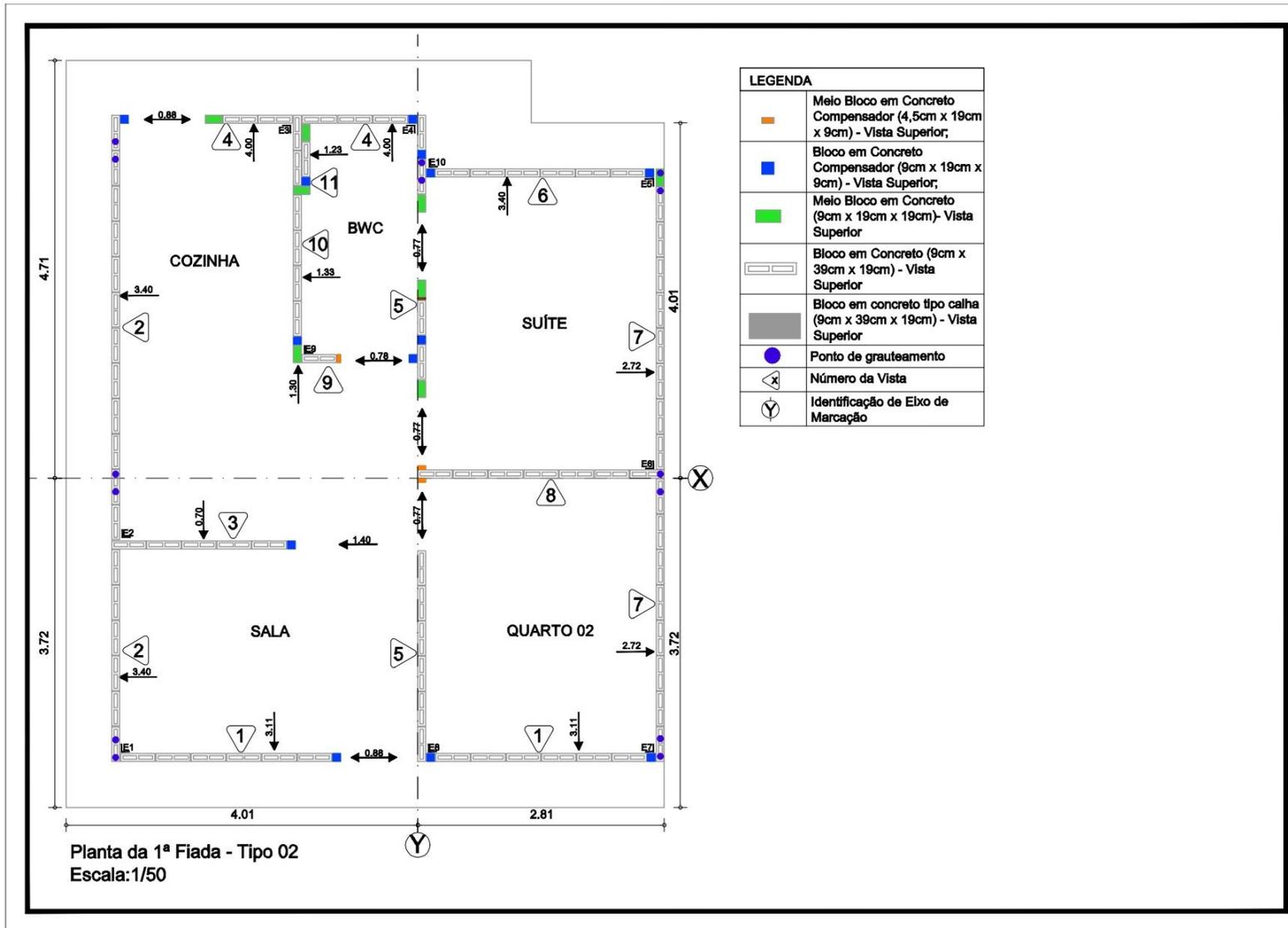
Meta padrão (8,5) dias

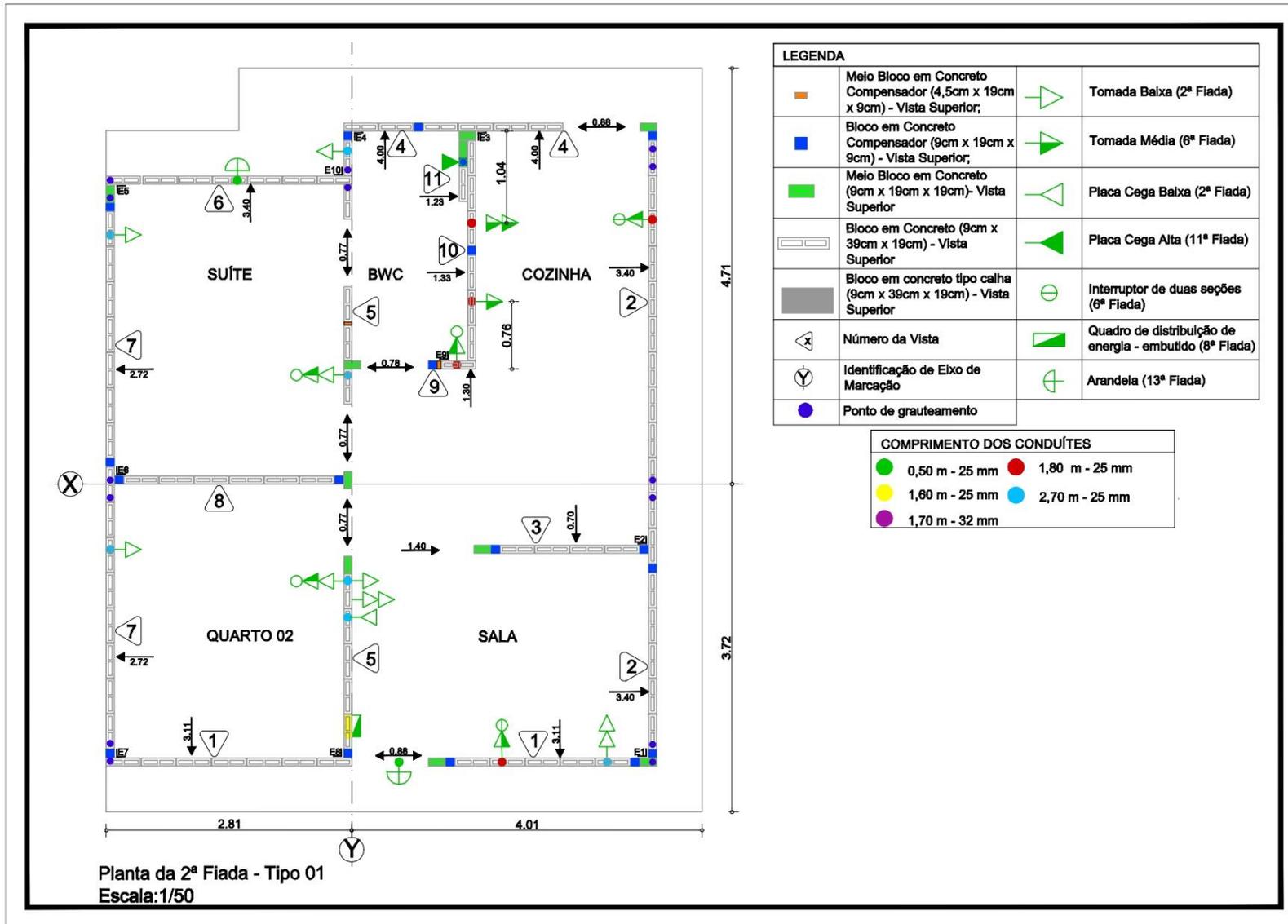
Casa entregue com () dias

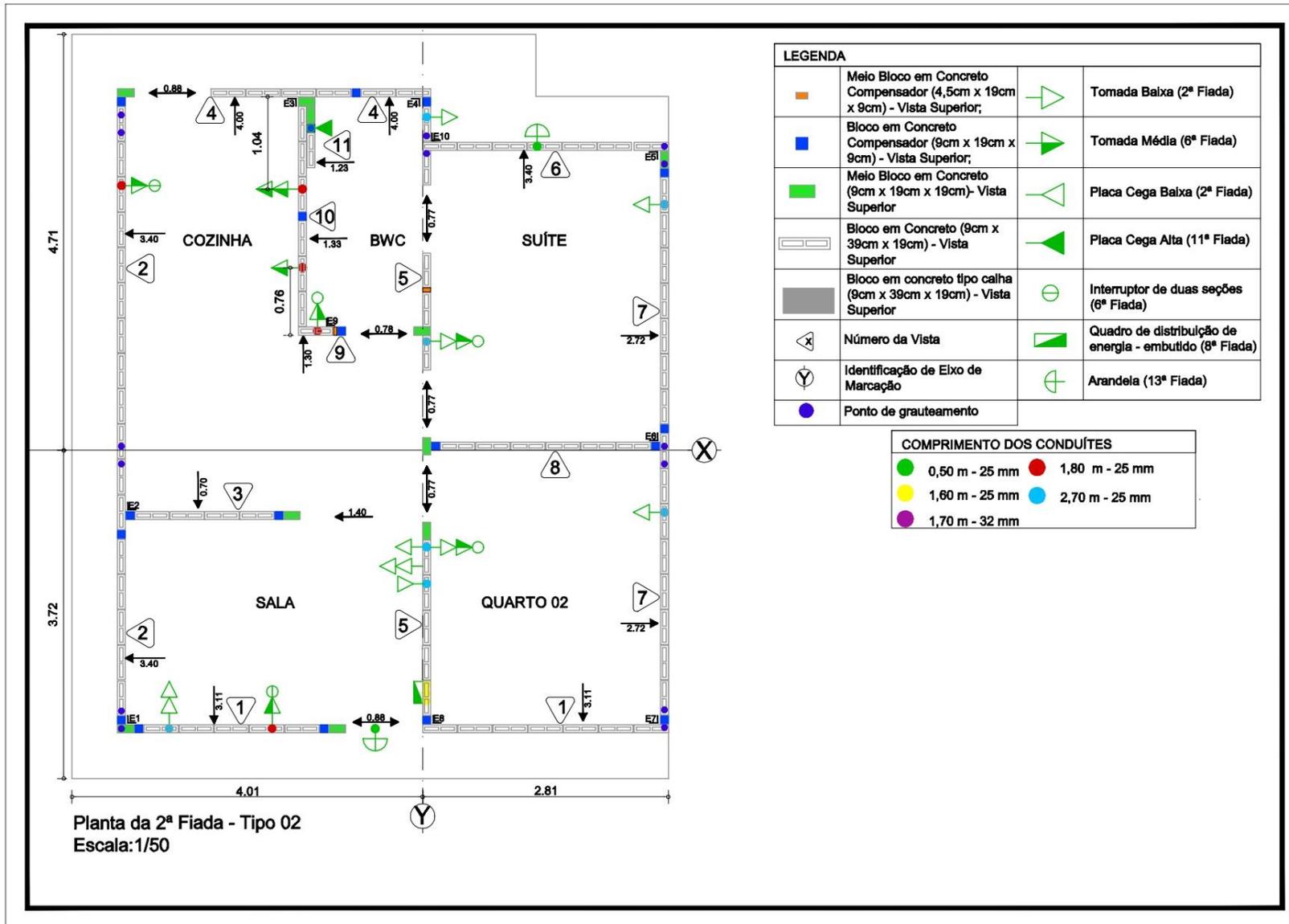
Alvenaria
Previsto = 2 dias
Realizado =
Motivos:
Acabamento 2
Previsto = 2 dias
Realizado =
Motivos:
Radier
Previsto = 2 dias
Realizado =
Motivos:
Coberta
Previsto = 2 dias
Realizado =
Motivos:
Reboco Interno
Previsto = 2 dias
Realizado =
Motivos:
Reboco Externo
Previsto = 2 dias
Realizado =
Motivos:
Acabamento 1
Previsto = 2 dias
Realizado =
Motivos:

8.2 ANEXO 2









LEGENDA			
	Meio Bloco em Concreto Compensador (4,5cm x 19cm x 9cm) - Vista Superior;		Tomada Baixa (2ª Fiada)
	Bloco em Concreto Compensador (9cm x 19cm x 9cm) - Vista Superior;		Tomada Média (6ª Fiada)
	Meio Bloco em Concreto (9cm x 19cm x 19cm)- Vista Superior		Placa Cega Baixa (2ª Fiada)
	Bloco em Concreto (9cm x 39cm x 19cm) - Vista Superior		Placa Cega Alta (11ª Fiada)
	Bloco em concreto tipo calha (9cm x 39cm x 19cm) - Vista Superior		Interruptor de duas seções (6ª Fiada)
	Número da Vista		Quadro de distribuição de energia - embutido (8ª Fiada)
	Identificação de Eixo de Marcação		Arandela (13ª Fiada)
	Ponto de grauteamento		

COMPRIMENTO DOS CONDUÍTES	
	0,50 m - 25 mm
	1,80 m - 25 mm
	1,60 m - 25 mm
	2,70 m - 25 mm
	1,70 m - 32 mm

8.3 ANEXO 3

CONSUMO POR CASA (ANALITICO)
02.002

FILIAL: 9 A 9
 LOCAL DE ESTOQUE: UGB00CA
 META DO PEDIDO PADRÃO: 01/01/21
 CODIGO CENTRO DE CUSTO: 06.2.73.001

CÓDIGO DO PRODUTO	NOME FANTASIA	SEM/PEDIDO UND	CONSUMO			PREÇO			VALOR PADRÃO x VALOR CONSUMO E RESULTADO			
			QTDE. PADRÃO	QTDE. CONSUMO	QTDE ECONOMIA / ESTOURO	PÇ.UNIT. PADRÃO	PÇ.UNIT. MÉDIO	VARIÇÃO PÇ.UNIT.	VALOR PADRÃO	VALOR ECONOMIA / ESTOURO	RESULTADO INDÚSTRIA	RESULTADO SUPRIM.
- MXXII-206BN - PADRAO												
0180 6976	Adaptador Soldável PVC com anel caixa d'Água 20 mm x 1/2" AMANCO / TIGRE / KRONA	UN	1,0000	0,0000	(1,0000)	11,5300	9,2833	0,0000	11,5300	0,0000	(11,5300)	0,0000
0180 6977	Adaptador Soldável PVC com anel caixa d'Água 25 mm x 3/4" AMANCO / TIGRE / KRONA	UN	3,0000	0,0000	(3,0000)	12,1900	12,0744	0,0000	36,5700	0,0000	(36,5700)	0,0000
0180 6978	Adaptador SR PVC 25 mm x 3/4" AMANCO / TIGRE / KRONA	UN	1,0000	0,0000	(1,0000)	1,0200	0,9215	0,0000	1,0200	0,0000	(1,0200)	0,0000
0180 0030	Adesivo PVC 75 g PULVITEC ou similar	UN	1,0000	0,0000	(1,0000)	4,1100	4,4871	0,0000	4,1100	0,0000	(4,1100)	0,0000
0190 0411	Anel de Borracha para Tubo Esgoto 50mm AMANCO / TIGRE / KRONA	UN	1,0000	0,0000	(1,0000)	1,4100	7,6087	0,0000	1,4100	0,0000	(1,4100)	0,0000
0220 0127	Anel de Vedação Borracha Bacia Sanitária com Guia AMANCO / TIGRE / KRONA	UN	1,0000	0,0000	(1,0000)	13,2000	12,7389	0,0000	13,2000	0,0000	(13,2000)	0,0000
0020 6562	Anel Pré-moldado 35x40x05cm VMP	UN	1,0000	0,0000	(1,0000)	43,2000	34,8237	0,0000	43,2000	0,0000	(43,2000)	0,0000
0020 6563	Anel Pré-moldado 35x50x05cm VMP	UN	1,0000	0,0000	(1,0000)	34,8000	43,2343	0,0000	34,8000	0,0000	(34,8000)	0,0000
0250 5783	Arame Galvanizado BWG 18 (1,24mm)	KG	2,2500	0,0000	(2,2500)	10,7300	21,4425	0,0000	24,1425	0,0000	(24,1425)	0,0000
0250 5782	Arame Recozido BWG18 (1,25mm)	KG	0,7500	0,0000	(0,7500)	12,1800	17,1345	0,0000	9,1350	0,0000	(9,1350)	0,0000
0010 0042	Areia Fina Industrializada BRICAL (TO)	TO	7,5300	0,0000	(7,5300)	36,6700	36,6700	0,0000	276,1251	0,0000	(276,1251)	0,0000
0010 0033	Areia Média Industrializada BRICAL (TO)	TO	11,0600	0,0000	(11,0600)	36,6700	36,6700	0,0000	405,5702	0,0000	(405,5702)	0,0000
0050 0011	Argamassa AC I 20Kg QUARTZOLIT	UN	34,0000	0,0000	(34,0000)	6,7900	7,7674	0,0000	230,8600	0,0000	(230,8600)	0,0000
0200 1060	Arruela para eletroduto 1 1/4 zamak redonda	UN	4,0000	0,0000	(4,0000)	3,5000	3,0333	0,0000	14,0000	0,0000	(14,0000)	0,0000
0200 0250	Arruela para eletroduto 3/4 zamak Redonda INCA	UN	1,0000	0,0000	(1,0000)	0,7000	1,8937	0,0000	0,7000	0,0000	(0,7000)	0,0000
0220 0219	Bacia para Caixa Acoplada Branca 3,6LIZY DECA	UN	1,0000	0,0000	(1,0000)	43,9900	43,6609	0,0000	43,9900	0,0000	(43,9900)	0,0000
0270 0028	Balcão Cozinha Resina Branco Gelo 1,20 x 0,50m BELLAPIA	UN	1,0000	0,0000	(1,0000)	76,6700	75,7988	0,0000	76,6700	0,0000	(76,6700)	0,0000
0250 5796	Barra Aço CA50 10.0 mm 3/8" com 12m	M	56,0000	0,0000	(56,0000)	3,7100	4,8904	0,0000	207,7600	0,0000	(207,7600)	0,0000
0250 5778	Barra Aço CA50 6.3 mm 1/4"	M	42,0000	0,0000	(42,0000)	1,5800	2,1490	0,0000	66,3600	0,0000	(66,3600)	0,0000
0020 2611	Bloco de Concreto 09 x 19 x 09cm (Seccionável) IF	UN	240,0000	0,0000	(240,0000)	0,8800	0,8784	0,0000	211,2000	0,0000	(211,2000)	0,0000
0020 2610	Bloco de Concreto 09 x 19 x 19cm (Meio Bloco) IF	UN	130,0000	0,0000	(130,0000)	1,0700	1,0665	0,0000	139,1000	0,0000	(139,1000)	0,0000
0020 2609	Bloco de Concreto 09 x 19 x 39cm (Inteiro) IF	UN	1,181,0000	0,0000	(1,181,0000)	1,7000	1,6986	0,0000	2,007,7000	0,0000	(2,007,7000)	0,0000
0020 2798	Bloco de Concreto Tipo "J" 09 x 19 x 19 x 10 cm IF	UN	161,0000	0,0000	(161,0000)	1,0700	1,0373	0,0000	172,2700	0,0000	(172,2700)	0,0000
0020 2710	Bloco em concreto tipo calha 9x19x39cm IF	UN	120,0000	0,0000	(120,0000)	1,7500	1,7448	0,0000	210,0000	0,0000	(210,0000)	0,0000
0180 6982	Bóia para caixa d' água latão 1/2" AMANCO / TIGRE / KRONA	UN	1,0000	0,0000	(1,0000)	9,8000	8,3916	0,0000	9,8000	0,0000	(9,8000)	0,0000
0260 0034	Brita n. 07 (TO)	TO	0,1400	0,0000	(0,1400)	45,0000	40,0000	0,0000	6,3000	0,0000	(6,3000)	0,0000
0260 0027	Brita n. 12 (TO)	TO	1,6600	0,0000	(1,6600)	45,0000	44,6154	0,0000	74,7000	0,0000	(74,7000)	0,0000
0190 0412	Bucha de redução esgoto longa PVC 50 x 40 mm AMANCO / TIGRE / KRONA	UN	1,0000	0,0000	(1,0000)	2,9400	1,6081	0,0000	2,9400	0,0000	(2,9400)	0,0000
0250 0036	Bucha Nº 8 para parafuso tipo gancho	UN	4,0000	0,0000	(4,0000)	0,2000	0,2250	0,0000	0,8000	0,0000	(0,8000)	0,0000
0200 1059	Bucha Zamak para eletroduto 1 1/4	UN	4,0000	0,0000	(4,0000)	3,7000	3,1811	0,0000	14,8000	0,0000	(14,8000)	0,0000
0200 0201	Bucha Zamak para eletroduto 3/4"	UN	1,0000	0,0000	(1,0000)	1,2500	1,5217	0,0000	1,2500	0,0000	(1,2500)	0,0000
0200 0830	Cabo flexível 1,5mm² 750V Azul	M	26,4000	0,0000	(26,4000)	0,9880	1,1000	0,0000	26,0832	0,0000	(26,0832)	0,0000
0200 0829	Cabo flexível 1,5mm² 750V Branco	M	35,1000	0,0000	(35,1000)	0,9880	1,1000	0,0000	34,6788	0,0000	(34,6788)	0,0000
0200 0828	Cabo flexível 1,5mm² 750V Preto/Vermelho/Amarelo	M	34,9000	0,0000	(34,9000)	0,9880	1,1000	0,0000	34,4812	0,0000	(34,4812)	0,0000
0200 0838	Cabo flexível 10,0mm² 750V Azul	M	12,5000	0,0000	(12,5000)	6,6895	7,5665	0,0000	83,6188	0,0000	(83,6188)	0,0000
0200 0837	Cabo flexível 10,0mm² 750V Preto/Vermelho/Amarelo	M	12,5000	0,0000	(12,5000)	6,6895	7,5665	0,0000	83,6188	0,0000	(83,6188)	0,0000

CONSUMO POR CASA (ANALITICO)
02.002

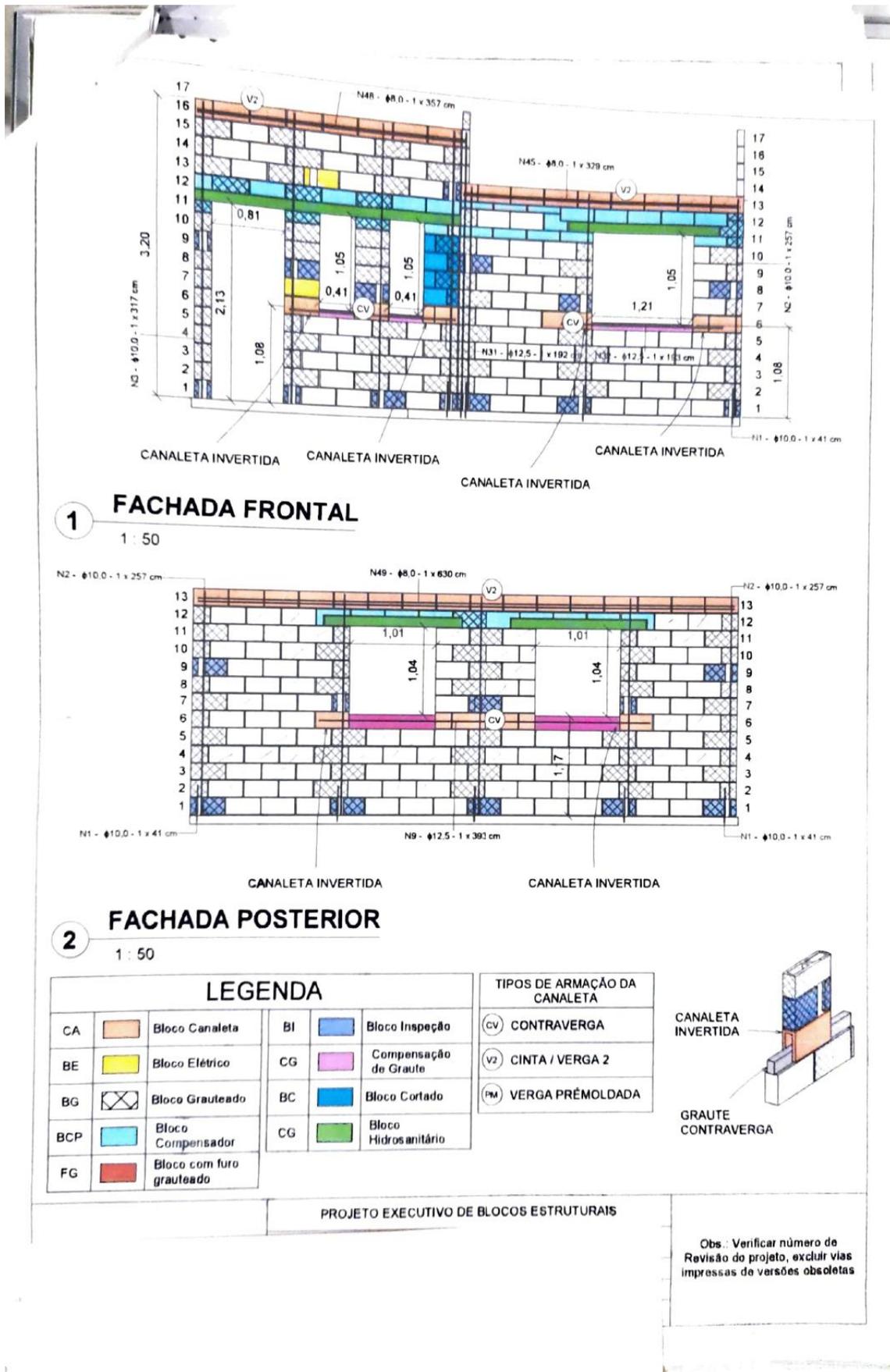
FILIAL: 9 A 9
LOCAL DE ESTOQUE: UGB00CA
META DO PEDIDO PADRÃO: 01/01/21
CODIGO CENTRO DE CUSTO: 06.2.73.001

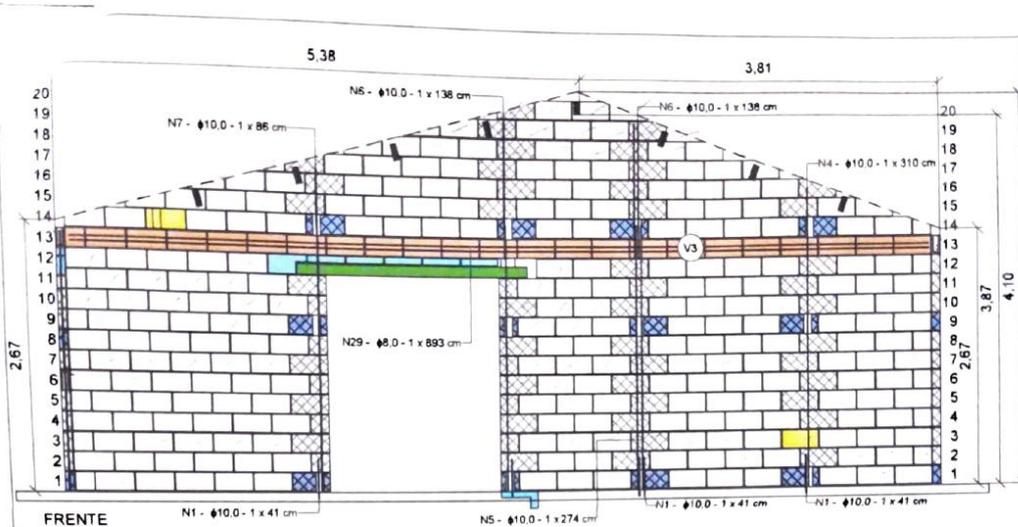
CÓDIGO DO PRODUTO	NOME FANTASIA DO PRODUTO	SEM/PEDIDO UND	CONSUMO			PREÇO			VALOR PADRÃO x VALOR CONSUMO E RESULTADO			
			QTDE. PADRÃO	QTDE. CONSUMO	QTDE ECONOMIA / ESTOURO	PÇ UNIT. PADRÃO	PÇ UNIT. MÉDIO	VARIÇÃO PÇ.UNIT.	VALOR PADRÃO	VALOR ECONOMIA / ESTOURO	RESULTADO INDÚSTRIA	RESULTADO SUPRIM.
- MXXII-207BN - PADRÃO												
0180 6976	Adaptador Soldável PVC com anel caixa d'Água 20 mm x 1/2" AMANCO / TIGRE / KRONA	UN	1,0000	0,0000	(1,0000)	11,5300	9,2833	0,0000	11,5300	0,0000	(11,5300)	0,0000
0180 6977	Adaptador Soldável PVC com anel caixa d'Água 25 mm x 3/4" AMANCO / TIGRE / KRONA	UN	3,0000	0,0000	(3,0000)	12,1900	12,0744	0,0000	36,5700	0,0000	(36,5700)	0,0000
0180 6978	Adaptador SR PVC 25 mm x 3/4" AMANCO / TIGRE / KRONA	UN	1,0000	0,0000	(1,0000)	1,0200	0,9215	0,0000	1,0200	0,0000	(1,0200)	0,0000
0180 0030	Adesivo PVC 75 g PULVITEC ou similar	UN	1,0000	0,0000	(1,0000)	4,1100	4,4871	0,0000	4,1100	0,0000	(4,1100)	0,0000
0190 0411	Anel de Borracha para Tubo Esgoto 50mm AMANCO / TIGRE / KRONA	UN	1,0000	0,0000	(1,0000)	1,4100	7,6087	0,0000	1,4100	0,0000	(1,4100)	0,0000
0220 0127	Anel de Vedação Borracha Bacia Sanitária com Guia AMANCO / TIGRE / KRONA	UN	1,0000	0,0000	(1,0000)	13,2000	12,7389	0,0000	13,2000	0,0000	(13,2000)	0,0000
0020 6562	Anel Pré-moldado 35x40x05cm VMP	UN	1,0000	0,0000	(1,0000)	43,2000	34,8237	0,0000	43,2000	0,0000	(43,2000)	0,0000
0020 6563	Anel Pré-moldado 35x50x05cm VMP	UN	1,0000	0,0000	(1,0000)	34,8000	43,2343	0,0000	34,8000	0,0000	(34,8000)	0,0000
0250 5783	Arame Galvanizado BWG 18 (1,24mm)	KG	2,2500	0,0000	(2,2500)	10,7300	21,4425	0,0000	24,1425	0,0000	(24,1425)	0,0000
0250 5782	Arame Recozido BWG18 (1,25mm)	KG	0,7500	0,0000	(0,7500)	12,1800	17,1345	0,0000	9,1350	0,0000	(9,1350)	0,0000
0010 0042	Areia Fina Industrializada BRICAL (TO)	TO	7,5300	0,0000	(7,5300)	36,6700	36,6700	0,0000	276,1251	0,0000	(276,1251)	0,0000
0010 0033	Areia Média Industrializada BRICAL (TO)	TO	11,0600	0,0000	(11,0600)	36,6700	36,6700	0,0000	405,5702	0,0000	(405,5702)	0,0000
0050 0011	Argamassa AC I 20Kg QUARTZOLIT	UN	34,0000	0,0000	(34,0000)	6,7900	7,7674	0,0000	230,8600	0,0000	(230,8600)	0,0000
0200 1060	Arruela para eletroduto 1 1/4 zamak redonda	UN	4,0000	0,0000	(4,0000)	3,5000	3,0333	0,0000	14,0000	0,0000	(14,0000)	0,0000
0200 0250	Arruela para eletroduto 3/4 zamak Redonda INCA	UN	1,0000	0,0000	(1,0000)	0,7000	1,8937	0,0000	0,7000	0,0000	(0,7000)	0,0000
0220 0219	Bacia para Caixa Acoplada Branca 3,6L IZY DECA	UN	1,0000	0,0000	(1,0000)	43,9900	43,6609	0,0000	43,9900	0,0000	(43,9900)	0,0000
0270 0028	Balcão Cozinha Resina Branco Gelo 1,20 x 0,50m BELLAPIA	UN	1,0000	0,0000	(1,0000)	76,6700	75,7988	0,0000	76,6700	0,0000	(76,6700)	0,0000
0250 5796	Barra Aço CA50 10,0 mm 3/8" com 12m	M	56,0000	0,0000	(56,0000)	3,7100	4,8904	0,0000	207,7600	0,0000	(207,7600)	0,0000
0250 5778	Barra Aço CA50 6,3 mm 1/4"	M	42,0000	0,0000	(42,0000)	1,5800	2,1490	0,0000	66,3600	0,0000	(66,3600)	0,0000
0020 2611	Bloco de Concreto 09 x 19 x 09cm (Seccionável) IF	UN	240,0000	0,0000	(240,0000)	0,8800	0,8784	0,0000	211,2000	0,0000	(211,2000)	0,0000
0020 2610	Bloco de Concreto 09 x 19 x 19cm (Meio Bloco) IF	UN	130,0000	0,0000	(130,0000)	1,0700	1,0665	0,0000	139,1000	0,0000	(139,1000)	0,0000
0020 2609	Bloco de Concreto 09 x 19 x 39cm (Inteiro) IF	UN	1.181,0000	0,0000	(1.181,0000)	1,7000	1,6886	0,0000	2.007,7000	0,0000	(2.007,7000)	0,0000
0020 2798	Bloco de Concreto Tipo "J" 09 x 19 x 19 x 10 cm IF	UN	161,0000	0,0000	(161,0000)	1,0700	1,0373	0,0000	172,2700	0,0000	(172,2700)	0,0000
0020 2710	Bloco em concreto tipo calha 9x19x39cm IF	UN	120,0000	0,0000	(120,0000)	1,7500	1,7448	0,0000	210,0000	0,0000	(210,0000)	0,0000
0180 6982	Bóia para caixa d' água latão 1/2" AMANCO / TIGRE / KRONA	UN	1,0000	0,0000	(1,0000)	9,8000	8,3916	0,0000	9,8000	0,0000	(9,8000)	0,0000
0260 0034	Brita n. 07 (TO)	TO	0,1400	0,0000	(0,1400)	45,0000	40,0000	0,0000	6,3000	0,0000	(6,3000)	0,0000
0260 0027	Brita n. 12 (TO)	TO	1,6600	0,0000	(1,6600)	45,0000	44,6154	0,0000	74,7000	0,0000	(74,7000)	0,0000
0190 0412	Bucha de redução esgoto longa PVC 50 x 40 mm AMANCO / TIGRE / KRONA	UN	1,0000	0,0000	(1,0000)	2,9400	1,6081	0,0000	2,9400	0,0000	(2,9400)	0,0000
0250 0036	Bucha Nº 8 para parafuso tipo gancho	UN	4,0000	0,0000	(4,0000)	0,2000	0,2250	0,0000	0,8000	0,0000	(0,8000)	0,0000
0200 1059	Bucha Zamak para eletroduto 1 1/4	UN	4,0000	0,0000	(4,0000)	3,7000	3,1811	0,0000	14,8000	0,0000	(14,8000)	0,0000
0200 0201	Bucha Zamak para eletroduto 3/4"	UN	1,0000	0,0000	(1,0000)	1,2500	1,5217	0,0000	1,2500	0,0000	(1,2500)	0,0000
0200 0830	Cabo flexível 1,5mm² 750V Azul	M	26,4000	0,0000	(26,4000)	0,9880	1,1000	0,0000	26,0832	0,0000	(26,0832)	0,0000
0200 0829	Cabo flexível 1,5mm² 750V Branco	M	35,1000	0,0000	(35,1000)	0,9880	1,1000	0,0000	34,6788	0,0000	(34,6788)	0,0000
0200 0828	Cabo flexível 1,5mm² 750V Preto/Vermelho/Amarelo	M	34,9000	0,0000	(34,9000)	0,9880	1,1000	0,0000	34,4812	0,0000	(34,4812)	0,0000
0200 0838	Cabo flexível 10,0mm² 750V Azul	M	12,5000	0,0000	(12,5000)	6,6895	7,5665	0,0000	83,6188	0,0000	(83,6188)	0,0000
0200 0837	Cabo flexível 10,0mm² 750V Preto/Vermelho/Amarelo	M	12,5000	0,0000	(12,5000)	6,6895	7,5665	0,0000	83,6188	0,0000	(83,6188)	0,0000

8.4 ANEXO 4

FICHA DE EXECUÇÃO DE SERVIÇOS				SERVIÇO: ALVENARIA	
Resp. Técnico	Tiago Barros			Data:	26/03/2021 Nº 103
EPI's/ EPC's				Kit de materiais	Equipamentos de campo
Fardamento	Toda execução	Protetor auricular	Corte de bloco e traço	Kit 6 - Elevação, impermeabilização, chapisco e laje - Alvenaria Kit 7 - Agregados - Alvenaria Kit 8 - Armação - Alvenaria Kit 9 - Elétrico e hidrossanitário - Alvenaria	Andaimes - Alvenaria
Capacete de Segurança	Toda execução	Óculos de Proteção	Corte de bloco e aço		Sarrafo para forma de laje do banheiro(12cm) de 1,59m
Touca arabe e protetor solar	Toda execução	Respirador descartável	Projeção de poeira		Estronca para escoramento 3m
Luva de nitrilon	Toda execução				Sarrafo para escoramento (9cm) 1m
Corda para escada	Amarrar com a alvenaria	Protetor de vergalhão	Pontas de aço		33 Formas para grauteamento 0,2 x 0,15 cm Gabaritos de vãos
RESULTADO ESPERADO					
Ter alvenaria com os vãos corretos, em esquadro, e com todos grautes preenchidos e armados (verga, contraverga, cinta e vertical)					
PONTOS CHAVE					
MARCAÇÃO					
<p>1º Verificar esquadro da laje medindo as diagonais e os lados do triângulo, marcar o esquadro da alvenaria partindo da quina de referência do radier segundo o projeto. Marcar o nível da alvenaria pelo ponto mais alto da laje dentro da casa para servir como nível da primeira fiada.</p> <p>2º Iniciar o assentamento dos blocos da primeira fiada externos, segundo o projeto (molhando a laje), garantindo uma espessura de junta horizontal entre 0,5 e 2 cm e vertical 1cm nos alinhamentos marcados com argamassa aditivada de impermeabilizante (duas primeiras fiadas), segundo a tabela de traços. Conferindo o nível, prumo(pela parte interna da casa) e esquadro.</p> <p>3º Marcação dos vergalhões segundo projeto, utilizando o centro do bloco como auxílio. Realizar perfuração dos pontos indicados no projeto com martelo(broca 12mm) com profundidade em 7cm. Preencher o furo com compound adesivo (2/3 do furo), inserir o aço no furo e realizar a fixação com auxílio de marreta.</p>					
ALVENARIA ESTRUTURAL					
<p>1º Iniciar o assentamento das demais fiadas, seguindo a modulação do projeto, com juntas verticais e horizontais de 1cm, fazer marcação dos vãos portas e garantir que as tubulações e eletrodutos estejam vedados. Fazer amarração das paredes com tela galvanizada em cada fiada. Colocando o prumo sempre na parte interna da casa. A junta vertical é aplicada com dois filetes de argamassa.</p> <p>2º Conferir no projeto os locais dos blocos especiais e elétricos em todas as elevações. E inserir os eletrodutos nos furos elétricos(vedando as extremidades), conforme a execução da parede. Chumbar as caixas elétricas.</p> <p>3º Não subir qualquer parede mais de 6 fiadas sem que essa parede esteja amarrada com outra. Nas empenas das paredes, efetuar cortes dos blocos para obtenção das inclinação indicadas, segundo a geometria do projeto.</p>					
Hidrossanitário					
<p>1º Na parede do banheiro na altura de 1,2m instalar o kit hidráulico, fazendo um rasgo horizontal nos blocos para encaixe kit, locar o kit segundo o projeto hidrossanitário, e colar os joelhos de 90º no final da alimentação no vaso e pia do banheiro nas janelas dos blocos hidráulicos. Grautear os pontos sanitários.</p> <p>2º Inserir tubo de ventilação, entrada de água e registro geral, na parede hidráulica estiver quase no fim da altura da parede fechando com fita crepe.</p> <p>3º Não pode ser feito rasgos na vertical e horizontal externos para eletrodutos e tubos.</p>					

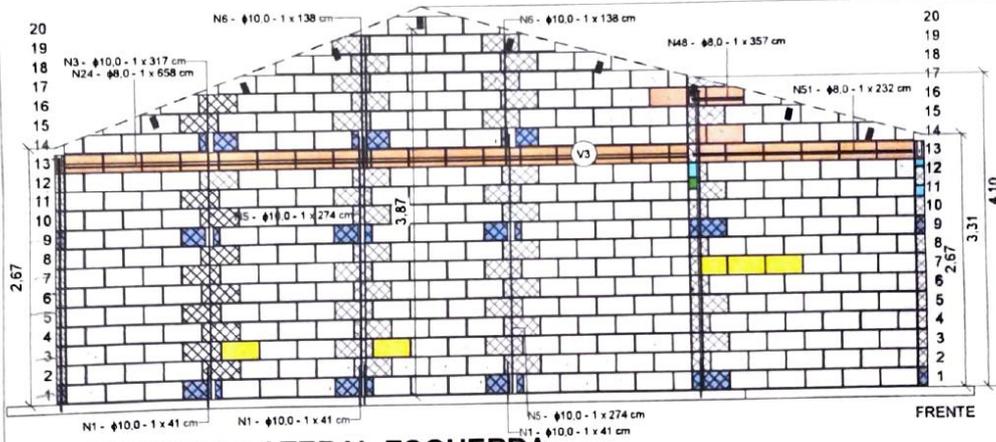
8.5 ANEXO 5





FACHADA LATERAL DIREITA

1
1 : 55



FACHADA LATERAL ESQUERDA

2
1 : 55

LEGENDA

CA		Bloco Canaleta	BI		Bloco Inspeção
BE		Bloco Elétrico	CG		Compensação de Graute
BG		Bloco Grauteado	BC		Bloco Cortado
BGP		Bloco Compensador	CG		Bloco Hidrosanitário
FG		Bloco com furo grauteado			

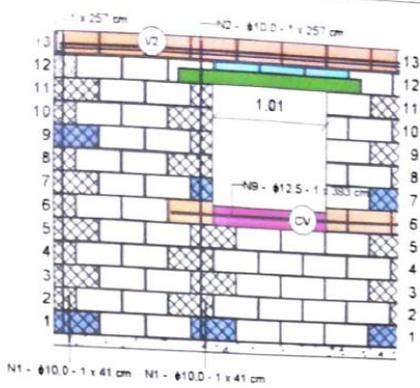
TIPOS DE ARMAÇÃO DA CANALETA

	CONTRAVERGA
	CINTA / VERGA 2
	VERGA PRÉMOLDADA

PROJETO EXECUTIVO DE BLOCOS ESTRUTURAIS

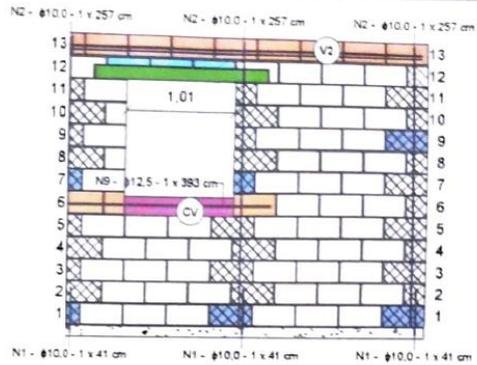
Obs.: Verificar número de Revisão do projeto, excluir vias impressas de versões obsoletas

y S.



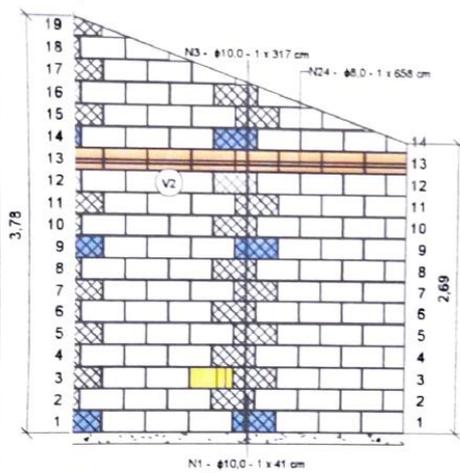
1 ELEVÇÃO 01

1 : 50



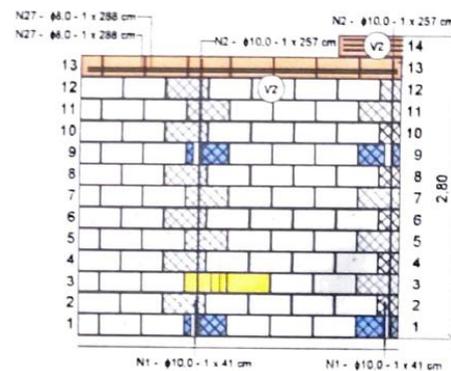
2 ELEVÇÃO 02

1 : 50



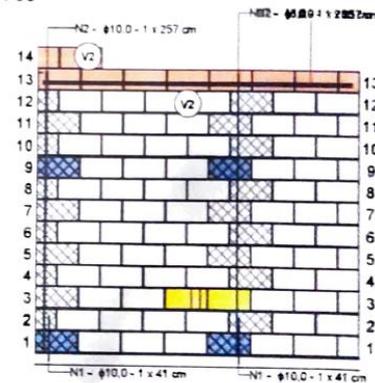
3 ELEVÇÃO 03

1 : 50



4 ELEVÇÃO 04

1 : 50



5 ELEVÇÃO 05

1 : 50

TIPOS DE ARMAÇÃO DA CANALETA		
CV	CONTRAVERGA	
V2	CINTA / VERGA 2	
FM	VERGA 3	

LEGENDA			
CA	Bloco Canaleta	BI	Bloco Inspeção
BE	Bloco Elétrico	CG	Compensação de Graute
BG	Bloco Grauteado	BC	Bloco Cortado
BCP	Bloco Compensador	CG	Bloco Hidroanitário
FG	Bloco com furo grauteado		

PROJETO EXECUTIVO DE BLOCOS ESTRUTURAIS

Obs.: Verificar número de Revisão do projeto, excluir vias impressas de versões obsoletas

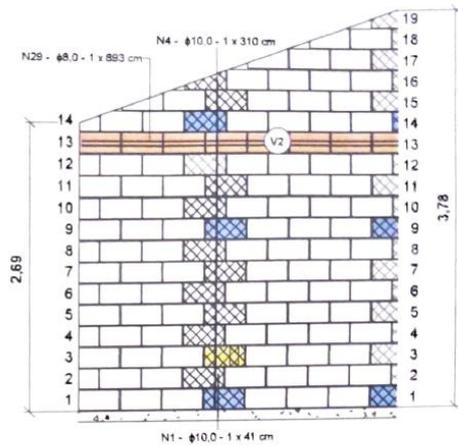
hony S.

LEGENDA

CA		Bloco Canaleta	BI		Bloco Inspeção
BE		Bloco Elétrico	CG		Compensação de Graute
BG		Bloco Grauteado	BC		Bloco Cortado
BCP		Bloco Compensador	CG		Bloco Hidrosanitário
FG		Bloco com furo grauteado			

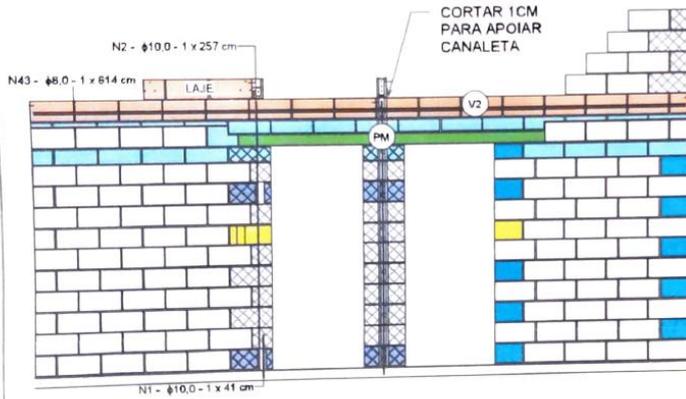
TIPOS DE ARMAÇÃO DA CANALETA

	CONTRAVERGA		CINTA / VERGA 2		VERGA 3
--	-------------	--	-----------------	--	---------



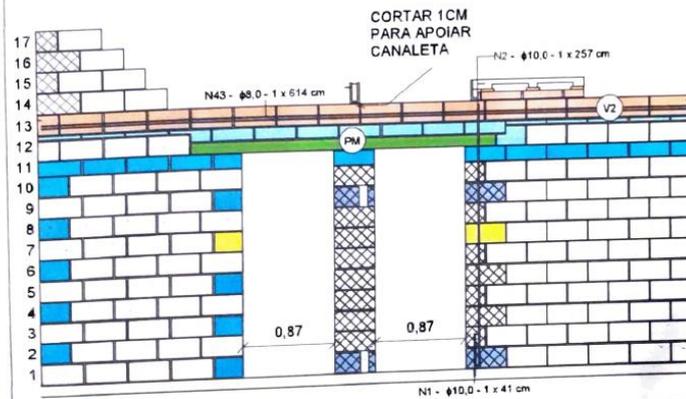
ELEVAÇÃO 06

1
1 : 50



ELEVAÇÃO 07

2
1 : 50

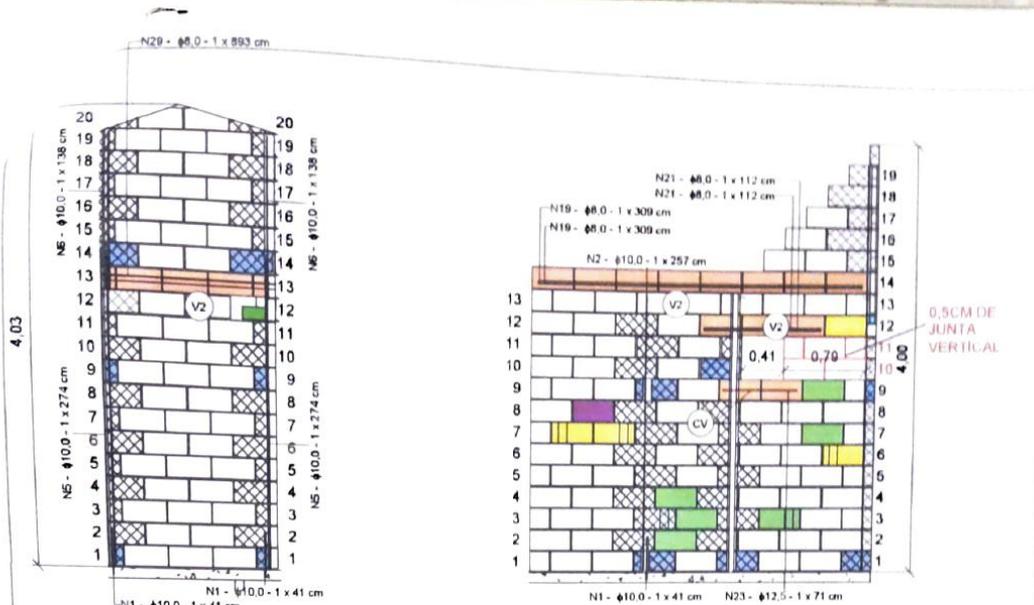


ELEVAÇÃO 08

3
1 : 50

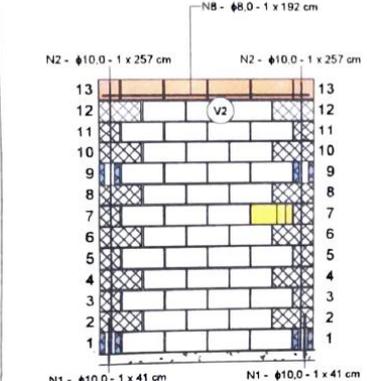
PROJETO EXECUTIVO DE BLOCOS ESTRUTURAIS

Obs.: Verificar número de Revisão do projeto, excluir vias impressas de versões obsoletas

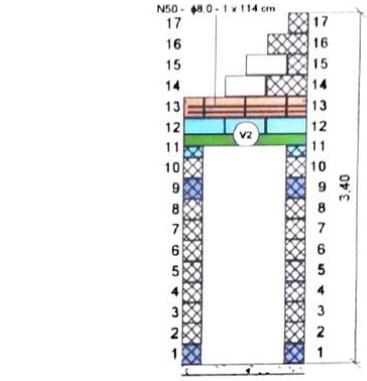


1 **ELEVÇÃO 13**
1 : 50

2 **ELEVÇÃO 14**
1 : 50



3 **ELEVÇÃO 15**
1 : 50



4 **ELEVÇÃO 16**
1 : 50

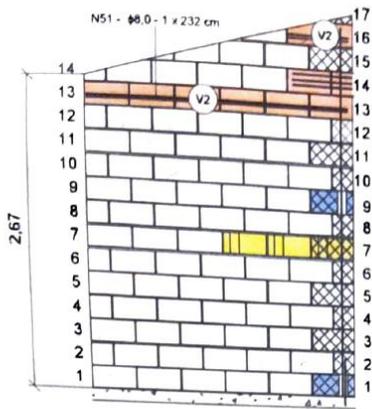
LEGENDA					
CA		Bloco Canaleta	BI		Bloco Inspeção
BE		Bloco Elétrico	CG		Compensação de Graute
BG		Bloco Grauteado	BC		Bloco Cortado
BCP		Bloco Compensador	CG		Bloco Hidrosanitário
FG		Bloco com furo grauteado			

TIPOS DE ARMAÇÃO DA CANALETA	
CV	CONTRAVERGA
V2	CINTA / VERGA 2
PM	VERGA PRÉMOLDADA

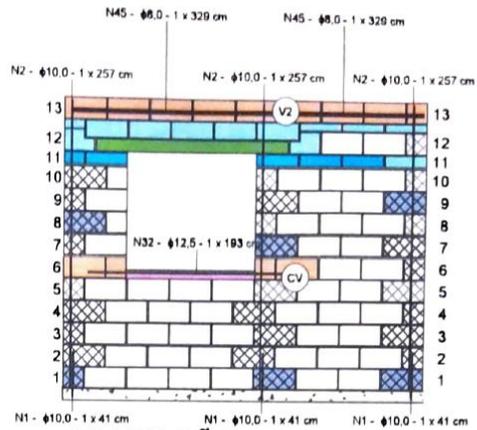
PROJETO EXECUTIVO DE BLOCOS ESTRUTURAIS

Obs.: Verificar número de Revisão do projeto, excluir vias impressas de versões obsoletas

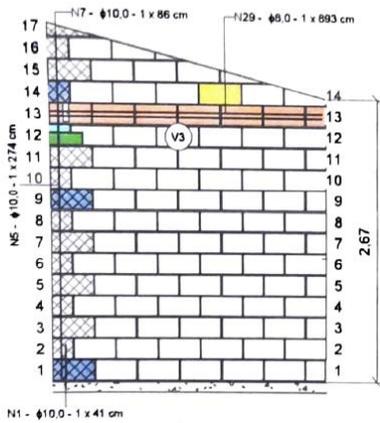
 ony S.



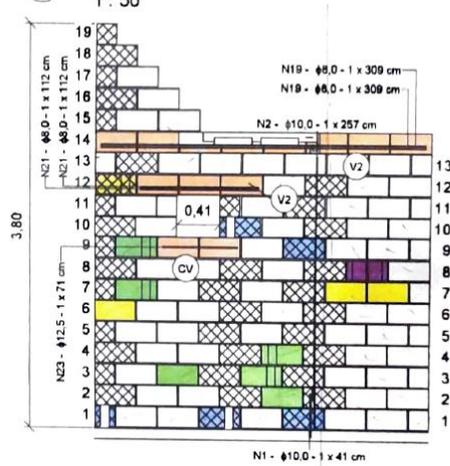
1 **ELEVAÇÃO 17**
1 : 50



2 **ELEVAÇÃO 18**
1 : 50



3 **ELEVAÇÃO 19**
1 : 50



4 **ELEVAÇÃO 20**
1 : 50

LEGENDA

CA		Bloco Canaleta	BI		Bloco Inspeção
BE		Bloco Elétrico	CG		Compensação de Graute
BG		Bloco Grauteado	BC		Bloco Cortado
BCP		Bloco Compensador	CG		Bloco Hidrosanitário
FG		Bloco com furo grauteado			

TIPOS DE ARMAÇÃO DA CANALETA

	CONTRAVERGA
	CINTA / VERGA 2
	VERGA PRÊMOLDADA

PROJETO EXECUTIVO DE BLOCOS ESTRUTURAIS

Obs.: Verificar número de Revisão do projeto, excluir vias impressas de versões obsoletas

ny S.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AJAYI, S. O.; OYEDELE, L. O. Waste-efficient materials procurement for construction projects: A structural equation modelling of critical success factors. **Waste Management**, v. 75, p. 60-69, 2018. DOI: 10.1016/j.wasman.2018.01.025

AJAYI, S. O.; OYEDELE, L. O., BILAL, M., AKINADE, O. O., ALAKA, H. A.; OWOLABI, H. A. Critical management practices influencing on-site waste minimization in construction projects. **Waste management**, v. 59, p. 330-339, 2017. DOI: 10.1016/j.wasman.2016.10.040

ALLWOOD, J. M.; ASHBY, M. F.; GUTOWSKI, T. G.; WORRELL, E. Material efficiency: A white paper. **Resources, conservation and recycling**, v. 55, n. 3, p. 362-381, 2011. DOI: 10.1016/j.resconrec.2010.11.002Ge

ALVES, F. S. Um estudo das startups no Brasil. 2013. 76 p. **Monografia** (Bacharelado em Ciências Econômicas). Faculdade de Economia da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

ANDRADE, L. A. S.. Uma proposta metodológica para a inspeção da qualidade em blocos cerâmicos para alvenaria em canteiros de obras. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico., 2002.

ARANTES, P. C. F. G. Lean Construction: filosofia e metodologias. 2008. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2020**. São Paulo, 2020. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em: 20 jan. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO - ABRECON. **Reciclagem de resíduos da construção e demolição no Brasil**. Disponível em: <http://abrecon.org.br>. Acesso em 05 mar. 2021.

ASSOCIAÇÃO DA INDÚSTRIA DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO E FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. **Perfil da cadeia da construção civil - 2019**. Disponível em: <http://www.abramat.org.br/datafiles/perfil-de-cadeia/laminaindicaadores-para-divulgaa-a-o-2020.pdf> Acesso em: 17 jan. 2021.

BALZANA FILHO; BORDEAUX-RÊGO. Uma análise da relação entre o retorno das ações do setor de construção civil brasileiro e indicadores macroeconômicos. **Engevista**, v. 16, n. 2, p. 137–151. DOI: 10.22409/engevista.v16i2.469

BEGUM, R. A.; SIWAR, C.; PEREIRA, J. J.; JAAFAR, A. H. A benefit–cost analysis on the economic feasibility of construction waste minimisation: the case of Malaysia. **Resources, conservation and recycling**, v. 48, n. 1, p. 86-98, 2006. DOI: 10.1016/j.resconrec.2006.01.004

BENACHIO, G. L. F.; FREITAS, M. C. D.; TAVARES, S. F.. Circular economy in the construction industry: A systematic literature review. **Journal of Cleaner Production**, v. 260, p. 121046, 2020. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.121046

BRASIL. Lei federal nº 14.118 de 12 de janeiro de 2021. Institui o Programa Casa Verde e Amarela. Diário Oficial da União. Brasília, DF: Presidência da República, 2021.

BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT - BRE. **BREEAM International New Construction 2016** - Technical Manual SD233 1.0. London: Building Research Establishment, 2016.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO - CBIC. **Posicionamento - Construção civil é a locomotiva do crescimento, com emprego e renda**. 10 mar de 2020. Disponível em: <https://cbic.org.br/posicionamento-cbic-construcao-civil-e-a-locomotiva-do-crescimento-com-emprego-e-renda/> Acesso em: 17 jan. 2021.

CADASTRO DE EMPREGADOS E DESEMPREGADOS - CAGED. **Cadastro de empregados e desempregados do setor da construção civil** - Ano base 2019 - Secretaria Especial de Previdência e Trabalho, 2020. Disponível: <http://pdet.mte.gov.br/aceso-online-as-bases-de-dados> Acesso em: 20 jan. 2021.

CAPELA, R. M. G. Sistemas integrados de gestão ambiente, qualidade e segurança: custos associados. 2014. **Dissertação** (Mestrado em Higiene e Segurança) - Escola Superior de Ciências Empresariais, Instituto Politécnico de Setúbal, Setúbal, 2014.

CARVAJAL-ARANGO, D.; BAHAMÓN-JARAMILLO, S.; ARISTIZÁBAL-MONSALVE, P.; VÁSQUEZ-HERNÁNDEZ, A.; BOTERO, L. F. B. Relationships between lean and sustainable construction: Positive impacts of lean practices over sustainability during construction phase. **Journal of Cleaner Production**, v. 234, p. 1322-1337, 2019. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.05.216

CICCULLO, F.; PERO, M.; CARIDI, M.; GOSLING, J.; PURVIS, L. Integrating the environmental and social sustainability pillars into the lean and agile supply chain management paradigms: A literature review and future research directions. **Journal of Cleaner Production**, v. 172, p. 2336-2350, 2018. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.11.176

CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL; PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE; MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE **Aspectos da Construção Sustentável no Brasil e Promoção de Políticas Públicas**. 2014. 111 p. Disponível em: <<http://www.cbcs.org.br/website/aspectos-construcao-sustentavel/show.asp?ppgCode=31E2524C-905E-4FC0-B784-118693813AC4>> Acesso em: 17 out. 2020.

CONTO, V.; DE OLIVEIRA, M. L.; RUPPENTHAL, J. E. Certificações ambientais: contribuição à sustentabilidade na construção civil no Brasil. **Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas**, v. 12, n. 4, p. 100-127, 2017.

DOS SANTOS SIMÃO, A.; ALCOFORADO, L. F.; LONGO, O. C.; DOS SANTOS, D. A., DOS SANTOS, F.; SILVA, A. D.; MENEZES, C. A. G.; MEIRELLES JÚNIOR, J.

C. M Impactos da indústria 4.0 na construção civil brasileira. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 10, p. 20130-20145, 2019. DOI: 10.34117/bjdv5n10-210

ELKINGTON, J. **Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business** Gabriola Island: New Society Publishers, 1998.

EUPHROSINO, C. A.; PIMENTEL, L. L., CAMARINI, G., ORTIGARA, Y. V. B., RUIZ, P. V.; FONTANINI, P. S. P. Mapeamento do processo produtivo e construtivo de alvenaria de tijolo de solo-cimento para habitação de interesse social. **Matéria (Rio de Janeiro)**, v. 24, n. 4, 2019.

FANIRAN, O. O.; CABAN, G. Minimizing waste on construction project sites. **Engineering, construction and architectural management**, v. 5, n. 2, p. 182-188, 1998. DOI: 10.1108/eb021073

FORMOSO, C. T. ; SOILBELMAN, L.; CESARE, C.; ISATTO, E. L. Material waste in building industry: main causes and prevention. **Journal of construction engineering and management**, v. 128, n. 4, p. 316-325, 2002. DOI: 10.1061/(ASCE)0733-9364(2002)128:4(316)

FORMOSO, C. T.; ISATTO, E. L.; HIROTA, E. H.. Method for waste control in the building industry. **Proceedings IGLC**. Berkeley: University of California, v. 7, 1999.

FORMOSO, C. T.; SOMMER, L., KOSKELA, L., ; ISATTO, E. L. The identification and analysis of making-do waste: insights from two Brazilian construction sites. **Ambiente Construído**, v. 17, p. 183-197, 2017. DOI: 10.1590/s1678-86212017000300170

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6 ed. São Paulo: Atlas. 2017

GOLZARPOOR, H.; GONZÁLEZ, V.; SHAHBAZPOUR, M.; O’SULLIVAN, M. An input-output simulation model for assessing production and environmental waste in construction. **Journal of cleaner production**, v. 143, p. 1094-1104, 2017. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.12.010

GOMES, J. H. D.; BITTENCOURT NETO, A. F. B., SALOMÃO, P. E. A.; SANTIAGO, A. N. O. Análise comparativa do sistema construtivo de alvenaria convencional e sistema construtivo de alvenaria estrutural em uma casa térrea em Teófilo Otoni. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro–Unipac**, v. 2178, p. 6925, 2018.

GONÇALVES, R. **Ciclo e tendência na construção civil**. Fundação Getúlio Vargas Projeto, Economia, 2015. Disponível em: https://fgvprojetos.fgv.br/sites/fgvprojetos.fgv.br/files/artigo_robson.pdf Acesso em: 22 jan. 2021.

GOUBRAN, S. On the role of construction in achieving the SDGs. **Journal of sustainability research**, v. 1, n. 2, 2019. DOI: 10.20900/jsr20190020

GREEN BUILDING CONCIL BRASIL - GBCB. **Estatuto do Green Building Council** – Brasil - GBC Brasil. 2016. Disponível em

http://www.gbcbrasil.org.br/pdf/Modelo_publicacao_site_05_07_2016.pdf. Acesso em: 19 jun. 2020.

HOLANDA, R. M. Avaliação do desperdício da argila nas indústrias da cerâmica vermelha e construção civil: estudo de caso nos municípios de Paudalho e Recife no Estado de Pernambuco. 2011. **Tese** (Doutorado em Recursos Naturais) - Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, 2011.

KEDIR, F.; HALL, D. M. Resource efficiency in industrialized housing construction—A systematic review of current performance and future opportunities. **Journal of Cleaner Production**, v. 286, p. 125443, 2021. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.125443

KHODEIR, L. M.; OTHMAN, R. Examining the interaction between lean and sustainability principles in the management process of AEC industry. **Ain Shams Engineering Journal**, v. 9, n. 4, p. 1627-1634, 2018. DOI: 10.1016/j.asej.2016.12.005

KOSKELA, L. **Application of the New Production Philosophy to Construction**, vol. 72, Stanford: Stanford University, 1992. Disponível em: <https://leanconstruction.wordpress.com/historico-lean-construction/> Acesso em: 22 set. 2020.

KOWALTOWSKI, D. A.; MUIANGA, E. A. D.; GRANJA, A. D.; MOREIRA, D. D. C.; BERNARDINI, S. P.; CASTRO, M. R. critical analysis of research of a mass-housing programme. **Building Research & Information**, v. 47, n. 6, p. 716-733, 2019. DOI: 10.1080/09613218.2018.145855

LI, J., YAO, Y., ZUO, J.; LI, J. Key policies to the development of construction and demolition waste recycling industry in China. **Waste Management**, v. 108, p. 137-143, 2020. DOI: 10.1016/j.wasman.2020.04.016

LIMA, S. F. S.; BULIGON, L. B., ZAMBONATO, B.; GRIGOLETTI, G. D. C. Sustainable construction management practices in a Brazilian medium-sized city. **Ambiente Construído**, v. 21, p. 329-342, 2021. DOI: 10.1590/s1678-86212021000400572

MALIK, SUMMAIRA; FATIMA, F., I.; A., CHUAH, L. F.; KLEMES, J. J.; KHALIG, I. H.; [...] & BOKHARI, A. Improved project control for sustainable development of construction sector to reduce environment risks. **Journal of Cleaner Production**, v. 240, p. 118214, 2019. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.118214

MARQUES, S. B.; BISSOLI-DALVI, M.; ALVAREZ, C. E. Políticas públicas em prol da sustentabilidade na construção civil em municípios brasileiros. **Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 10, p. 186-196, 2018. DOI: 10.1590/2175-3369.010.SUPL1.AO10

MARTÍNEZ-JURADO, P. J.; MOYANO-FUENTES, J. Lean management, supply chain management and sustainability: a literature review. **Journal of Cleaner Production**, v. 85, p. 134-150, 2014. DOI: 10.1016/j.jclepro.2013.09.042

MENEGAKI, M.; DAMIGOS, D. A review on current situation and challenge of construction and demolition waste management. **Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry**, v. 13, p. 8-15, 2018. DOI: /10.1016/j.cogsc.2018.02.010

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. **O PBQHP-H**. 2020. Disponível em: http://pbqp-h.mdr.gov.br/pbqp_apresentacao.php Acesso em: 20 dez. 2020.

MONTEIRO, S. Sair do papel. **Revista Conjuntura Econômica**, v. 74, n. 3, p. 38–46, 2020.

NEELY, A.; RICHARDS, H.; MILLS, J.; PLATTS, K.; BOURNE, M. Designing performance measures: a structured approach. **International journal of operations & Production management**, v. 17, n. 11, p. 1131-1152, 1996. DOI: 10.1108/01443579710177888

NUÑEZ-CACHO, P; GÓRECKI, J. MOLINA-MORENO, V.; CORPAS-IGLESIAS, F. A. What gets measured, gets done: Development of a circular economy measurement scale for building industry. **Sustainability**, v. 10, n. 7, p. 2340, 2018. DOI: 10.3390/su10072340

OGUNMAKINDE, O. E.; EGBELAKIN, T.; SHER, W. Contributions of the circular economy to the UN sustainable development goals through sustainable construction. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 178, p. 106023, 2022. DOI: 10.1016/j.resconrec.2021.106023

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção**: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Productivity, 1997.

OLIVEIRA, André Gustavo. Crescimento urbano versus urbanidade: Estudos sintáticos da espacialidade de Caruaru-PE. 2016. **Dissertação** (Mestrado em Desenvolvimento Urbano) Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, 2016.

PENG, W.; PHENG, L. S. Lean production, value chain and sustainability in precast concrete factory—a case study in Singapore. **Lean Construction Journal**, v. 2010, p. 92-109, 2011.

PEREIRA, R. H. M., NADALIN, V. G., GONÇALVES, C. N.,; NASCIMENTO, I. F. **Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis**: o que mostra o retrato do Brasil? IPEA: Brasília, 2019.

SANTOS, D.R.; BEZERRA, J.S.; SILVA, D.S.; LORDSLEEM JÚNIOR, A.C.; MELHADO, S.B. Impacto do projeto de alvenaria na geração de resíduos de construção civil: estudo de caso. *In: Anais [...]* IV Simpósio Brasileiro da Qualidade do Projeto no Ambiente Construído. Viçosa, 2015. DOI:10.18540/2176-4549.6051

SEROR, N.; PORTNOV, B. A. Estimating the effectiveness of different environmental law enforcement policies on illegal C&D waste dumping in Israel. **Waste Management**, v. 102, 241-248, 2020. DOI: 10.1016/j.wasman.2019.10.043

SHINGO, S. **Sistema Toyota de Produção** – do ponto de vista da Engenharia de Produção. Porto Alegre, Editora Bookman, 1996.

SILVA, C. A. M., MORAIS, J. M. P.; BARBOZA, E. N.; SILVA, E. M.; OLIVEIRA, B. B.; SOUZA, B.

J. H. A. Gestão da qualidade na construção civil: Análise do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no habitat em Juazeiro do Norte, Ceará. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i7.4962

SISTEMA IBGE DE RECUPERAÇÃO AUTOMÁTICA DE INDICADORES - SIDRA/IBGE. **Produto Interno Bruto dos municípios**. 2018. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pib-munic/tabelas> Acesso em: 12 jan. 2022.

THERY, H. Novas paisagens urbana do Programa Minha Casa, Minha Vida. **Mercator, Fortaleza**, v. 16, e16002, p. 1-14, 2017. DOI: DOI: 10.4215/rm2017.e16002

THOMAS, N. I. R.; COSTA, D. B. Adoption of environmental practices on construction sites. **Ambiente Construído**, v. 17, p. 9-24, 2017. DOI: 10.1590/s1678-86212017000400182

UNITED NATIONS. **The sustainable development goals report**. New York: United Nations, 2015. Disponível em :<<https://undocs.org/>> Acesso em: 16 de mai de 2020.

VERDÉLIO, A. **Governo lança Programa Casa Verde e Amarela**. Agência Brasil. Brasília, 25 ago. 2019. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2020-08/governo-lanca-programa-casa-verde-e-amarela>> Acesso em: 01 jul. 2020.

VIEIRA, B. A.; NOGUEIRA, L. Construção civil: crescimento versus custos de produção civil. **Sistemas & Gestão**, v. 13, n. 3, p. 366-377, 2018. DOI: 10.20985/1980-5160.2018.v13n3.1419

WANG, J.; LI, Z.; TAM, V. W. Y. Identifying best design strategies for construction waste minimization. **Journal of cleaner production**, v. 92, p. 237-247, 2015. DOI: 10.1016/j.jclepro.2014.12.076

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

ZEULE, L. O.; SERRA, S. M. B.; TEIXEIRA, J. M. C.. Model for sustainability implementation and measurement in construction sites. **Environmental Quality Management**, v. 29, n. 2, p. 67-75, 2019. DOI: 10.1002/tqem.21666