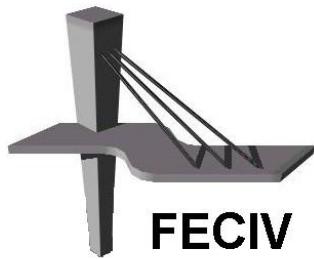


DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**IMPLICAÇÕES DA ADOÇÃO DE PROCESSOS
CONSTRUTIVOS TRADICIONAIS NA PRODUÇÃO
DE HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL EM
LARGA ESCALA**

VANESSA ROSA PEREIRA FIDELIS

UBERLÂNDIA, 9 DE DEZEMBRO DE 2011



FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL
Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil



Vanessa Rosa Pereira Fidelis

**IMPLICAÇÕES DA ADOÇÃO DE PROCESSOS CONSTRUTIVOS
TRADICIONAIS NA PRODUÇÃO
DE HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL EM
LARGA ESCALA**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos para a obtenção do título de **Mestre em Engenharia Civil**

Orientador: Prof. Dr. João Fernando Dias

Co-Orientador: Prof. Dr. Antônio de Paulo Peruzzi

Uberlândia, 9 de Dezembro de 2011

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU , MG, Brasil

F451i Fidelis, Vanessa Rosa Pereira, 1974-

Implicações da adoção de processos construtivos tradicionais na produção de habitações de interesse social em larga escala / Vanessa Rosa Pereira Fidelis.- 2012.

100 f. : il.

Orientador: João Fernando Dias.

Co-orientador: Antônio de Paulo Peruzzi.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.

Inclui bibliografia.

1. Engenharia civil - Teses. 2. Habitação popular - Teses. 3. Construção - Desempenho - Teses. 4. Construção civil - Controle de qualidade - Teses. I. Dias, João Fernando. II. Peruzzi, Antônio de Paulo. III. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. IV. Título.

CDU: 624



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL



ATA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO ACADÊMICO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

ATA Nº: 086/2011

CANDIDATA: Vanessa Rosa Pereira Fidelis

ORIENTADOR: Prof. Dr. João Fernando Dias

TÍTULO: "Implicações da adoção de processos construtivos tradicionais na produção de habitações de interesse social em larga escala"

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Estruturas e Construção Civil

LINHA DE PESQUISA: Construção Civil

DATA DA DEFESA: 09 de dezembro de 2011

LOCAL: Sala de Projeção Prof. Celso Franco de Gouveia

HORÁRIO DE INÍCIO E TÉRMINO DA DEFESA: 14:30 - 19:00h

Após avaliação do documento escrito, da exposição oral e das respostas às arguições, os membros da Banca Examinadora decidem que a candidata foi:

() APROVADA

() REPROVADA

OBS:

Na forma regulamentar, foi lavrada a presente ata que está assinada pelos membros da Banca:

Professor Orientador: **Prof. Dr. João Fernando Dias – FECIV/UFU**

Membro externo: **Prof.ª Dr.ª Tatiana Gondim do Amaral – UFG**

Membro: **Prof. Dr. Dogmar Antonio de Souza Junior – FECIV/UFU**

Uberlândia, 09 de Dezembro de 2011.

*Ao Senhor Jesus que me concedeu esta oportunidade,
ao meu esposo, à minha filha, aos meus pais e ao meu
avô João Rosa que se estivesse aqui estaria orgulhoso.*

A GRADECIMENTOS

Agradeço ao meu esposo Walter que sempre me incentivou e me apoiou.

À minha filha Ana Luísa que suportou minha ausência em todos os momentos necessários, chorando ou sorrindo.

Aos meus pais pelas orações e por ter cuidado da Ana Luísa em todos os momentos que precisei.

Agradeço a todos os meus amigos, amigas, irmãos e irmãs na fé, pela compreensão com minhas ausências nos encontros, jantares e reuniões.

Ao meu orientador, Prof. Dr. João Fernando, pelo apoio e valorização de minhas idéias.

Ao co-orientador Prof. Dr. Antônio de Paula Peruzzi que me direcionou na finalização.

À Profa. Dra. Tatiana Gondim do Amaral que, mesmo distante, não me deixou desistir.

À Sueli Maria Vidal da Silva pelo apoio junto à secretaria da Pós-Graduação da FECIV

À Universidade Federal de Uberlândia e à Faculdade de Engenharia Civil, que forneceram o apoio necessário à realização desse trabalho.

Enfim, obrigada, pois foi um período intenso, mas vitorioso.

Fidelis, V. R. P. Implicações da adoção de processos construtivos tradicionais na produção de habitações de interesse social em larga escala. 100 p. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, 2011

RESUMO

Em meados dos anos sessenta, houve um *boom* na construção civil e naquele momento pôde-se observar um aumento considerável nas atividades do setor. Do mesmo modo, atualmente presencia-se um período importante da construção civil no Brasil, no qual uma grande quantidade de recursos foi liberada pelo Governo Federal, o que permitiu a construção em larga escala, em todo o território nacional, principalmente das Habitações de Interesse Social (HIS). Esse panorama mostrou que os métodos construtivos precisaram ser aprimorados para o cumprimento dos cronogramas, o aperfeiçoamento da qualidade e a redução do impacto ambiental. Entretanto, assim como em décadas anteriores, a maioria dos sistemas adotados no Brasil ainda refere-se a processos tradicionais de construção e, segundo definido pela CAIXA são chamados de processos convencionais, ou seja, executados com sistemas construtivos que já possuem normalização. Na região do Triângulo Mineiro não é diferente, a maior parte das construções de HIS referem-se à forma convencional, executados com estruturas e fundações em concreto armado, alvenarias de vedação de blocos cerâmicos, revestimentos argamassados em camada única e estruturas de coberturas em madeira e telhas cerâmicas. O fato é que os sistemas convencionais, normalmente possuem uma série de deficiências relacionadas à concepção do produto, ao detalhamento insuficiente de projetos e da grande dependência do conhecimento da mão de obra que executa os serviços. A dificuldade de padronização é inerente, juntamente com o alto grau de utilização de mão de obra e o consequente pequeno nível de mecanização; a má qualidade de alguns materiais, principalmente aqueles fruto de extração direta da natureza; e, sobretudo os projetos incompletos e a inexistência de planejamentos, não permitem que, na prática, a construção civil seja executada de forma racionalizada. Deste modo, questiona-se porque a maioria das empresas construtoras de HIS optam por processos tradicionais de construção, mesmo sabendo que é necessário atingir uma produção mais sustentável ambientalmente, aumentar a qualidade e a produtividade na construção. Assim, torna-se necessário, além da busca pela implantação de processos construtivos não-convencionais, voltar a atenção para a melhoria da qualidade e elevação do grau de industrialização dos processos construtivos tradicionais, que continuam representando grande parcela do mercado. Diante desta demanda, o presente trabalho apresenta a análise das implicações da adoção de tais processos na execução de HIS em larga escala, por meio da análise de projetos, procedimentos e perdas no processo produtivo de um empreendimento de habitações térreas executado na cidade de Uberlândia, com foco na racionalização para obtenção de melhores resultados na qualidade e menor geração de resíduos.

Palavras-chave: Construção Civil, Processos Construtivos Tradicionais, Perdas, HIS.

Fidelis, V. R. P. Implications in the adoption of traditional constructive processes in the production of social interest dwellings in large scale. 100 pp. Master's Degree Dissertation, Civil Engineer College, Federal University of Uberlândia, 2011

ABSTRACT

In the mid-sixties there was a boom in civil construction and at that moment it was possible to observe a considerable increase in the activities in this area. Similarly, we currently witness an important period in civil construction in Brazil, in which a great amount of investment was made by the Federal Government, allowing the construction of large-scale in all the national territory, principally of the Social Interest Dwellings (SID). This overview demonstrated that the constructive methods have to be developed for the completion of the chronograms, the improving of the quality and the reduction of environmental impact. However, as well as in previous decades, great part of the systems adopted in Brazil still refer to traditional construction processes and, according to what was determined by CAIXA, they are called conventional processes, that is, performed with constructive systems that have already been regulated. In the Triângulo Mineiro region is not different, great part of the constructions of the SID refer to the conventional way, executed with structures and foundations in reinforced concrete, ceramic blocks of masonry sealing, mortared coating in a single layer and wood covering structures with ceramic tiles. The point is that the conventional systems normally have a series of deficiencies related to the conception of the product, the insufficient project detailing and the enormous dependency on the knowledge of the labor execution workers. The pattern establishing is clearly difficult, together with the high level of labor using and the consequent low level of mechanization; the bad quality of some materials, principally the ones resulted from the direct nature extraction; and mostly, the incomplete projects and the inexistence of planning, do not permit the civil construction to be executed, practically speaking, in a rational way. Therefore, the reason why so many companies that construct the SID choose the traditional processes is questioned, even knowing that it is necessary to reach a more sustainable production in terms of the environment, increase the quality and the productivity in construction. This way, it is necessary to turn the attention to the improvement of quality and the rising of the industrialization level of the traditional constructive processes, which still represent a great part of the market, as well as the search of implementation of non-conventional constructive processes. Due to this demand, this work presents the analysis of the implications of adopting such processes in the execution of the SID in large scale, through the analysis of projects, procedures and losses in the productive process of a one-story-dwellings enterprise, executed in the city of Uberlândia, aiming the rationalization to obtain better results in quality and less generation of waste.

Keywords: Civil Construction, Traditional Constructive Processes, Losses, SID.

FIGURAS, QUADROS, TABELAS, GRÁFICOS, ABREVIATURAS E SIGLAS

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Formas metálicas para produção de paredes de concreto	13
Figura 2 – Blocos cerâmicos justapostos na pista da fábrica	14
Figura 3 – Içamento e posicionamento de painel pré-fabricado.....	15
Figura 4 – Unidade Habitacional montada com os painéis pré-fabricados	15
Figura 5 – Estrutura de obra residencial com <i>Steel Frame</i>	15
Figura 6 – Esquema das fases e atividades do desenvolvimento de projeto	21
Figura 7 – Tabela de quantitativo de materiais analisados	36
Figura 8 – Procedimento para levantamento das perdas no processo produtivo	37
Figura 9 – Planta baixa da UH de 2 dormitórios 60m ² (sem escala).....	41
Figura 10 – Corte BB da planta baixa da UH de 2 dormitórios (sem escala)	42
Figura 11 – Fachada frontal da UH (sem escala)	42
Figura 12 – Planta baixa da UH de 3 dormitórios – 60 m ² (sem escala).....	43
Figura 13 – Corte AA da UH de 3 dormitórios	44
Figura 14 – Cobertura da UH de 2 dormitórios (sem escala).....	45
Figura 15 – Cobertura da UH de 3 dormitórios (sem escala).....	45
Figura 16 – Esquema de atividades observado na empresa.....	47
Figura 17 – Croqui do muro de arrimo.....	51
Figura 18 – Forma de vigas baldrames geral (sem escala).....	52
Figura 19 – Detalhamento de pilares e vigas baldrame	53
Figura 20 – Detalhamento de estacas manuais (sem escala)	53
Figura 21 – Detalhamento de viga de respaldo e lajes (sem escala)	53
Figura 22 – Planta baixa 47,52 m ²	60

Figura 23 – Armazenamento de cimento, cal e argamassa colante	65
Figura 24 – Estoque de brita e areia na central de concreto	66
Figura 25 – Local de Produção de Concreto	67
Figura 26 – Local de produção de argamassa.....	67
Figura 27 – Caçamba para estoque da argamassa pronta	71
Figura 28 – Exemplos de Vergas e Contravergas produzidas em canteiro	72
Figura 29 – <i>Kits</i> de instalações de esgoto para unidades térreas	85
Figura 30 – Esquema proposto pela autora	87

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Fases e etapas de um empreendimento habitacional	27
Quadro 2 - Indicadores de perdas de materiais por serviço.....	30
Quadro 3 – Materiais analisados em relação aos serviços executados.....	38
Quadro 4 – Características das Unidades Habitacionais	41
Quadro 5 – Esquadrias da Unidade Habitacional de 3 dormitórios	44
Quadro 6 – Comparativo de áreas e consumo de placas cerâmicas para a UH de 50 m ²	61
Quadro 7 – Comparativo de áreas de revestimento de piso da unidade habitacional analisada e unidade habitacional proposta.....	61
Quadro 8 - Comparativo de áreas de revestimento de parede da unidade habitacional analisada e unidade habitacional proposta.....	62
Quadro 9 – Custo da argamassa produzida em obra	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Demonstrativo de consumo de cimento por tipo de serviço na produção de concreto	74
Tabela 2 – Demonstrativo de consumo de cimento por tipo de serviço na produção de argamassa.....	75
Tabela 3 – Demonstrativo de consumo de cal por tipo de serviço	77
Tabela 4 - Demonstrativo de consumo de agregados por tipo de serviço	79
Tabela 5 - Demonstrativo de consumo de aço por tipo de serviço.....	81
Tabela 6 - Demonstrativo de consumo de blocos cerâmicos por tipo de serviço.....	82
Tabela 7 - Demonstrativo de consumo de telha cerâmica por tipo de serviço	83

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Índice de perdas de Cimento Portland na produção do concreto das fundações, pilares, lajes, vergas, contravergas e passeios	74
Gráfico 2 – Índice de perdas de Cimento Portland na produção de argamassa para revestimento e assentamento de alvenaria de blocos cerâmicos de vedação	76
Gráfico 3 – Índice de perdas de Cal Hidratada na produção de argamassa para revestimento e assentamento de alvenaria de blocos cerâmicos de vedação	77
Gráfico 4 – Índice de perdas de agregado graúdo	79
Gráfico 5 - Índice de perdas de agregado miúdo.....	80
Gráfico 6 – Índice de perdas de aço	81
Gráfico 7 – Índice de perdas de bloco cerâmico	82
Gráfico 8 – Índice de perdas de telhas cerâmicas.....	83

ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABPC	Associação Brasileira de Produtores de Cal
CAIXA	Caixa Econômica Federal
CBB	Centro Cerâmico Brasileiro
DATec	Documento de Avaliação Técnica
HIS	Habitação de Interesse Social
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
ITA	Instituições Técnicas Avaliadoras
NBR	Norma Brasileira
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PBQP-H	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat
PGRCC	Programa de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil
PMCMV	Programa Minha Casa Minha Vida
REDUR	Representação de Desenvolvimento Urbano
RSN-GOVERNO/UB	Regionais de Sustentação de Negócio-Governo/Uberlândia
SIAC	Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil
SINAT	Sistema Nacional de Avaliações Técnicas
UH	Unidade Habitacional

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO	1
1.1 UM BREVE HISTÓRICO DA BUSCA PELA RACIONALIZAÇÃO E INDUSTRIALIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL	1
1.2 JUSTIFICATIVA	5
1.3 OBJETIVOS	7
1.3.1 Objetivo Geral	7
1.3.2 Objetivo Específico	8
1.4 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO	8
CAPÍTULO 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
2.1 HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL	9
2.2 SISTEMAS CONSTRUTIVOS e HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL.....	10
2.2.1 Sistemas construtivos tradicionais	10
2.2.2 Sistemas construtivos não convencionais	11
2.2.3 Desempenho dos sistemas construtivos	15
2.2.4 Definições usadas nessa dissertação	17
2.3 O PROCESSO DE PROJETO DE EDIFICAÇÕES	19
2.3.1 A importância do processo de projeto e a racionalização construtiva	22
2.4 O IMPACTO AMBIENTAL GERADO PELA CONSTRUÇÃO CIVIL	24
2.4.1 Preâmbulo	24
2.4.2 Perdas.....	25
2.5 PLANEJAMENTO E CONSTRUÇÃO DA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL	27
2.6 OS VÁRIOS NÍVEIS DE INDUSTRIALIZAÇÃO NOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS	29
CAPÍTULO 3 METODOLOGIA	34
3.1 LEVANTAMENTO DE DADOS	34
3.2 REGISTROS EM ARQUIVOS	34
3.3 OBSERVAÇÕES DIRETAS NÃO PARTICIPANTES	35
3.4 ENTREVISTAS	36
3.5 CÁLCULO DE PERDAS.....	38
CAPÍTULO 4 ANÁLISE DE DADOS E DISCUSSÃO DE RESULTADOS	40

4.1 CARACTERIZAÇÃO	40
4.1.1 Da Empresa Construtora	40
4.1.2 Do Empreendimento Analisado	40
4.2 ANÁLISE DOS PROJETOS	46
4.2.1 Projeto Arquitetônico	46
4.2.2 Projeto Estrutural	50
4.2.3 Projeto de Instalações Hidráulicas	54
4.2.4 Demais projetos do produto	54
4.2.5 Compatibilização dos projetos	55
4.2.6 Compatibilidade dos projetos com o memorial descritivo	57
4.2.7 Especificação de materiais	57
4.2.8 Detalhamento de projetos	59
4.3 EXECUÇÃO DA OBRA.....	63
4.3.1 <i>Layout</i> do canteiro	63
4.3.2 Gestão de Materiais	64
4.3.2.1 Recebimento de Materiais	64
4.3.2.2 Armazenamento de Materiais	64
4.3.3 Execução de serviços	66
4.3.4 Argamassa e concreto usinados	69
4.3.5 Execução de vergas e contravergas premoldadas	71
4.4 CÁLCULO DAS PERDAS	72
4.4.1 Cimento	72
4.4.2 Cal.....	76
4.4.3 Agregados.....	78
4.4.4 Aço.....	80
4.4.5 Blocos cerâmicos	81
4.4.6 Telhas cerâmicas.....	82
4.5 DIRETRIZES PARA A PRODUÇÃO RACIONALIZADA	84
4.5.1 Gestão dos materiais	84
4.5.2 Gestão da mão de obra.....	85
4.5.3 Gestão do processo	86
CAPÍTULO 5 CONCLUSÃO	88
REFERÊNCIAS	91
ANEXOS	96

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 UM BREVE HISTÓRICO DA BUSCA PELA RACIONALIZAÇÃO E INDUSTRIALIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Em meados dos anos sessenta, houve um *boom* na construção civil, devido às facilidades de financiamento a partir da criação do Sistema Financeiro de Habitação (SFH), constituído pelo Banco Nacional de Habitação (BNH) (VERSIANI e SUZIGAN, 1990). Naquele momento pôde-se observar um aumento considerável nas atividades do setor semelhante ao que se presencia atualmente. Ainda, naquela ocasião, não havia a devida capacitação dos profissionais envolvidos na produção, pois a mão de obra empregada na construção civil aprendia as atividades específicas de sua função na prática, e os processos executados tinham pouca dependência das máquinas.

Já em 1962, Teodoro Rosso, Engenheiro Civil, defendendo a necessidade de industrialização do setor, afirmou que não era possível encontrar resultados satisfatórios da produção da mão de obra, mesmo nos países onde se transmitia o ofício de pedreiro de pai para filho. Segundo o autor, o “eterno problema da mão de obra” estaria relacionado ao baixo rendimento de “classes sacrificadas, pessoas que se deslocaram de seu habitat natural, e, por isso, socialmente desajustados” (ROSSO, 1962).

Rosso (1962) afirmava que a construção tradicional possuía uma deficiência relacionada ao controle e observância dos cronogramas, associada à deficiência dos projetos, ao empirismo, à intervenção de leigos e ao grande número de improvisações geradas no

canteiro de obras. Diante do diagnóstico, o autor identificou que a industrialização seria o melhor caminho para as soluções de problemas relacionados à mão de obra, tempo de execução e desperdícios, que resultavam no baixo nível de qualidade do produto final.

Nos anos seguintes a necessidade de racionalização do processo produtivo na construção civil perdurou e, a cada pico de demanda por construções vivido pelo país desde a década de 60, esse imperativo tem se tornado mais evidente.

Nos anos 70, com a construção de Brasília surgiram as “Habitações Coletivas”, projetadas pelo arquiteto Oscar Niemeyer como forma de enfrentar, em grande escala, o problema habitacional do local (HABITAÇÕES..., 1970). Na busca de industrialização no setor, os blocos de concreto estruturais foram normalizados pela ABNT EB-959, vislumbrava-se então o potencial do bloco na racionalização do processo construtivo.

Entre 1975 e 1980 o número de habitações financiadas pela Companhia de Habitação (COHAB) atingiu 749.911, mas as construções fomentadas a partir de pequenas poupanças acumuladas continuaram sendo as principais responsáveis pela produção de habitações para a classe de baixa renda. O mutirão, a autoconstrução e a empreitada foram os principais responsáveis pela redução do *déficit* habitacional naquela ocasião (MATOS, 1984), pois não havia método construtivo industrializado que auxiliasse na minimização desse déficit na velocidade que o mercado requeria.

Na década de 90 perduraram as discussões sobre industrialização. A racionalização tornou-se uma questão urgente, mas como a qualidade da mão de obra não permitiu atingir níveis aceitáveis para a produção racionalizada, as empresas começaram a utilizar o canteiro de obras para a qualificação da mão de obra, representando mais uma tentativa de suprir a distância entre a produção artesanal na obra e um processo racionalizado.

Ainda nos anos 90 a racionalização na construção e a introdução de inovações tecnológicas nos processos construtivos atingiram um nível intenso no auge da Encol, uma empresa brasileira de construção, atuante principalmente no mercado de edificações residenciais, que chegou a construir 659 empreendimentos simultâneos pelo país e contar com cerca de 25 mil trabalhadores. Esses avanços foram possíveis por meio da assinatura de convênios

entre a empresa e instituições de ensino superior como a Escola Politécnica e a EESC da Universidade de São Paulo, Universidade Federal de São Carlos e o IPT (SOUZA P. P., 2010). Muitos dos avanços tecnológicos obtidos com essa parceria são adotados pelas empresas do setor de edificações ainda hoje, como sistemas de cimbramento, laje zero e portas-prontas.

Os anos 2000 foram marcados por uma mudança no porte das empresas atuantes no mercado de construções, rumo a uma concentração maior de empresas que se impuseram nacionalmente por meio de uma administração mais profissionalizada. O foco delas estava voltado para a adoção de procedimentos que reduzissem custos e prazos, o que as permitiu contornar a queda da margem de lucro frente a um mercado mais exigente e competitivo, consequentemente se destacando das demais.

Outra mudança que pôde ser vislumbrada após o ano 2000, foi a abertura do capital de muitas empresas na bolsa de valores, o que representou um novo paradigma para sua administração. Também teve início uma tendência, que ainda pode ser observada no mercado, que é a instalação de empresas de construção estrangeiras no país ou a associação entre elas com empresas brasileiras de destaque. Como consequência positiva, além da profissionalização administrativa já citada, criou-se uma oportunidade para que o meio produtivo assimilasse as técnicas e os procedimentos já consolidados nos países de origem dessas empresas, representando maior avanço tecnológico no setor.

Nesse novo período de crescimento que a indústria da construção civil no Brasil vem experimentando, a preocupação com a qualidade do produto construído ganhou novo impulso por meio do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat (PBQP-H) criado em 1991 e reformulado em 1996. Com conceitos de qualidade, gestão e organização da produção, o PBQP-H¹ é utilizado como um instrumento do Governo Federal para cumprimento dos compromissos firmados pelo Brasil com a assinatura da Carta de Istambul (Conferência do Habitat II/1996). Tem como meta a organização do setor da construção civil em torno de duas questões principais: a melhoria da qualidade do habitat e a modernização produtiva (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2010).

¹ O PBQP-H foi instituído em 1998 por meio da portaria 134 do Ministério de Planejamento e Orçamento.

Com isso, as empresas construtoras começaram a buscar a certificação segundo as normas do programa, sem a qual não teriam acesso às linhas de financiamento junto à Caixa Econômica Federal (CAIXA), que é o maior agente financiador do mercado nacional de edificações e, portanto, não seria possível permanecerem no mercado aquecido e competitivo. Ademais, a necessidade de obtenção de qualidade nas construções encontra-se atrelada à urgência de ações que minimizem os impactos ambientais.

Em se tratando de impactos ambientais, Cassa *et al.* (2001) identificaram que nenhuma sociedade atingiria o desenvolvimento sustentável sem que a base – a construção civil –, fosse intensamente transformada. Segundo os autores, a cadeia produtiva da construção civil, ou *construbusiness*, em todas as etapas do processo, apresenta impactos ambientais relevantes, a saber: grande extração de matérias-primas fruto de fontes não renováveis, processamento de materiais que requerem o consumo de muita energia e emitem grande quantidade de poluentes, processo produtivo com muitas perdas e baixa eficiência, produtos cujo uso não é otimizado.

Assim, se, atualmente, a preocupação da sociedade tem sido buscar formas de tornar o desenvolvimento mais sustentável, deve-se priorizar o aperfeiçoamento dos processos produtivos da construção civil, elevando o nível das construções em todas as etapas, tornando-os mais eficientes.

Tem-se novamente a construção civil como detentora de grande parcela de responsabilidade relacionada à sustentabilidade mundial e, por isso, com o aumento do número de construções, essa preocupação cresce consideravelmente. Souza V. B. (2005), verificou em um estudo sobre a construção de 50 unidades habitacionais de interesse social que, se elas tivessem sido executadas de maneira otimizada, poderiam ter sido construídas 53,8 HIS, ou seja, 3,8 unidades a mais. Segundo a autora, tais perdas referem-se principalmente à ausência de projetos executivos de alvenaria para orientação dos construtores no momento da substituição da mão de obra, o que poderia minimizar as perdas geradas.

Outro fator, que foi abordado por Pereira (2008), é a execução de unidade protótipo de HIS com processos tradicionais de construção. Com a execução desta unidade pode-se

estabelecer com mais precisão o detalhamento de projetos, o levantamento dos recursos para a produção, o acompanhamento físico da obra e a capacitação da mão de obra. Entretanto, a viabilização econômica do estudo de protótipos se dá pela característica de repetição de um grande número dessas unidades, que é característica dos empreendimentos destinados ao interesse social.

Ainda, segundo Carraro (2010, p.66), “o projeto desempenha um papel de elemento definidor de uma série de aspectos que estão relacionados ao nível da produção e da qualidade da construção civil”. Para a autora, existe um impacto direto do projeto sobre os custos da obra e ao longo de toda a vida útil do empreendimento. E, quando se trata de empreendimentos com repetições os custos são ainda multiplicados.

Assim, semelhante às tentativas de décadas anteriores, a dificuldade de padronização de processos construtivos, o alto grau de utilização de mão de obra e o consequente pequeno nível de mecanização; a má qualidade de alguns materiais, principalmente aqueles fruto de extração direta da natureza; e, sobretudo os projetos incompletos e a inexistência de planejamento, não permitem que, na prática, a construção civil seja executada de forma racionalizada.

Diante desse histórico da busca pela industrialização da construção civil, e decorridos quase 50 anos desde a publicação do artigo de Rosso (1962), questiona-se porque a maioria das empresas construtoras de HIS optam por processos tradicionais de construção, mesmo sabendo que é necessário atingir uma produção mais sustentável ambientalmente, aumentar a qualidade e a produtividade na construção.

1.2 JUSTIFICATIVA

Mesmo com o surgimento de novas tecnologias na produção de Habitações de Interesse Social (HIS) de alta repetitividade, o processo construtivo tradicional executado em alvenaria com blocos cerâmicos ou de concreto, ainda é largamente utilizado pelas empresas construtoras de pequeno e médio porte no Triângulo Mineiro, determinando uma representatividade significativa no mercado.

Francklin Jr. e Amaral (2008) destacam que, ao longo dos anos, há mudanças pouco expressivas e uma evolução muito lenta das tecnologias, dos processos construtivos e da gestão de organização da indústria da construção civil. Corroborando com essa afirmação, a Rede de Sustentação ao Negócio do Governo Federal/Uberlândia (RSN-GOVERNO/UB) da CAIXA, a Superintendência Regional do Triângulo Mineiro² informou que, de julho de 2009 a junho de 2010, foram contratados por meio do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV³), 9.900 Unidades Habitacionais (UH). Destas, apenas 1327 UH, ou seja, 13,4% do total de unidades contratadas pelo programa eram de sistema construtivo não convencional (todas no sistema “JET CASA”⁴) (SOUZA V. B., 2010).

Também Pereira (2008) identificou a dificuldade de empresas na gestão de obras habitacionais de interesse social, que foram executadas de forma tradicional, na mesma região. A autora concluiu que apesar das empresas construtoras possuírem um Sistema de Gestão da Qualidade implantado, muitas vezes, na prática, a execução não retratava os procedimentos de execução de serviços desenvolvidos e adotados pela empresa.

Tal fato resultou na constatação posterior de Carraro (2010), que pôde identificar grande quantidade de patologias advindas da execução desses empreendimentos. Em princípio, a insuficiência de gestão durante o processo produtivo seria responsável por tais consequências irreversíveis em quaisquer processos construtivos, entretanto, a quantidade de subsistemas a ser controlados na execução de um empreendimento pode contribuir ou não para o sucesso da gestão, ou seja, quanto menor a quantidade de processos a ser controlada, maior a expectativa de que o empreendimento seja bem gerido.

Para o processo tradicional de construção, a quantidade de subsistemas a ele agregado torna-se maior que em processos com maior grau de industrialização, assim, para

² Esta Superintendência responde pela contratação de todos os empreendimentos de 76 municípios do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba.

³ Programa do Governo Federal destinado a famílias com renda entre 0 e 3 salários mínimos até 2010.

⁴ O sistema construtivo “Jet Casa” é um método de fabricação de painéis auto-portantes e estruturados. Seus painéis são estruturados com treliças de ferro (aço) e o fechamento é executado com bloco cerâmico de oito furos. Os painéis já saem da linha de produção rebocados e com toda a tubulação elétrica e hidráulica embutidas, faltando apenas a montagem e aplicação dos acabamentos na obra (JET CASA, 2010).

minimização dos aspectos relacionados à dificuldade de gestão, a racionalização construtiva surge como uma ferramenta de auxílio aos gestores dos empreendimentos.

Franco (2007) identificou que a busca de soluções para o aumento da competitividade tem sido a tônica de muitas empresas, a fim de enfrentar os desafios relacionados à qualidade e preço de venda dos empreendimentos. Nesse contexto, para o autor a racionalização construtiva encontra-se entre as ações utilizadas, pois permite uma evolução constante, a partir da própria cultura da empresa, e possui grande sinergismo com outras iniciativas, como, por exemplo, a implantação de sistemas da qualidade.

Entende-se que na indústria da construção civil, a racionalização é um dos fatores preponderantes para o sucesso da empresa, por ser altamente visada pela quantidade de resíduos sólidos produzidos e pela imagem de agressora ao meio ambiente (MELLO, 2008). Ademais, para Paes (2008) a racionalização construtiva tem papel fundamental na minimização das perdas e na obtenção da qualidade do produto final. O planejamento dimensional, através do dimensionamento padronizado também é capaz de maximizar o potencial de industrialização embutido nos processos construtivos.

Assim, ao se constatar uma grande quantidade de empreendimentos sendo executados com processos tradicionais na região do Triângulo Mineiro e, atrelado a esse fato a observância de dificuldades das empresas construtoras na obtenção da qualidade das unidades habitacionais, este trabalho traz uma análise das implicações que a adoção de tais processos de construção pode gerar na produção de HIS em larga escala. Ainda, analisa alternativas racionalizadas para obtenção de melhores resultados na qualidade e menores impactos ambientais.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Analizar as implicações da utilização de processos construtivos tradicionais na execução de Habitações de Interesse Social com repetitividade.

1.3.2 Objetivo Específico

Calcular o índice de perdas dos principais materiais de construção utilizados na execução de um empreendimento de HIS terreas em larga escala, executado na cidade de Uberlândia.

Verificar nos projetos, procedimentos e perdas geradas no processo produtivo do referido empreendimento possíveis implicações em relação à racionalização.

1.4 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho é constituído de cinco capítulos, organizados da seguinte maneira:

- Capítulo 1: apresenta a introdução, problematização, justificativa, objetivos, e estrutura do trabalho
- Capítulo 2: consta a revisão bibliográfica que proporciona visualização do panorama atual da demanda por Habitações de Interesse Social no Brasil e as ações governamentais para atendimento à população, melhoria da qualidade da construção e redução dos impactos ambientais. Ainda, apresenta exemplos de inovações tecnológicas de sistemas construtivos adotados em substituição aos métodos tradicionais de construção terrea com repetitividade. Discute o impacto da construção civil no meio ambiente. Apresenta definições e processos da gestão de projetos de edificações e racionalização na construção civil.
- Capítulo 3: detalha a metodologia utilizada para obtenção dos dados que subsidiaram a análise para identificação da problemática que envolve as construções tradicionais e, as delimitações que envolvem o trabalho.
- Capítulo 4: apresenta o cálculo dos índices de perdas dos principais materiais de construção utilizados no empreendimento estudado, a análise dos dados obtidos e apresentação de diretrizes simplificadas para melhoria do projeto, escolha dos materiais e racionalização do processo executivo para a obtenção de resultados em empreendimentos de Habitações de Interesse Social.
- Capítulo 5: o capítulo apresenta as considerações, conclusões e sugestões de estudos futuros.

CAPÍTULO 2

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL

Em janeiro de 2007, o governo lançou o Programa de Aceleração do Crescimento – PAC, que fez uma previsão de investimento em habitação de R\$ 78,8 bilhões entre 2008 e 2010, incluindo limites de crédito, especialmente para oferecer acesso à moradia adequada à população em situação de vulnerabilidade social, e com rendimento familiar mensal de até três salários mínimos (IPEA, 2007).

O estímulo fornecido pelo governo gerou a expectativa de redução no *déficit* habitacional brasileiro por meio da construção de novas Habitações de Interesse Social - HIS. Assim, empresas construtoras que, até 2005, tinham como foco principal o público da classe média e alta, a partir dos investimentos do governo no setor, passaram a produzir também para a população de baixa renda. Com isso, empresas consolidadas no mercado ampliaram seus negócios para abranger essa fatia do mercado, e ainda, novas empresas surgiram para o atendimento à demanda existente. Segundo a Fundação João Pinheiro (2007), a carência de moradias no Brasil atingiu 7,903 milhões de domicílios, sendo 5,779 milhões na faixa de até três salários mínimos.

No dia 29 de março de 2010 o Governo Federal lançou a nova edição do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC 2), com previsão de investimentos de 958,9 bilhões de reais de 2011 a 2014. Os maiores aportes previstos foram nos setores de energia e habitação (IPEA, 2010).

Conforme apresentado no programa PAC “Minha Casa, Minha Vida”, estima-se que seja feito um investimento de 278,2 bilhões de reais até 2014 e isso envolve dois milhões de moradias (Novo Pac..., 2010).

O PAC atende: (a) famílias com renda até 3 salários mínimos com subsídio integral com isenção do seguro; (b) famílias com renda de 3 a 6 salários mínimos com aumento do subsídio parcial em financiamentos com redução dos custos do seguro e acesso ao Fundo Garantidor⁵; (c) famílias com renda de 6 a 10 salários mínimos com estímulo à compra e com redução dos custos do seguro e acesso ao Fundo Garantidor. (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2009)

2.2 SISTEMAS CONSTRUTIVOS E HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL

2.2.1 Sistemas construtivos tradicionais

Segundo Martucci (1998), os sistemas construtivos representam um determinado estágio tecnológico que conduz à forma de se executar o edifício. Para o autor, os mesmos podem ser subdivididos em vários subsistemas de acordo com suas características e funções. Um sistema construtivo de uma habitação poderia ser dividido em subsistemas estrutural, de instalações elétricas, de instalações hidráulicas, de vedações, de cobertura e outros. Todos definidos na fase de concepção do produto.

Os sistemas construtivos tradicionais possuem mais subsistemas para serem controlados que um sistema industrializado. Segundo Martucci (1998), na Construção Civil se projeta e se constrói através de um número muito grande de materiais e componentes que são

⁵ O Fundo Garantidor da Habitação Popular (FGHab) foi estabelecido pela Medida Provisória 459 em 25 de março de 2009 que posteriormente foi convertida na Lei nº 11.977 de 2009. Segundo a Lei, o FGHab tem por finalidades: “I - garantir o pagamento aos agentes financeiros de prestação mensal de financiamento habitacional, no âmbito do Sistema Financeiro da Habitação, devida por mutuário final, em caso de desemprego e redução temporária da capacidade de pagamento, para famílias com renda mensal de até 10 (dez) salários mínimos; e II - assumir o saldo devedor do financiamento imobiliário, em caso de morte e invalidez permanente, e as despesas de recuperação relativas a danos físicos ao imóvel para mutuários com renda familiar mensal de até 10 (dez) salários mínimos.”

“montados” no canteiro de obras, e, ainda hoje, atendem as necessidades produtivas e construtivas das empresas. Nesses sistemas são utilizados materiais de construção produzidos pela indústria e extraídos da natureza e, segundo o mesmo autor, utilizando técnicas de construção das corporações artesanais, ou seja, pedreiros, carpinteiros, encanadores, eletricistas e outros.

2.2.2 Sistemas construtivos não convencionais

Com os programas de habitação lançados pelo governo federal, surgem juntamente novos sistemas construtivos. Segundo Zigmantas (2009), da Gerência de Desenvolvimento Urbano da Caixa, no Brasil não existem “centenas de sistemas construtivos”, entretanto, recebe-se por ano na CAIXA aproximadamente 200 novos sistemas para serem avaliados. A CAIXA estima que, mesmo com esse número, apenas 30% das construções do Programa Minha Casa, Minha Vida serão executadas com sistemas construtivos alternativos ou não-convencionais, o que, para a CAIXA é um número considerável. Entretanto, nem todos os sistemas são homologados e, ainda, a quantidade de unidades executadas com sistemas alternativos se deve aos empreendimentos de alta repetitividade.

Em documento apresentado para proponentes que pretendem executar obras de engenharia em parceria, a CAIXA (2011) afirma que “a especificação de materiais e técnicas não-convencionais nos projetos serão submetidas à análise técnica da CAIXA”.

Para a homologação dos sistemas, foi criado pelo governo federal o Sistema de Avaliações Técnicas (SINAT). O escopo do SINAT pode ser sintetizado como a busca de harmonização de procedimentos para a avaliação de novos produtos para a construção, em situações nas quais não existem normas técnicas prescritivas específicas aplicáveis ao produto. (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2010). O SINAT considera em suas diretrizes o atendimento à norma de desempenho ABNT NBR 15575:2010.

A NBR 15575, partes 1 a 6, conhecida como a norma Brasileira de Desempenho de Edifícios, que trata do desempenho do edifício habitacional de forma global, não se restringe apenas a questão ambiental, ainda que indiretamente aumente a vida útil de um edifício e possa implicar em redução na extração de matérias primas e deposição de

resíduos no meio ambiente. A norma estabelece o desempenho mínimo obrigatório para os sistemas dos edifícios ao longo de uma vida útil e há uma expectativa no meio técnico de que sua aplicação possa mudar a forma como as habitações brasileiras são construídas.

A principal característica da NBR 15575:2010 é a preocupação em atender critérios de desempenho, focando as exigências que um edifício ou sistema devem atingir quando em utilização (comportamento em uso) e não em relação à forma que foi construído. Os ensaios realizados têm objetivo de constatar o desempenho da edificação de forma ampla, em relação ao desempenho estrutural, estanqueidade à água, segurança ao fogo, desempenho térmico, desempenho acústico e durabilidade.

Após a avaliação com realização de ensaios para atestar o desempenho, o sistema construtivo recebe o Documento de Avaliação Técnica (DATec) que equivale à homologação do mesmo. Os ensaios realizados para a liberação do DATec são para os materiais e componentes que integram o sistema construtivo variando com a constituição e natureza dos mesmos (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2005).

Atualmente, consta no Ministério das Cidades, o Sistema Construtivo com fôrmas tipo Banche⁶, que foi o primeiro a receber o DATec e, posteriormente outros cinco documentos foram emitidos, todos seguindo diretrizes do SINAT. As cinco diretrizes publicadas são: (1) sistemas construtivos de paredes de concreto moldadas no local; (2) sistemas construtivos integrados por painéis estruturais pré-moldados; (3) sistemas construtivos estruturados em perfis leves de aço conformados a frio, com fechamentos em chapas delgadas (Sistemas leves tipo *Light Steel Framing*); (4) sistemas construtivos formados por paredes estruturais constituídas de painéis de PVC preenchidos com concreto (Sistemas de paredes com formas de PVC incorporadas); (5) sistemas construtivos estruturados em peças de madeira maciça serrada, com fechamentos em chapas delgadas (Sistemas leves tipo *Light Wood Framing*).

Entretanto, muitos dos sistemas construtivos não-convencionais encontrados na produção de unidades habitacionais em larga escala no Brasil, ainda não possuem os DATec's

⁶ É o sistema construtivo denominado “Sergus” que destina-se à execução de edifícios multipiso. Consiste na moldagem de paredes de concreto armado com o uso de formas metálicas, denominadas banche.

emitidos mas são aceitos para execução por unidades regionais da CAIXA. A seguir apresenta-se exemplos de sistemas não convencionais utilizados no Brasil :

- (a) Sistema Construtivo “Paredes de Concreto”
- (b) Sistema de Painéis Cerâmicos Pré-fabricados
- (c) *Light Steel Framing*

(a) Sistema Construtivo “Paredes de Concreto”

O sistema construtivo de paredes de concreto é utilizado em construções térreas (Figura 1) e de múltiplos pavimentos, no qual as paredes são executadas a partir de projetos específicos e com fôrmas metálicas ou de PVC. Até dois pavimentos utiliza-se concreto celular e concreto aerado e para edifícios acima de dois pavimentos utiliza-se concreto com agregado leve e concreto comum. Dos cinco DATec's emitidos, todos referem-se a paredes de concreto armado, sendo quatro de paredes moldadas *in loco* e um de paredes de painéis maciços pré-moldados. Dentre estes, um utiliza armadura de fibra de vidro protegida com poliéster.



Figura 1 – Formas metálicas para produção de paredes de concreto
Fonte: Acervo da autora

(b) Sistema de Painéis Cerâmicos Pré-Fabricados

Mesmo havendo diretriz do SINAT para esse tipo de sistema construtivo, não há registros de DATec emitido. Entretanto, este sistema é aceito regionalmente pelas Redes de Sustentação ao Negócio da CAIXA desde que fornecidos os laudos que atestem o desempenho do sistema por Instituições Técnicas Avaliadoras (ITA's) reconhecidas.

O sistema construtivo de painéis cerâmicos pré-fabricados é executado por meio da justaposição de blocos cerâmicos (Figura 2), nervuras moldadas de concreto armado e juntas verticais preenchidas com argamassa. (SILVA, 2009)



Figura 2 – Blocos cerâmicos justapostos na pista da fábrica
Fonte: Acervo da autora

A ligação entre painéis é feita por chapas metálicas soldadas e embutidas. As juntas verticais são preenchidas com argamassa seguida de selante flexível. As juntas horizontais entre painéis de parede e painéis de lajes são preenchidas com argamassa.

As ligações entre oitões e lajes são feitas com o auxílio de mãos-francesas metálicas soldadas em componentes metálicos inseridos no topo dos oitões e nas bordas das lajes. Nas fachadas, a soldagem é feita na base dos oitões.

O apoio nas fundações pode ser com sapatas isoladas e brocas onde a parte inferior dos painéis é encaixada. As fundações também podem ser de forma contínua, os *radiers*. Em todas as ligações utiliza-se *graute*.

A Figura 3 mostra o içamento e posicionamento de painel pré-fabricado na montagem da unidade habitacional. Em seguida (Figura 4), apresenta-se a casa preparada para receber a cobertura e acabamentos com revestimentos cerâmicos, forros de PVC, peças das instalações elétricas e hidráulicas e revestimentos com película de pintura externamente.



Figura 3 – Içamento e posicionamento de painel pré-fabricado

Fonte: Acervo da autora



Figura 4 – Unidade Habitacional montada com os painéis pré-fabricados

Fonte: Acervo da autora

(c) *Ligth Steel Framing*

Da mesma forma que o sistema de painéis cerâmicos pré-fabricados, mesmo havendo diretriz do SINAT para o sistema construtivo *Light Steel Framing*, não há registros de DATec emitido. O sistema construtivo *Light Steel Framing* substitui subsistemas como estrutura de concreto, por perfis de aço galvanizado e fechamentos em alvenaria por chapas prontas para pintura ou outro revestimento, utilizando-se assim materiais produzidos de forma industrial e melhorando a gestão da obra e o controle de qualidade. O sistema é aberto, permitindo a utilização de outros subsistemas industrializados em conjunto. A Figura 5 apresenta uma construção residencial com os perfis de aço montados.



Figura 5 – Estrutura de obra residencial com *Steel Frame*
Fonte: USIMINAS, 2009

2.2.3 Desempenho dos sistemas construtivos

Tomando-se como exemplo o sistema construtivo tradicional de blocos cerâmicos vazados de 9 cm de largura e revestimentos argamassados de 1,5 cm em ambas as faces (utilizado nesse trabalho), tem-se que tal sistema possui índices aceitáveis para a utilização em habitações térreas conforme ensaios realizados em protótipo. Assim, os requisitos de desempenho relacionados à resistência ao fogo que envolvem isolação térmica, estanqueidade e integridade, possuem valores adequados. (PINI, 2008)

Para paredes e pisos que separam unidades habitacionais, por exemplo, o valor esperado para o isolamento de ruído é de 40dB, o que para o referido sistema construtivo é da ordem de 42dB. Acrescido aos blocos vazados, o sistema construtivo tradicional abordado compõe-se de cobertura em laje mista horizontal com espessura de 9 cm e telhado em telhas cerâmicas; pé-direito de 2,80 m; contrapiso de 6 cm e piso cerâmico de 0,6 cm de espessura. Tais especificações assemelham-se às adotadas no estudo desenvolvido pela ABCP em cinco capitais do país, em julho de 2005, para a avaliação do desempenho térmico de habitação térrea. (PINI, 2008).

Assim, em todos os aspectos abordados pela NBR 15575, os sistemas construtivos tradicionais da referida tipologia apresentam valores aceitáveis e já consolidados nas construções existentes, entretanto, para sistemas não-convencionais há uma estimativa baseada nos requisitos normativos da NBR 15575 de acordo com os resultados de ensaios apresentados.

Mas, enquanto os sistemas construtivos inovadores são viáveis para repetições em série de grandes empreendimentos, os pequenos e médios ainda utilizam-se de sistemas tradicionais para a execução de obras, e, como não há restrições legais e de desempenho relacionadas ao emprego desse sistema, utiliza-se a opção pelo método tradicional em detrimento dos não-convencionais para a construção de habitações de interesse social. Nesse cenário, é importante verificar as implicações que a opção por esse processo produtivo representa em relação à produtividade e impactos gerados. Por outro lado, esse impacto requer que o sistema construtivo tradicional seja estudado como um todo para ser entendido e isso pressupõe que sejam estudadas as fases de projeto do produto e da produção.

2.2.4 Definições usadas nessa dissertação

O processo construtivo a ser utilizado para a execução do produto depende da localidade de implantação, disponibilidade de materiais, disponibilidade e qualificação da mão de obra, prazos, custos e outros. Martucci (1998) organiza os processos construtivos em cinco tipos, dos quais, relacionamos quatro conforme a seguir:

- Processos Construtivos Artesanais – produção por meio do trabalho coletivo, utilização de materiais locais e técnicas centenárias, como as utilizadas em habitações indígenas e habitações rurais em taipa.
- Processos Construtivos Tradicionais – na produção são utilizados materiais extraídos da natureza e industrializados. Os processos de trabalho mantêm técnicas estabelecidas pelas Corporações Artesanais, ou seja, pedreiros, carpinteiros e outros.
- Processos Construtivos Tradicionais Racionalizados – são processos estabelecidos para melhoria da produtividade e redução dos desperdícios no canteiro, como a alvenaria de blocos de concreto estruturais. A racionalização acontece inicialmente nos projetos e posteriormente na produção.
- Processos Construtivos Industrializados – Há uma produção de componentes pré-fabricados para a concepção de toda a edificação, com padronização, alto grau de repetitividade e metodologia e técnicas bem definidas.

A CAIXA (2011) trata de processos construtivos apenas como convencionais e não-convencionais classificados da seguinte forma:

- Processos construtivos convencionais – são aqueles utilizados na produção de unidades habitacionais segundo métodos construtivos que possuem normalização consolidada no Brasil.
- Processos construtivos não-convencionais – de forma contrária, pode-se dizer que tais sistemas não possuem normas técnicas brasileiras aplicáveis ou que a norma não seja suficiente e por isso necessitam de avaliação de desempenho para atestá-los, reduzindo-se os riscos ocasionados pelo desconhecimento do real desempenho

e durabilidade de sua aplicação, e consequentemente liberá-lo para uso nas construções.

Os processos construtivos tradicionais e tradicionais racionalizados definidos por Martucci (1998) fazem parte dos processos construtivos convencionais definidos pela CAIXA. Ainda, os processos industrializados definidos por Martucci (1998) podem ser considerados como convencionais ou não-convencionais pela CAIXA, dependendo da abordagem normativa existente a respeito do sistema.

Finalmente, temos os sistemas considerados inovadores. Para a CAIXA, tais sistemas se constituem inovações em relação ao processo convencional da construção civil no Brasil e por isso, também denominados de não-convencionais, entretanto, a inovação tecnológica é considerada por Barros (1996, p.59) como “um aperfeiçoamento tecnológico, resultado de atividades de pesquisa e desenvolvimento internas ou externas à empresa, efetivamente aplicado ao processo de produção do edifício objetivando a melhoria de desempenho, qualidade ou custo do edifício ou de uma parte do mesmo”.

Para o estudo realizado e a partir das abordagens anteriores, adotou-se nesse trabalho as seguintes definições:

- Processos construtivos convencionais ou tradicionais – são utilizados profissionais que mantém técnicas artesanais de produção e materiais industrializados;
- Processos construtivos tradicionais racionalizados – são utilizados profissionais que mantém técnicas artesanais de produção e materiais industrializados, entretanto, inserindo-se a racionalização construtiva no projeto e posteriormente na execução;
- Processos construtivos não convencionais – processos ainda não normalizados e que contem características de inovação tecnológica. Tais processos necessitam ser validados por meio da verificação de desempenho (ABNT NBR 15575:2010).

2.3 O PROCESSO DE PROJETO DE EDIFICAÇÕES

Para o desenvolvimento tanto da etapa de projeto quanto de execução, torna-se necessária a correta compreensão do projeto de edificações. Para Silva e Souza (2003), o projeto tem um papel fundamental na definição de aspectos que decidem os níveis de qualidade e produtividade da construção civil. Segundo os autores, as características básicas do processo de produção são deliberadas a partir das definições estabelecidas no projeto, e este, deve proporcionar qualidade para o executor, ou seja, deve possuir condições de elevar a produtividade do processo de execução. Os fatores essenciais da produtividade são:

“Tipos, número e relações de dependência entre as operações: determinadas pelas formas geométricas, características da tecnologia selecionada em projeto, características dos materiais e componentes e da forma como são combinados para gerar o produto final. Quantidades e habilidades requeridas da força de trabalho: determinadas pelas formas geométricas e dimensões dos elementos de projeto, características tecnológicas dos produtos empregados; posicionamento dos elementos construtivos em planta e configuração da planta. Complexidade de execução: determinada por formas geométricas, dimensões e características de posicionamento e combinação dos materiais e componentes. Continuidade entre as operações: determinada pelas formas geométricas, diversidade e características dos materiais e componentes empregados, compatibilidade dimensional e de características dos materiais e componentes. Repetição de operações: determinada pela coordenação e compatibilização dimensional e física dos materiais, pela incidência de elementos similares ou idênticos no projeto.” (SILVA E SOUZA, 2003, p.24)

Diante do exposto é perceptível que as formas geométricas são essenciais para proporcionar qualidade do projeto do empreendimento. A geometria da construção, definida em projeto impacta, por exemplo, na habilidade requerida do profissional que irá executar a construção. Para um projeto mais complexo a qualificação ou ainda, a experiência do profissional pode ser determinante no dimensionamento da equipe de trabalho. Em outro item, abordado pelos autores, a continuidade das operações também tem dependência das formas geométricas da construção, que definem materiais, técnicas a serem empregadas e novamente a complexidade do projeto a ser executado. Assim, evidencia-

se nos fatores essenciais da produtividade, apresentados pelos autores, elementos do processo de projetos que, consequentemente, são definidos antes da execução da obra, como: formas geométricas; tecnologia; e a escolha de materiais e componentes.

Em se tratando de habitações executadas em larga escala, outro aspecto relevante a ser considerado ainda na fase de projeto é a repetitividade das operações. Segundo Heineck (1991), o efeito gerado por repetição de uma tarefa, treinamento e a aprendizagem na execução, conduz a um melhor desempenho da atividade. Além do aspecto de melhoria da produtividade relacionada à mão de obra, para Silva e Souza (2003), pode-se considerar que o projeto possui influência sobre os aspectos de repetição e continuidade das operações através de, por exemplo: “repetição de dimensões de vãos; modulação de paredes; dimensões de peças estruturais e dimensões de componentes de vedação” (SILVA e SOUZA, 2003, p.25).

É importante ressaltar que o projeto não consiste na simples elaboração de desenhos a partir de necessidades do cliente e expectativa de ganho dos empreendedores. É necessário superar o que podemos chamar de “engenharia do mínimo”, ou seja, na qual se faz a simples elaboração de desenhos de plantas baixas, cortes e fachadas, necessários para aprovação legal junto aos órgãos oficiais. Os projetos precisam ser suficientemente detalhados de tal forma que na ocasião da execução da obra, as dúvidas, as incompatibilidades e as decisões sejam minimizadas.

Para Barros (1999), o processo de elaboração de projetos possui importância que é reconhecida também, e sobretudo, pelas empresas que procuram adotar “ações inovadoras” através de alterações na forma de produção. Dos obstáculos que estas esbarram e que inibem o avanço do processo de produção, destaca-se principalmente o que contempla a elaboração de projetos.

Novamente, remetendo à Rosso (1962, p.93) que afirmou que “mesmo os que não tem muita familiaridade com os processos da construção, sabem que uma grande parte das obras são iniciadas tendo em mãos projetos deficientes”, ou seja, pode-se perceber que muitos dos projetos produzidos nos dias atuais, têm deficiências e inconsistências que já eram percebidas na década de 60. Assim, entende-se que a qualidade das produções pode

não depender somente da escolha de um sistema construtivo inovador, mas sim da qualidade do processo de projeto das edificações.

No esquema a seguir, apresentam-se as fases de desenvolvimento do processo de projeto de edificações (Figura 6) que antecedem o início da obra:

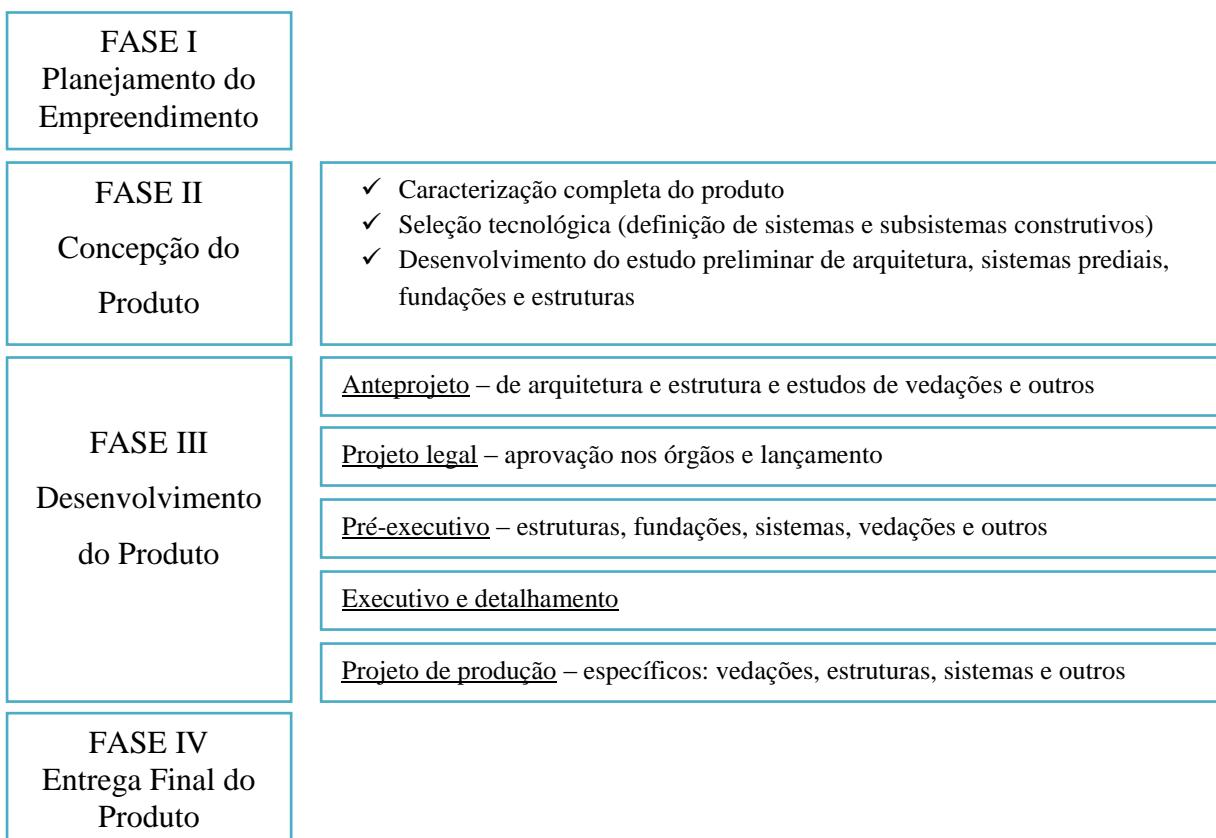


Figura 6 – Esquema das fases e atividades do desenvolvimento de projeto
 Fonte: Silva e Souza, 2003 (adaptado)

É na fase de concepção do produto que ocorre a seleção tecnológica, que é a base para o desenvolvimento dos estudos preliminares. A seleção tecnológica, ou método construtivo definido para o empreendimento, determina as diretrizes para a obtenção da qualidade do produto com o desenvolvimento do projeto.

Na fase de desenvolvimento do produto, destaca-se a diferenciação entre projeto executivo e projeto de produção. O primeiro consta detalhamentos compatíveis com a tecnologia construtiva estabelecida pela empresa e o segundo consta os detalhamentos da solução de projeto voltado para a obra, constando as especificidades de cada subsistema utilizado. (SILVA e SOUZA, 2003)

Melhado e Fabricio (1998) distinguem o Projeto da Produção e o Projeto para Produção. Para a realização de um Projeto da Produção necessita-se definir como se dará a organização do trabalho, os índices de produtividade desejados, o padrão de qualidade, os critérios para subcontratação de serviços, a quantidade de treinamento e a rotatividade de mão-de-obra própria e os investimentos que se deseja realizar. Já o Projeto para Produção deve conter informações cuja finalidade é subsidiar a execução do empreendimento e está ligado à forma que um empreendimento específico será produzido.

Para os autores, em relação ao sistema de produção, a definição clara de um Projeto da Produção fornece as estratégias produtivas e os procedimentos básicos utilizados pela empresa, que devem ser incorporados na realização dos Projetos para Produção do empreendimento.

2.3.1 A importância do processo de projeto e a racionalização construtiva

Casado (2010) entende que a racionalização versa sobre a melhor utilização dos recursos em todas as etapas da obra. Para o engenheiro, é preciso considerar como recursos a mão de obra, os materiais, as ferramentas, a energia, os meios de transporte, e outros. O autor ainda reforça que a racionalização deve ser contemplada desde a fase de projeto e destaca as características da mesma:

- otimização do processo produtivo;
- racionalização do uso de recursos humanos;
- racionalização de materiais;
- racionalização do tempo;
- padronização de projetos;
- mecanização e uso de novas tecnologias;
- projeto elaborado de acordo com a necessidade do empreendimento.

Os processos de um projeto com concepções não-convencionais trazem para a obra um número menor de subsistemas a serem controlados e detalhados. Entretanto, mesmo para sistemas tradicionais espera-se aumentar o grau de industrialização a partir da redução da decisão dos profissionais que executam o serviço na obra. O detalhamento dos projetos é

essencial para a minimização dos erros e dúvidas durante a execução, visando a correta execução do empreendimento, antes mesmo do início dos serviços, no intuito de reduzir a quantidade de perdas, melhorar a qualidade do produto final e reduzir o prazo de execução global da obra.

No Projeto para Execução, espera-se obter projetos completos e compatibilizados com desenhos e especificações corretas e completas e, ainda, detalhados e específicos para cada subsistema: vedações, revestimentos, esquadrias e outros, de forma compatível com o manuseio e leitura do profissional que irá executá-lo.

Entende-se que produzir uma construção racional não depende apenas de alterar o método construtivo para processos industrializados, mas produzir de forma racionalizada as construções tradicionais inserindo a industrialização ainda que em partes. Assim, torna-se imprescindível a elaboração de projetos detalhados para a produção e em formato adequado para o manuseio no canteiro de obras.

De acordo com Barros (1999), é na etapa de projeto que se tem as maiores chances de se modificar a produção de forma racional. Desta forma, os projetos executados de maneira tradicional deverão dar lugar a um projeto voltado à produção, que possa atender às necessidades dos que executam o produto edifício.

Por exemplo, para um projeto de HIS, após a definição da dimensão dos ambientes e finalização do desenvolvimento do projeto do produto com base nas dimensões das peças escolhidas, deve-se elaborar os projetos para produção de:

- FUNDAÇÕES – detalhamento das fôrmas para vigas baldrames com esquema de montagem; plano de corte das armações ou detalhamento para aquisição de aço cortado e dobrado.
- PLANTA BAIXA – planta baixa com espessuras corretas de alvenarias considerando-se a espessura real dos blocos utilizados, espessura do revestimento utilizado, ambos de acordo com a espessura do requadro das esquadrias.
- ALVENARIAS – modulação das alvenarias com a espessura das juntas, posição e dimensões das vergas e contravergas, posição e dimensões das esquadrias (portas e

janelas) e encunhamentos. Posicionamento das instalações elétricas com tubulações e caixas e instalações hidráulicas com tubulações e pontos hidráulicos. Detalhamento para a produção de formas metálicas, juntamente com o esquema de montagem para execução dos pilares.

- REVESTIMENTOS – paginação de revestimentos cerâmicos nas paredes, pisos, soleiras (com dimensões) e rodapés com a espessura das juntas.
- INSTALAÇÕES – detalhamento das instalações hidráulicas em projetos isométricos constando todas as peças para a montagem e também, detalhamento conjunto das instalações hidráulicas com as alvenarias e instalações elétricas com distâncias horizontais e em escala adequada.
- COBERTURAS – detalhamento das peças de madeira para cobertura com as três dimensões para possibilitar otimização do corte e redução do desperdício de madeira na obra, considerando-se o peso e dimensões das telhas utilizadas, ou ainda, opção de utilização de estrutura metálica leve.

Assim, a melhoria do processo de projeto das edificações torna-se parte da alternativa para o aumento da qualidade na produção e para se obter uma construção com maior sustentabilidade ambiental.

2.4 O IMPACTO AMBIENTAL GERADO PELA CONSTRUÇÃO CIVIL

2.4.1 Preâmbulo

A proposta de utilização de sistemas construtivos não-convencionais envolve não apenas a busca pela melhoria da produtividade, mas a preocupação com o impacto ambiental causado pela construção civil, a partir da redução de etapas produtivas e, consequentemente, minimização do desperdício gerado. É notório que o combate ao aquecimento global não é uma ação isolada e deve ser observada principalmente pelos setores que mais contribuem para a degradação ambiental em âmbito mundial.

Segundo Stachera Jr. e Casagrande Jr. (2008), a construção civil gera um amplo impacto ambiental pela utilização dos recursos naturais não renováveis e pelo grande volume de resíduos gerados e não reaproveitados. Percebe-se que em todos os processos de produção

de materiais há emissões de gases poluentes e que contribuem para o aquecimento global. Os autores apontam, que pelo processo de industrialização do cimento, material que é largamente utilizado nas construções, as emissões de gás carbônico resultante de sua produção responde por 7% da emissão de CO₂ na atmosfera, um dos gases responsáveis pelo efeito estufa. A areia que é originada em sua maior parte de rios e, portanto, são retiradas destes por meio de dragas movidas a óleo diesel, causa degradação, esgotamento de recursos, geração de rejeitos e emissão de gases. Outros materiais básicos para a construção civil são os produzidos com argila, tais como a telha e o bloco cerâmico, que consomem grande quantidade de energia no processo de produção, muitas vezes necessitando-se da utilização de madeira como combustível e gerando degradação ambiental.

Ainda, podem ser citados o aço, a pedra britada, a cal e outros materiais de construção que se encaixariam ou como recurso não renovável, ou como responsável pela emissão de gases nocivos ou, ainda como parte de resíduos gerados no processo produtivo, comprometendo a sustentabilidade do planeta.

Diante disso, projetar e planejar é a alternativa para construções sustentáveis e com custos semelhantes ou iguais às construções convencionais. Para Morris e Langdon (2007), o custo do projeto sustentável só pode ser respondido pelo bom planejamento de custos e uma equipe de projeto cometida. Segundo os autores, as metas de sustentabilidade, estratégias e orçamentos podem ser facilmente criados e integrados durante a fase de programação do projeto, exatamente da mesma forma que qualquer outro projeto, objetivos, estratégias e orçamentos são estabelecidos: por meio da utilização de processos de um bom planejamento. Finalmente, a verdadeira questão de planejamento e orçamento não deve ser "quanto mais isso vai custar?", mas "como vamos fazer isso?"

2.4.2 Perdas

Uma das formas de se determinar a eficiência do processo produtivo é por meio do cálculo das perdas de materiais geradas durante a execução. Entretanto, segundo Souza e Paliari (2006) também pode servir para ações relacionadas à minimização de impactos ambientais pela geração de resíduos e determinação da escolha tecnológica. Segundo os autores, de

maneira geral, o uso da perda média tem sido uma prática comum em construção. Onde utiliza-se a quantidade teoricamente necessária para a execução e a quantidade efetivamente utilizada.

Existem diversos tipos de perdas a serem consideradas na execução de um empreendimento. Agopyan *et. al.* (2003) indentificaram que as perdas acontecem em fases da “vida” do empreendimento: concepção, execução ou utilização determinadas pela relação entre a quantidade de materiais efetivamente utilizados e a quantidade de serviço executado.

O foco abordado neste trabalho trata das perdas ocorridas exclusivamente no canteiro de obras, ou seja, associadas à fase de execução do empreendimento, deste modo, como apresenta Agopyan *et. al.* (2003), no caso da execução, são várias as fontes de perdas possíveis: no recebimento, o material pode ser entregue em uma quantidade menor que a solicitada; material estocado de forma inadequada que podem ser quebrados mais facilmente; material transportado por equipamentos e trajetos inadequados, pode cair pelo caminho; e, ainda a não obediência ao traço correto de concretos e argamassas podendo implicar sobreconsumos na dosagem.

Souza (2005) define que a perda de determinado material é a quantidade desse material utilizada a mais que a quantidade necessária. O índice de perdas é calculado por meio do critério de obtenção da perda em termos percentuais segundo a Equação 1 (SOUZA et al., 1999):

$$IP (\%) = \left(\frac{(CREAL - CREF)}{CREF} \right) \times 100 \quad (1)$$

IP – perda do material expressa em porcentagem, no serviço em estudo;

CREAL – a quantidade realmente utilizada de determinado material para execução desse serviço;

CREF – a quantidade de material teoricamente necessária para execução do serviço (destinada para cada UH)

A partir de tais especificidades, a mensuração das perdas e consumos dos materiais pode ser realizada considerando-se o valor teórico encontrado a partir dos projetos e a

quantidade efetivamente utilizada na produção de cada etapa onde o serviço contém o referido material.

2.5 PLANEJAMENTO E CONSTRUÇÃO DA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL

Segundo Freitas *et al.* (2001) o empreendimento habitacional pode ser dividido em três fases distintas: planejamento, construção e ocupação e ainda subdividido em etapas conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – Fases e etapas de um empreendimento habitacional
(Fonte: Freitas *et al.*, 2001)

FASES	ETAPAS
Planejamento	Identificação da demanda
	Seleção de áreas
	Projeto
Construção	Terraplenagem
	Edificação e demais obras
	Bota-fora
	Paisagismo
Ocupação	Uso
	Ampliação

Na primeira fase, espera-se que não haja mudanças significativas nos processos originais do meio, entretanto, ela tem grande importância no desempenho global do projeto, pois nesse momento tomam-se decisões que definem as alterações ambientais que ocorrerão nas demais fases. Para a identificação da demanda recomenda-se avaliar as necessidades do público alvo (futuros moradores), a composição familiar e a localização de suas atividades de trabalho e educação e, ainda, criar formas de participação dos usuários nas etapas subsequentes do planejamento.

Segundo os autores, para a seleção da área onde será implantada a construção, deve-se dentre outras ações, investigar situações de risco, identificando e analisando possibilidade de redução de impactos. Torna-se importante também a identificação da disponibilidade de infra-estrutura urbana ou compromisso com a implantação.

Após a seleção da área, deve-se elaborar o projeto com base na lei de uso e ocupação do solo no local onde será implantado. Nesta etapa acontece a definição do método construtivo, tipologias, movimentação de terra, escolha dos componentes construtivos e modulação.

A segunda fase, denominada de fase de construção, acontece da movimentação de terra à entrega do imóvel. A terraplenagem deve ser evitada na totalidade da área, sendo previstas áreas de empréstimo e recuperação, ainda, necessita-se prever proteção superficial de acordo com as características do terreno (FREITAS *et al.*, 2001).

Para a edificação e demais obras deve-se atentar para as metas e prazos da fase de planejamento, a correta execução dos serviços por meio de padronização de processos construtivos e, se possível, primar pela busca de tecnologias menos impactantes para o meio ambiente.

Nesta fase há a importância do estabelecimento de um programa de contratação que minimize a geração de resíduos. O bota-fora deve acontecer com base na classe dos resíduos a ser descartados. Destaca-se que um Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção (PGRCC) torna-se importante durante a execução do empreendimento, pois define cada etapa da construção em que o resíduo é gerado, proporcionando um estudo de redução, separação e destinação dos mesmos.

A terceira e última fase compreende o uso do imóvel e suas eventuais ampliações. No uso, os moradores devem ser conscientizados da participação comunitária e responsabilidades e do estabelecimento de padrões e normas de manutenção preventiva do empreendimento. Para isso, o Regimento Geral do SiAC prevê que a empresa construtora deve fornecer ao proprietário Manual de Uso e Operações do empreendimento, onde consta, materiais utilizados e processos de manutenção (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2005).

Ainda, na fase de ocupação, precisa-se estabelecer programas de orientação para casos de reformas e ampliações que geralmente requerem a gestão dos resíduos, de riscos de acidentes dentre outros.

Diante disso, no presente trabalho foram extraídos itens que abordam duas das três fases, de forma a verificar a adequação com as premissas de construções de interesse social. As diretrizes apresentadas pelo modelo de Freitas *et al.* (2001) – diretrizes consolidadas e adequadas à realidade brasileira – são direcionadas a empreendimentos com repetições e organizadas em condomínio. Dentro da metodologia apresentada, adotou-se atuar em relação a um empreendimento de casas térreas de habitações de interesse social em loteamento com infra-estrutura de arruamento asfaltado, iluminação pública, rede de água e esgoto, telefonia e comércio. Entende-se que a metodologia apresentada no Quadro 1 é ampla, entretanto, devido à proposta apresentada e condições disponíveis para o desenvolvimento deste estudo, optou-se pelo detalhamento das seguintes etapas e suas respectivas fases, conforme segue.

Fase de Planejamento – Etapa de Projeto – A adequação escolha dos componentes construtivos tradicionais adotados e sua modulação

Fase de Construção – Etapa de Edificação e demais obras – Execução das obras de edificação

2.6 OS VÁRIOS NÍVEIS DE INDUSTRIALIZAÇÃO NOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS

A partir dos tipos de processos construtivos citados por Martucci (1998) definem-se os níveis de industrialização. Do primeiro nível, definido como processo artesanal, no qual a produção é totalmente dependente do “saber” e da habilidade do homem do “chão de fábrica”, ficando ausente a regularidade na produção, o controle da produtividade e a racionalidade no processo produtivo; ao nível industrializado, no qual a dependência do sistema está na indústria que produz em série, utilizando-se as máquinas, e o saber do homem que detém a qualificação profissional e consequente habilidade técnica para a execução. No entremeio, gradativamente, a mão de obra menos qualificada e responsável pelas decisões do momento da produção é substituída por materiais, subsistemas e decisões realizadas no projeto, antes mesmo do início da produção.

Os empreendimentos produzidos com repetitividade necessitam de um nível maior de industrialização, que proporcione um aumento na velocidade de construção e cumprimento

de prazos, que minimize os índices de perdas e que reduza a necessidade de utilização de mão de obra, isso devido à redução da quantidade de subsistemas envolvidos no processo construtivo.

Nota-se que, pelas diretrizes definidas pelo SiNAT atualmente, o gargalo encontra-se nos subsistemas de vedações e revestimentos conjuntamente, pois um maior nível de industrialização dos mesmos, tende a minimizar as interferências no processo de desenvolvimento do produto, na busca por resultados mais satisfatórios para o empreendimento.

Entretanto, Sposto (2003) entende que mesmo com a importância óbvia da qualidade em um sistema tradicional, esta muitas vezes não acontece na alvenaria tradicional, feita com blocos cerâmicos e muito utilizada na construção habitacional brasileira. Isto é devido à baixa qualidade de blocos (na produção e recepção), a falta de procedimentos padrão para a recepção e armazenamento de materiais em local da construção e na execução de serviço, entre outros aspectos.

Corroborando com tal constatação, percebe-se que de acordo com os dados apresentados no

Quadro 2, há um índice considerável de perdas relacionadas às vedações e ao revestimento das construções. Entende-se que tais perdas poderiam ser reduzidas com a melhoria do projeto nos processos tradicionais, mesmo sem muitos ganhos relacionados à velocidade de execução e redução da utilização da mão de obra no canteiro.

Quadro 2 - Indicadores de perdas de materiais por serviço

Fonte: Souza U. E. L de. (2005, adaptado)

Material/componente	Valor perdas (%) Mediana
Concreto usinado	9
Aço	10
Blocos/tijolos	10
Argamassa para revestimento interno de paredes	102
Argamassa para revestimento de fachada	53
Argamassa para contrapiso	42
Pasta de gesso	30

Ainda, em se tratando da substituição por sistemas não-convencionais envolvendo vedações com revestimentos incorporados (ou sem a necessidade destes), além da melhoria da qualidade haveria a redução dos prazos de cronograma principalmente devido à substituição do subsistema estrutural, envolvendo fôrma/desfôrma e concretagem. O fato é que a persistente utilização do Processo Tradicional precisa ser gradativamente substituída, elevando-se o grau de industrialização e alcançando níveis aceitáveis para a construção civil.

Progressivamente, o nível intermediário é aquele cujo processo utiliza materiais industrializados e tradicionais, mas aplicados de forma racional, tendo seu custo e prazo reduzidos e a qualidade do produto melhorada. As intervenções são pequenas se comparadas ao Tradicional, mas ainda com dependência considerável da mão de obra, entretanto, a industrialização é introduzida em processos intermediários, como por exemplo, a produção de vergas e contra-vergas premoldadas e a utilização de concreto e argamassa industrializados. A proposta consiste em retirar da mão de obra presente no canteiro, a decisão sobre o “como” será produzido, e devolver tal atribuição à engenharia que é estabelecida no desenvolvimento do produto, tornando a construção mais racionalizada, com melhor produtividade e qualidade.

Confirmado esta proposta, Sabbatini (1998) afirma que o processo de produção tradicional adotado pela indústria da construção civil, no qual grande parte das decisões são tomadas pelos próprios executores, não pode-se garantir a qualidade, mas apenas constatá-la. O autor continua expondo que como o domínio do processo encontra-se nas mãos dos executores, estes tornam-se os responsáveis pela qualidade do produto final. No passado esta responsabilidade era clara e a qualidade poderia ser conseguida através da seleção dos executores. Mas esta realidade não foi alterada, percebe-se que a decisão que deveria fazer parte da engenharia, do projeto e da produção, para o autor ainda é assumida pela mão de obra que executa os serviços.

Outro fator a ser considerado é que um maior nível de industrialização na construção civil pode não acontecer imediatamente na totalidade da produção, o chamado sistema

construtivo industrializado de “ciclo fechado⁷”, o que, segundo Ferreira (2010), dependeria de grande investimento de capital para viabilização. Diante disso, para o autor, a forma tradicional de construção que não consegue atender a demanda do mercado, necessita de melhoria e otimização nos processos.

Deste modo, a introdução de um maior nível de racionalização na produção e a introdução paulatina de subsistemas ou elementos construtivos industrializados pré-fabricados nas HIS, mesmo que construídas por sistemas construtivos tradicionais, representa uma alternativa eficaz de melhorar a qualidade na produção.

Assim, pode-se dizer que depois de decorrido mais de meio século da publicação de Rosso (1962) que ressalta a busca da melhoria de processos produtivos na construção civil, não se obteve a desejada industrialização na construção, ou mesmo um processo de racionalização em níveis aceitáveis para o setor.

Uma das causas para esse fato pode estar na grande oferta de mão de obra que existia até os últimos anos, o que ajudou postergar a necessidade de uso de processos construtivos mais racionalizados de construção habitacional. Porém, com o ritmo atual de atividade no setor, e consequente escassez de mão de obra, as empresas são forçadas a buscar equipamentos e métodos que aumentem a produtividade e contornem a necessidade de grande número de operários.

Embora todas as premissas de racionalização sejam evidentes, esta não chegou aos canteiros na proporção necessária. Com isso, esse estudo procurou contribuir com o entendimento dos aspectos que dificultam o desenvolvimento de um a produção mais racionalizada.

Destarte, no capítulo 3 apresenta-se a metodologia que envolve a análise das implicações da utilização do processo construtivo tradicional em habitações de interesse social

⁷ Industrialização de Ciclo fechado é a fase que se desenvolveu nos fins dos anos sessenta no qual uma mesma empresa ou grupo de empresas coligadas executam inteiramente com seus próprios meios e em suas próprias usinas o produto final, isto é, o edifício completo. Em oposição, a industrialização de Ciclo Aberto consiste na industrialização de componentes destinados ao mercado, e não exclusivamente às necessidades de uma só empresa. Há a tendência de combinação dos elementos produzidos de diversas formas na construção prevalecendo a versatilidade.

executadas em larga escala. A metodologia visa a busca de informações advindas de de projetos, procedimentos e perdas relativas aos principais materiais de construção utilizados no processo produtivo de um empreendimento HIS executado na cidade de Uberlândia. Ainda, determina a forma do cálculo dos índices de perdas para acrescer às análises em relação à racionalização deste processo.

CAPÍTULO 3

METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa quantitativa exploratória referente à análise de um empreendimento de unidades habitacionais de interesse social, construído na cidade de Uberlândia, MG e financiado pela Caixa Econômica Federal – CAIXA. A análise aconteceu durante seis meses, período em que pode-se obter dados referentes às perdas no processo produtivo da fundação ao revestimento argamassado das unidades.

3.1 LEVANTAMENTO DE DADOS

Para o entendimento das implicações que a utilização dos processos tradicionais representam na racionalização das construções, optou-se realizar o levantamento em um empreendimento de unidades habitacionais de interesse social executado de forma convencional, que proporcionasse o acesso ao acompanhamento *in loco* e levantamento de dados. Foi observada a construção – desde a sua fundação – de um empreendimento que adota os processos construtivos tradicionais. Esse trabalho consistiu na análise de registros em arquivos da empresa; entrevistas direcionadas aos envolvidos no processo e por último, observações diretas, sendo levantados aspectos que subsidiaram a coleta dos dados referentes a: (a) análise de projetos; (b) análise de memoriais; (c) informações sobre a aquisição, recebimento e controle de materiais; (d) processos executivos.

3.2 REGISTROS EM ARQUIVOS

Essa fase do trabalho foi realizada para a análise dos arquivos de projetos e memoriais e análise dos arquivos do processo de compra e controle de materiais.

Acessou-se os arquivos eletrônicos e impressos dos projetos e respectivas tipologias, disponibilizados pela empresa. Os projetos foram analisados considerando-se os seguintes aspectos: (a) adequação do projeto arquitetônico; (b) compatibilização do projeto arquitetônico com os complementares: estrutural e instalações hidráulicas; (c) compatibilidade do projeto com o memorial descritivo; (d) especificação do material utilizado; (e) nível de detalhamento dos projetos executivos; (f) facilidade de interpretação pelos funcionários da obra.

Os registros do processo de aquisição e controle de materiais foram verificados durante o período de execução das etapas analisadas para evidenciar a quantidade de materiais efetivamente adquirida e utilizada para o empreendimento, identificando-se a aplicação nos respectivos centros de custos em cada etapa da obra e, posteriormente, para utilização no cálculo dos índices de perdas.

A análise de registros nesse estudo de caso foi essencial para o resultado do processo, haja vista que a principal fonte de informação para análise dos dados foi advinda desses registros gerados pelo departamento de compras da empresa.

Como na ocasião havia mais de um empreendimento em execução, acompanhou-se todo o processo, desde a requisição de materiais elaborada pela obra (com a devida identificação da obra e centro de custo) e, a geração da ordem de compra, apurando-se as quantidades de materiais adquiridas, para cada tipo de material e serviço analisado.

3.3 OBSERVAÇÕES DIRETAS NÃO PARTICIPANTES

Para o levantamento dos dados *in loco* selecionou-se um colaborador com acesso às informações da empresa nos aspectos relacionados à pesquisa. O colaborador foi treinado para coletar e apresentar as informações em forma de tabelas para análise. Para minimizar a ocorrência de vieses devido à manipulação de eventos por parte do pesquisador⁸, foram

⁸ Preocupação demonstrada por Becker (1958 apud YIN, 2005, p.122)

realizadas pela pesquisadora observações diretas, meio de visitas à obra, para a constatação por amostragem aleatória das informações fornecidas.

Com essas observações pôde-se verificar:

- (a) o armazenamento de insumos e o controle do estoque;
- (b) a conferência dos materiais ao chegar à obra, nos seguintes critérios: qualidade, quantidade e especificações, determinados em documentos de inspeção da empresa, os quais foram determinados pela mesma;
- (c) apontamento do quantitativo efetivamente gasto por tipologia e unidade habitacional – UH;
- (d) processo executivo a partir de projetos básicos; e,
- (e) aplicação de projetos detalhados.

3.4 ENTREVISTAS

Foram realizadas entrevistas abertas direcionadas aos envolvidos no processo para obtenção dos dados numéricos, onde o entrevistado forneceu informações de quantitativos de materiais organizados em tabelas, conforme Figura 7. Os quantitativos apresentados constam no capítulo 4 juntamente com as análises oriundas dos resultados encontrados.

Material (unidade)	SERVIÇO EXECUTADO	DESCRIÇÃO DA UNIDADE HABITACIONAL							
		quantidades							
		necessária*		antes**			após***		
		un	total	un	total	% perda	un	total	% perda
	Descrição do serviço								
				0		0			0

* necessária – quantidade teórica necessária para execução | ** antes – quantidade apontada em obra durante a execução do serviço | *** após – quantidade apontada em obra após a implantação de medidas para padronização da produção

Figura 7 – Tabela de quantitativo de materiais analisados

Ainda em relação aos dados fornecidos, utilizou-se o procedimento conforme apresentado na Figura 8. Realizou-se o levantamento da quantidade necessária para a execução do serviço, ou seja, o quantitativo teórico; posteriormente verificou-se a quantidade realmente

utilizada na execução para a realização do cálculo das perdas. No decorrer da execução, algumas medidas para a racionalização do processo construtivo foram implantadas e, novamente realizou-se o levantamento das quantidades efetivamente gastos para novo cálculo do índice de perdas. O mesmo procedimento foi adotado para todos os materiais analisados exceto para aço e telhas, pois para os mesmos não houve necessidade de implantação de medidas objetivando a racionalização.

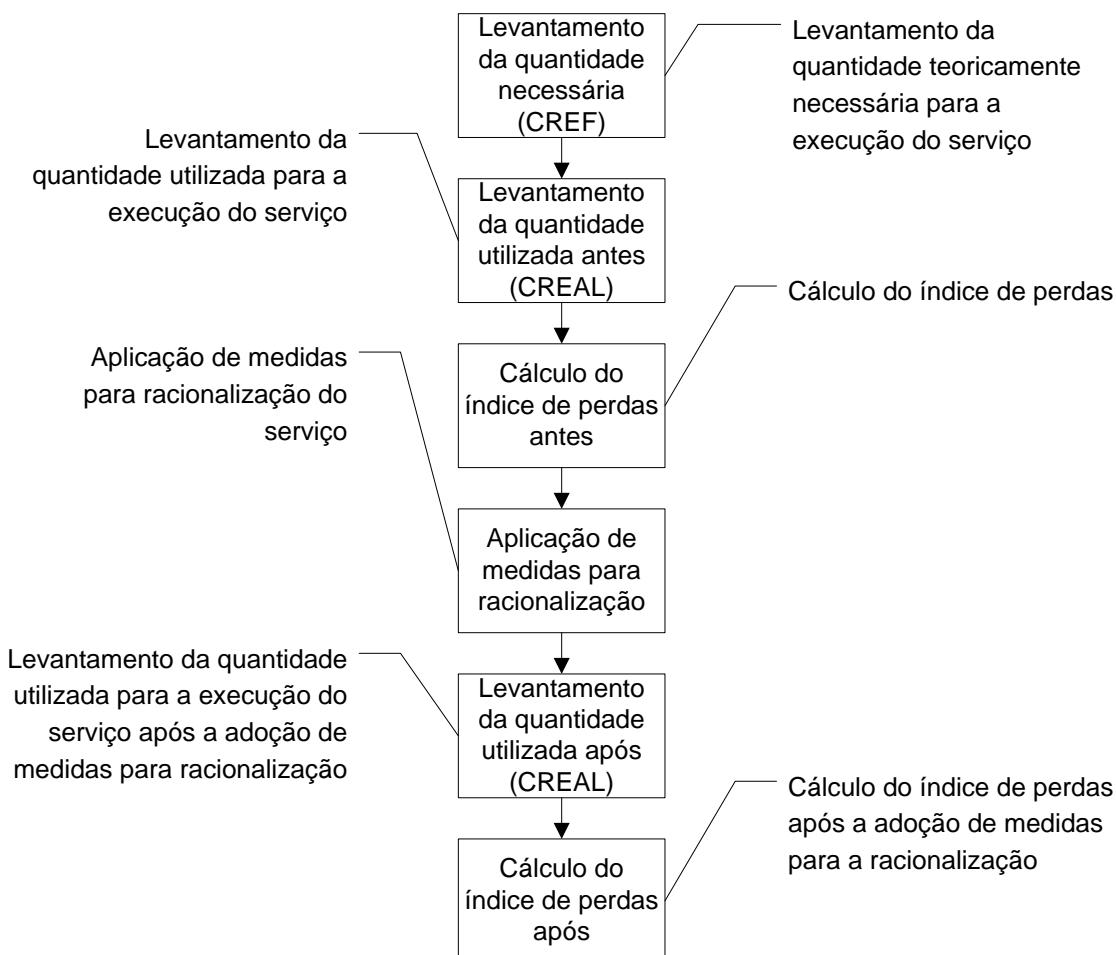


Figura 8 – Procedimento para levantamento das perdas no processo produtivo

Foram fornecidos os dados de quantitativos de cimento Portland, cal hidratada, agregado graúdo (brita), agregados miúdo (areia), aço, bloco cerâmico e telha cerâmica, consumidos na produção de concretos, argamassas e na execução de serviços, conforme apresentado no Quadro 3.

Quadro 3 – Materiais analisados em relação aos serviços executados

SERVIÇO	MATERIAL						
	Cimento Portland	Cal Hidratada	Agregado Graúdo	Agregado Miúdo	Aço	Bloco Cerâmico	Telha Cerâmica
Fundação							
Pilar							
Laje							
Verga e Contra-verga							
Passeio							
Argamassa de assentamento							
Argamassa de revestimento							
Alvenaria							
Cobertura							

Como citado anteriormente, a observação direta foi por amostragem aleatória, assim as informações dos resultados apontados foram todos fornecidos pelos entrevistados e participantes do processo. Foram três os envolvidos na coleta das informações: o engenheiro residente do empreendimento; o almoxarife, responsável pelo recebimento de materiais, direcionamento para os locais de utilização e controle do estoque; e finalmente o estagiário do empreendimento em andamento que foi o *controller* responsável pela produtividade, consumo, qualidade da obra e designado para a organização dos dados⁹.

3.5 CÁLCULO DE PERDAS

As perdas analisadas no estudo foram calculadas de forma simplificada, conforme apresentado no item 3.4. Realizou-se a comparação da quantidade utilizada em relação à quantidade necessária para execução da etapa e relacionada à fase de execução do empreendimento, independente de permanecer incorporada à construção ou sair da obra em forma de entulho a partir da Equação 1 (referenciada no item 2.4.2 deste trabalho):

⁹ De acordo com Yin (2005), a entrevista é uma das mais importantes fontes de informações para o estudo de caso e, nesse estudo tornou-se fundamental, uma vez que o *controller* foi contratado no empreendimento em andamento para minimizar custos gerados em decorrência do descontrole do empreendimento anterior. O autor aponta como uma das preocupações os vieses devido a questões mal elaboradas como ponto fraco de entrevistas.

$$IP (\%) = \left(\frac{CREAL - CREF}{CREF} \right) \times 100$$

Para a quantidade teoricamente necessária realizou-se levantamento de quantitativos estabelecidos nos projetos sem considerar perdas. Ainda, foram estabelecidos traços teóricos para atingir a resistência necessária para os concretos e características esperadas para o assentamento e revestimento de painéis de alvenaria.

A seguir apresenta-se todos os resultados levantados a partir da metodologia adotada juntamente com a análise e discussão dos resultados.

CAPÍTULO 4

ANÁLISE DE DADOS E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

O presente capítulo caracteriza o empreendimento estudado e sua análise, e servirá para apresentar a problemática que envolve a concepção e implantação do projeto nos empreendimentos, no intuito de melhorar a qualidade final e minimizar o impacto ambiental gerado na execução das edificações de interesse social.

4.1 CARACTERIZAÇÃO

4.1.1 Da Empresa Construtora

A empresa localiza-se na cidade de Uberlândia/MG, iniciou suas atividades em 2007 e conquistou em setembro de 2009 o nível A do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat (PBQP-H), criado pelo Governo Federal. Trata-se de uma empresa de médio porte, que atua no segmento de construção de empreendimentos habitacionais de interesse social, trabalha com projetos padronizados de 50 m² e 60 m² com 2 e 3 dormitórios respectivamente e utiliza planos de financiamento pela Caixa Econômica Federal.

4.1.2 Do Empreendimento Analisado

Para manter a confidencialidade da empresa, o empreendimento será chamado de “A” e localiza-se no Setor Oeste na cidade de Uberlândia/MG. A amostra analisada refere-se ao Módulo I, com 50 UH de 289 UH existentes em todo o empreendimento e possui 22 UH de

dois dormitórios e 28 UH de três dormitórios que gerou o contrato assinado no dia 16 de abril de 2010 junto à RSN-GOVERNO/UB. O Quadro 4 apresenta as características básicas das unidades habitacionais.

Quadro 4 – Características das Unidades Habitacionais

Tipologia		Área (m ²)	Características Básicas Comuns
A	3 dormitórios	60	Fundação com estacas e vigas baldramas Alvenaria de blocos cerâmicos 9x19x24 Revestimentos argamassados de paredes e tetos Piso em placas cerâmicas
B	2 dormitórios	50	Laje treliçada pré-moldada Cobertura em telhas cerâmica americana

A planta baixa da unidade habitacional “B” de dois dormitórios é composta de sala de estar, cozinha, hall, banho e área de serviço conforme apresentado na Figura 9.

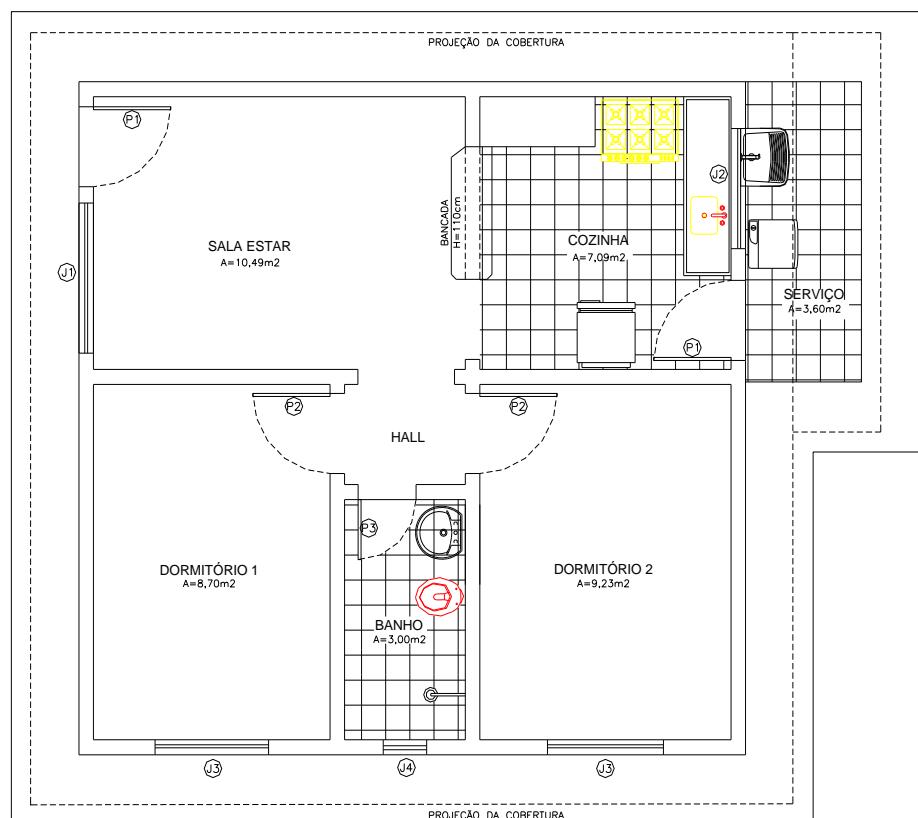


Figura 9 – Planta baixa da UH de 2 dormitórios 60m² (sem escala)
Fonte: Acervo da empresa

Na Figura 10 apresenta-se um corte transversal da unidade de dois dormitórios, abrangendo o banho, sala de estar, cozinha e área de serviço. Esse corte (BB) é o mesmo para a unidade de três dormitórios.

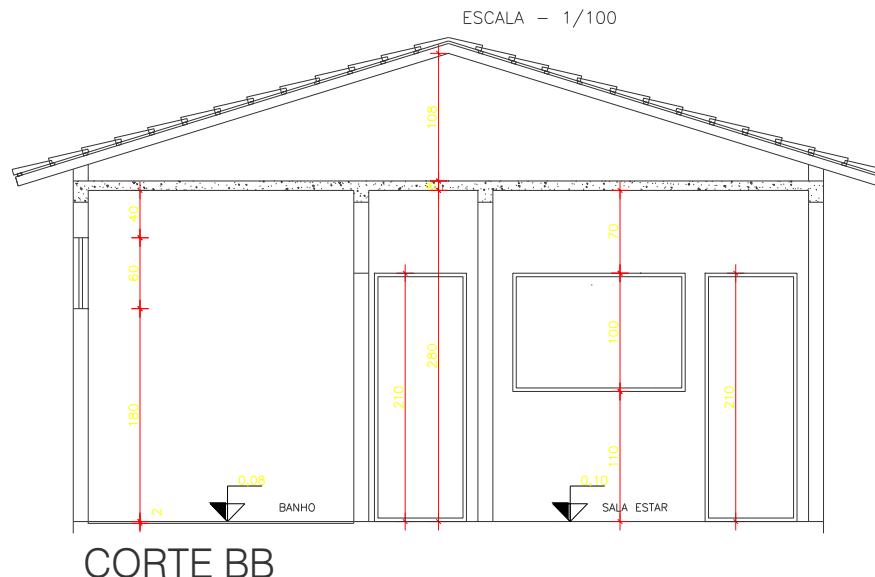


Figura 10 – Corte BB da planta baixa da UH de 2 dormitórios (sem escala)
Fonte: Acervo da empresa

A fachada frontal da unidade habitacional, apresentada na Figura 11, também é idêntica para as duas tipologias.

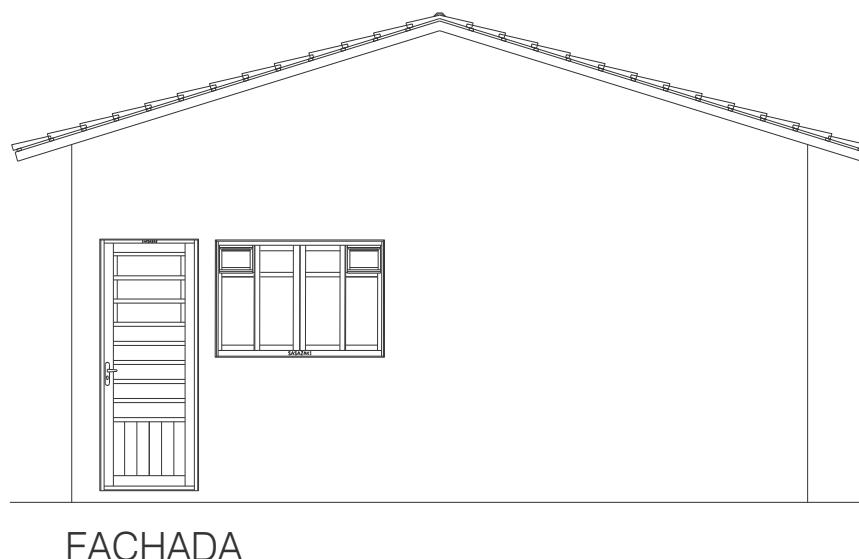
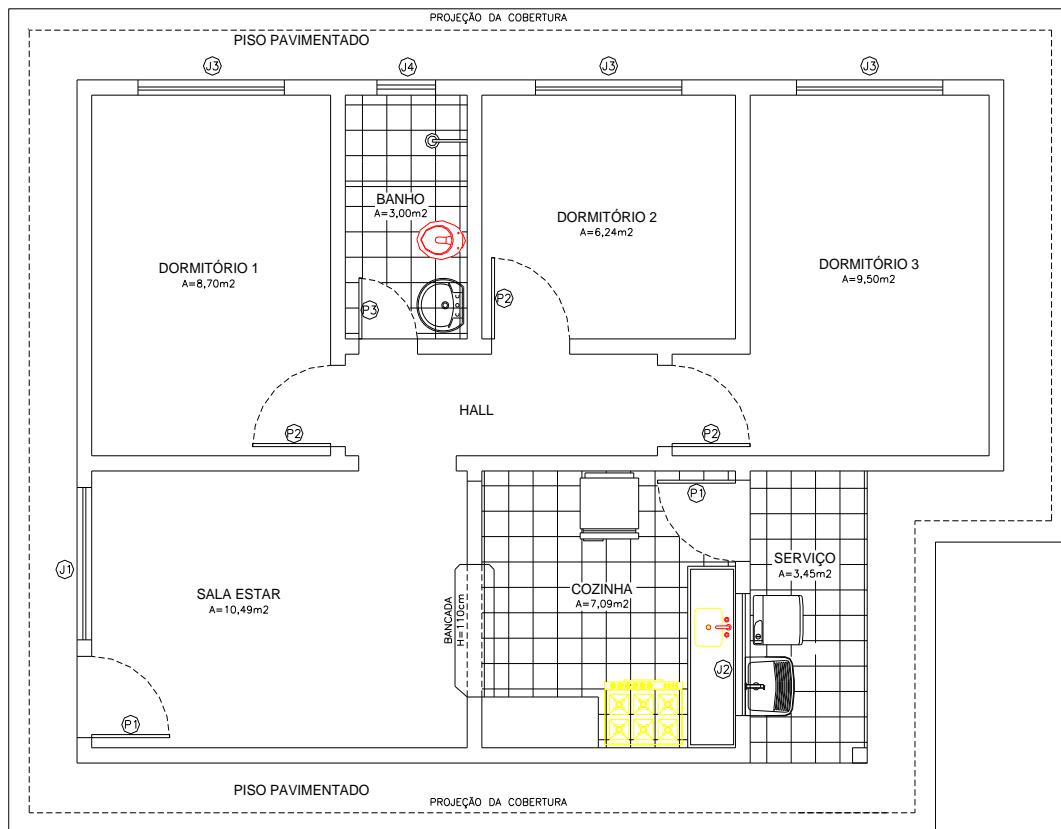


Figura 11 – Fachada frontal da UH (sem escala)
Fonte: Acervo da empresa

A planta baixa da unidade habitacional tipo “A” (três dormitórios) é uma extensão da planta da UH de dois dormitórios, na qual amplia-se o comprimento do hall passando-o por dentro do dormitório 2, onde surge o dormitório 3. A UH passa a ter 60 m² conforme apresentado na Figura 12.



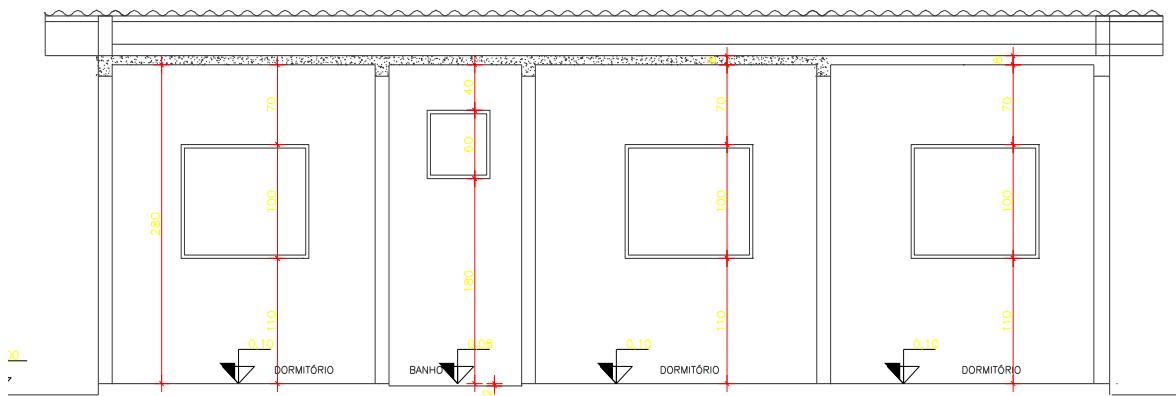


Figura 13 – Corte AA da UH de 3 dormitórios
Fonte: Acervo da empresa

Como parte integrante do projeto arquitetônico completo, tem-se o quadro de esquadrias. O Quadro 5 apresentado a seguir é referente à unidade de 3 dormitórios. Para a unidade de 2 dormitórios, a quantidade de J3 e P2 é de 2 unidades.

Quadro 5 – Esquadrias da Unidade Habitacional de 3 dormitórios
Fonte: Acervo da empresa

QUADRO DE ESQUADRIAS					
JANELAS					
TIPO	QT	MEDIDAS	PEITORIL	MATERIAL	LOCAL
J1	01	150X100	110	FERRO-VIDRO/ CORRER	SALA
J2	01	100X100	110	FERRO-VIDRO/ CORRER	COZINHA
J3	03	150X100	110	VENEZIANA/VIDRO	DORMITÓRIOS
J4	01	60X60	180	BASCULANTE	BANHO
PORAS					
TIPO	QT	MEDIDAS	MATERIAL		LOCAL
P1	02	080X210	VENEZIANA E VIDRO PIVOTANTE		SALA/COZINHA
P2	03	080X210	MADEIRA/PIVOTANTE		DORMITÓRIOS
P3	01	070X210	MADEIRA/PIVOTANTE		BANHO

A cobertura da UH de 2 dormitórios está apresentada na Figura 14 e da UH de 3 dormitórios na Figura 15, nas quais pode-se observar as inclinações, sentido das águas e tipo de telha a ser utilizado conforme projeto arquitetônico.

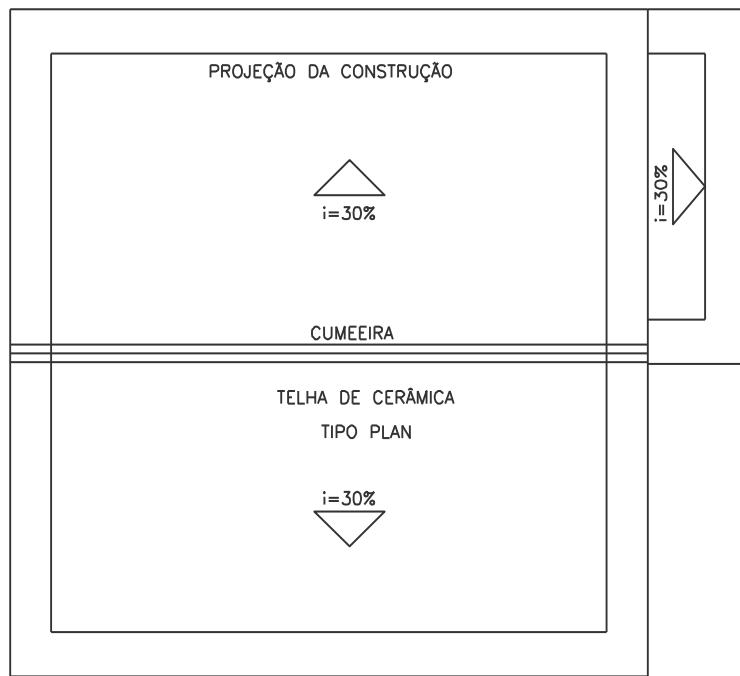


Figura 14 – Cobertura da UH de 2 dormitórios (sem escala)
Fonte: Acervo da empresa

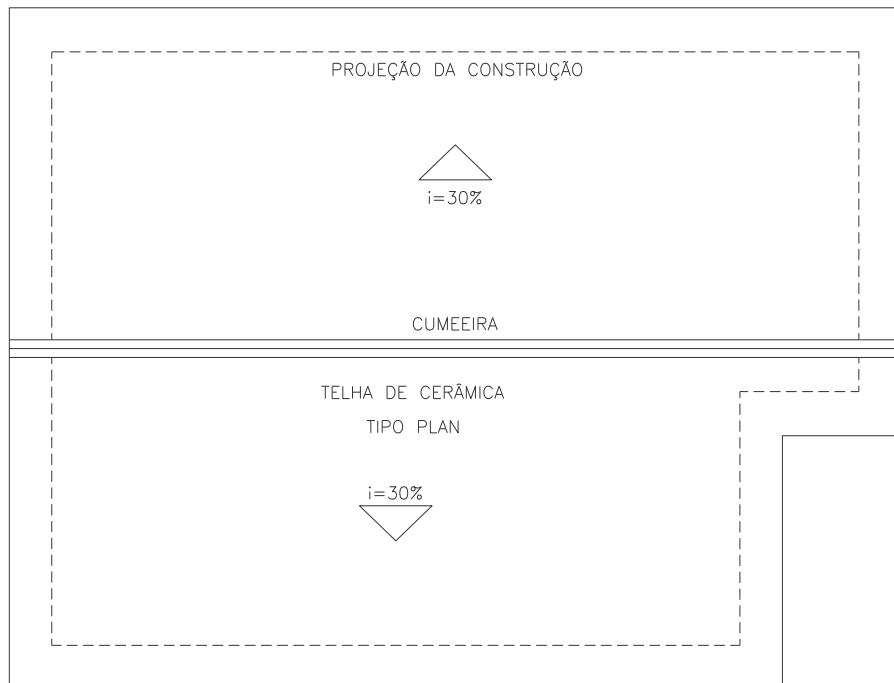


Figura 15 – Cobertura da UH de 3 dormitórios (sem escala)
Fonte: Acervo da empresa

4.2 ANÁLISE DOS PROJETOS

Os projetos foram analisados com base nas fases de desenvolvimento do processo de projeto de edificações apresentadas por Silva e Souza (2003). Observou-se que a empresa possuía um “projeto-padrão” de arquitetura utilizado em outros empreendimentos, entretanto sem a devida validação¹⁰, que acontece após a finalização da construção. Neste item, foram relatados todos os pontos observados nos projetos do empreendimento disponibilizados pela empresa.

4.2.1 Projeto Arquitetônico

O primeiro projeto analisado foi o arquitetônico. Inicialmente, observando-se a “Lei de Uso e Ocupação do solo” da cidade de Uberlândia, que dispõe sobre o zoneamento da cidade, pôde-se perceber que o bairro Jardim das Palmeiras II, local de implantação do empreendimento analisado, está localizado no setor oeste da cidade e enquadra-se na Zona Residencial 1. Verificou-se ainda, que o referido projeto atende plenamente às exigências da Prefeitura Municipal.

Entretanto, observou-se que o projeto elaborado para aprovação junto à Prefeitura Municipal, também chamado de Projeto Legal, foi o único projeto arquitetônico encontrado e utilizado na obra para a produção do empreendimento, assim, não há evidências de que no referido projeto constavam aspectos relacionados à busca pela racionalização e sustentabilidade. Nota-se que não foi realizado um estudo das dimensões dos materiais que seriam utilizados nas alvenarias e revestimentos, com as dimensões dos ambientes, e que a escolha dos materiais e processos construtivos ocorreram no momento da execução da obra. Tem-se como exemplo o projeto arquitetônico onde constava alvenarias de 15 cm de espessura, enquanto os blocos cerâmicos utilizados foram de 9 cm, com revestimentos argamassados de 2 cm, totalizando 13 cm de alvenaria acabada. Outro exemplo detectado foi a ausência de definição das dimensões dos revestimentos cerâmicos. Em ambos os casos por falha na fase de desenvolvimento do produto.

¹⁰ A validação do projeto consiste em atestar que o mesmo atendeu ao que foi pretendido e/ou especificado inicialmente. Durante a execução, ou após ter sido executado, o projeto passa por adequações e/ou alterações e, portanto, um novo projeto é gerado e finalmente a validação pode ser concretizada.

A partir da observação do fluxo de atividades adotado pela empresa – da concepção do produto à execução da obra – foi possível identificar e elaborar um fluxograma que descreve as atividades segundo o esquema apresentado na Figura 16.

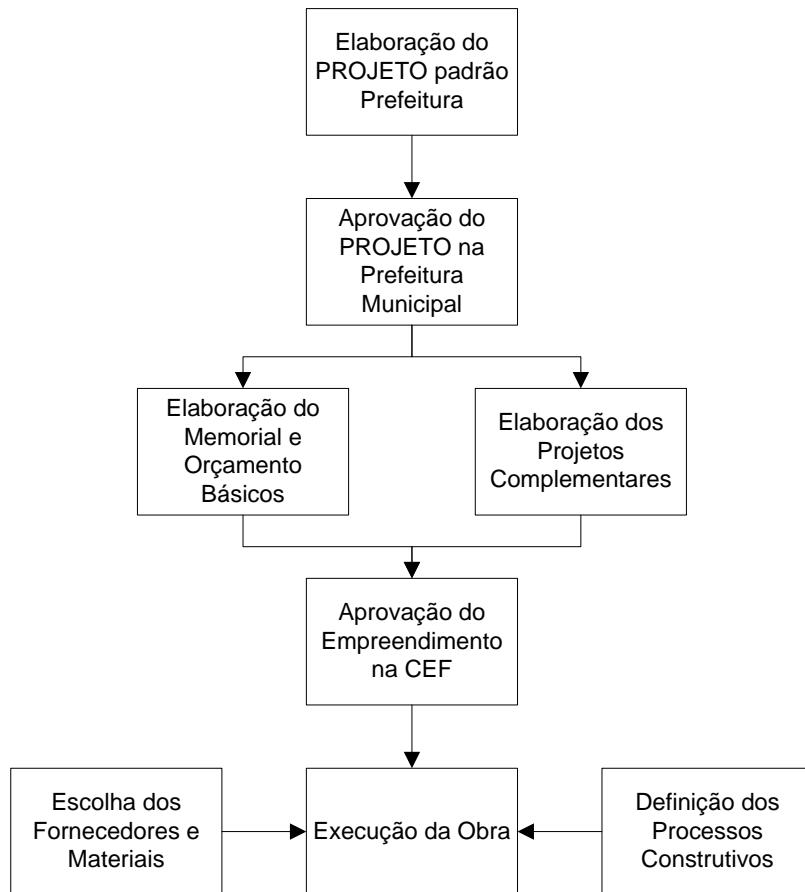


Figura 16 – Esquema de atividades observado na empresa

Após a aprovação do projeto junto à Prefeitura Municipal, seguiu-se a etapa de elaboração de Memorial Descritivo e Orçamentos para tomada de recursos junto ao agente financeiro, que igualmente, foram utilizados durante a execução do empreendimento. Concomitantemente, iniciou-se a elaboração dos projetos de fundações/estrutura e instalações elétricas e hidráulicas. Toda a documentação elaborada foi enviada à CAIXA para análise.

Como visto na Figura 16, somente após a aprovação da Engenharia da CAIXA, iniciou-se simultaneamente a definição dos processos e sistemas construtivos e a escolha dos materiais e respectivos fornecedores para a execução da obra. Nesse momento a empresa, sem qualquer planejamento, realizou o levantamento de preços com os empreiteiros e

definiu ações na tentativa de gerar menos custos para o empreendimento, entretanto sem parâmetros estabelecidos.

Definiu-se, por exemplo, que a opção pela dosagem em obra de argamassa e concreto representaria um menor custo, uma vez que a utilização do concreto usinado não representaria uma redução no valor contratual do empreiteiro de mão de obra, pois a empresa estabeleceu um contrato por metro quadrado para a execução das unidades habitacionais, independente da forma de produção da argamassa e do concreto.

Também optou-se pela utilização do bloco cerâmico de vedação, pilares e vigas, em detrimento do bloco cerâmico estrutural modulado, devido à três fatores: ausência de mão de obra qualificada; necessidade de planejamento para programação antecipada da compra do material que não encontrava-se disponível na região para pedidos com curto prazo de entrega; e, principalmente pelo projeto inadequado ao sistema proposto, já aceito e aprovado no órgão financiador.

Entende-se que por falta de um Projeto do Produto elaborado de forma adequada culminando em um Projeto para Produção de cada subsistema do empreendimento, muitas decisões de cunho imediatista foram tomadas na ocasião em que o empreendimento estava sendo executado, influenciando negativamente no prazo, custo e qualidade da obra, bem como no impacto ambiental gerado.

É de se esperar que, quando há a elaboração de projeto do produto de forma adequada, com detalhes construtivos bem definidos, há a minimização das dúvidas no momento da construção da edificação. A seguir apresenta-se alguns exemplos de melhorias no projeto que podem impactar positivamente a qualidade do produto como um todo:

- modulação de paredes, com dimensões dos blocos, peças estruturais, abertura de esquadrias, vergas e contra-vergas;
- definição da espessura de juntas horizontais e verticais;
- paginação de revestimentos de placas cerâmicas para pisos e paredes indicando ponto de início de assentamento e direções;

- detalhamento de cobertura, constando dimensões das peças de madeira ou aço e espaçamentos;
- detalhamento de pedras de bancadas, balcões, espelhos e soleiras.

No empreendimento analisado, a modulação de alvenarias somente foi elaborada após o início da construção. Posteriormente, antes do início das atividades de execução de revestimentos cerâmicos, também foi elaborada a paginação do revestimento com placas cerâmicas¹¹. Observando-se o memorial descritivo e o projeto arquitetônico elaborado, verificou-se que as dimensões das placas cerâmicas não estavam definidas e, portanto, foram escolhidas no momento da compra. O procedimento documentado da empresa que trata da aquisição de insumos, prevê que:

“O(A) Engenheiro(a) da obra analisa a Requisição de Insumos e Consulta de Preços: - Pedido está de acordo com cronograma da obra; - Datas para pagamento de acordo com plano de pagamentos; - Especificações corretas e completas (referência, código e marca); - Preços coerentes com valor da Planilha de Custos; - Prazo de entrega atende necessidade de execução [...] e, Com o demonstrativo preenchido o melhor fornecedor é selecionado conforme: prazo de entrega, qualidade do produto, preço com valor de impostos, frete e outros dentro da Planilha de Custos.”
(Fonte: Acervo da empresa)

Diante disso, a análise da engenharia limitou-se ao quantitativo (por metro quadrado) levantado nos projetos e às especificações de marca e PEI sugeridas no memorial descritivo, optando-se por uma cor clara e pelo menor preço encontrado, independente da dimensão, classe de absorção ou outras características requeridas de placas cerâmicas para revestimentos.

Ainda, não se pode esperar do Projeto Arquitetônico o que ele não oferece. Deve-se, sim, esperar que projetos complementares sejam elaborados no intuito de apresentar detalhamentos para a correta execução como por exemplo, o desenho da cobertura constando dimensões das peças de madeira e posicionamento das telhas. No

¹¹ Destaca-se que não foi possível medir consumos de placas cerâmicas antes e após o detalhamento do projeto, pois os dados já haviam sido coletados para encerramento deste trabalho.

empreendimento em questão, observou-se que a definição para a execução da cobertura partiu do empreiteiro, com base na experiência em executar telhados para esse tipo de obra.

Neste momento, pôde-se constatar que os processos estavam totalmente dependentes da mão de obra que executava as atividades na obra em detrimento de um projeto definido pela engenharia para a produção do empreendimento, mantendo-se técnicas estabelecidas pelos pedreiros, carpinteiros e outros, e, portanto, processos construtivos tradicionais.

A partir de tal constatação, entende-se que a adoção de práticas tradicionais pode implicar essencialmente na transferência das decisões de responsabilidade da engenharia, para a mão de obra que executa os serviços, reduzindo-se a qualidade das construções, gerando-se desperdícios e bloqueando a evolução das técnicas construtivas para o setor.

4.2.2 Projeto Estrutural

Em seguida, analisou-se o projeto estrutural que incluía os muros de arrimo, pilares, lajes, vigas baldrames e estacas. Os muros de arrimo foram executados pois, segundo as diretrizes estabelecidas pela CAIXA (2004), os mesmos devem ser utilizados em todos os cortes verticais, nos locais onde haja necessidade de manter os afastamentos/circulações mínimos exigidos, situação em que se enquadra as unidades habitacionais do projeto estudado. Também, de acordo com a CAIXA (2004) os muros de arrimo serão objeto de projeto específico, elaborado por profissional habilitado.

Entretanto, observou-se que o único documento disponível para execução do muro de arrimo foi o desenho apresentado na Figura 17, portanto, não houve elaboração de projeto. As dúvidas relacionadas à execução foram resolvidas na obra devido à ausência de detalhes. Para a definição da quantidade de fiadas devido às diferenças de níveis dos muros de arrimo ao longo dos lotes, necessitou-se do engenheiro responsável no momento da execução no canteiro de obras, pois não havia projetos para a execução. E, diante disso, não foi possível realizar o comparativo de cálculo para obtenção das perdas relacionadas à execução dos mesmos.

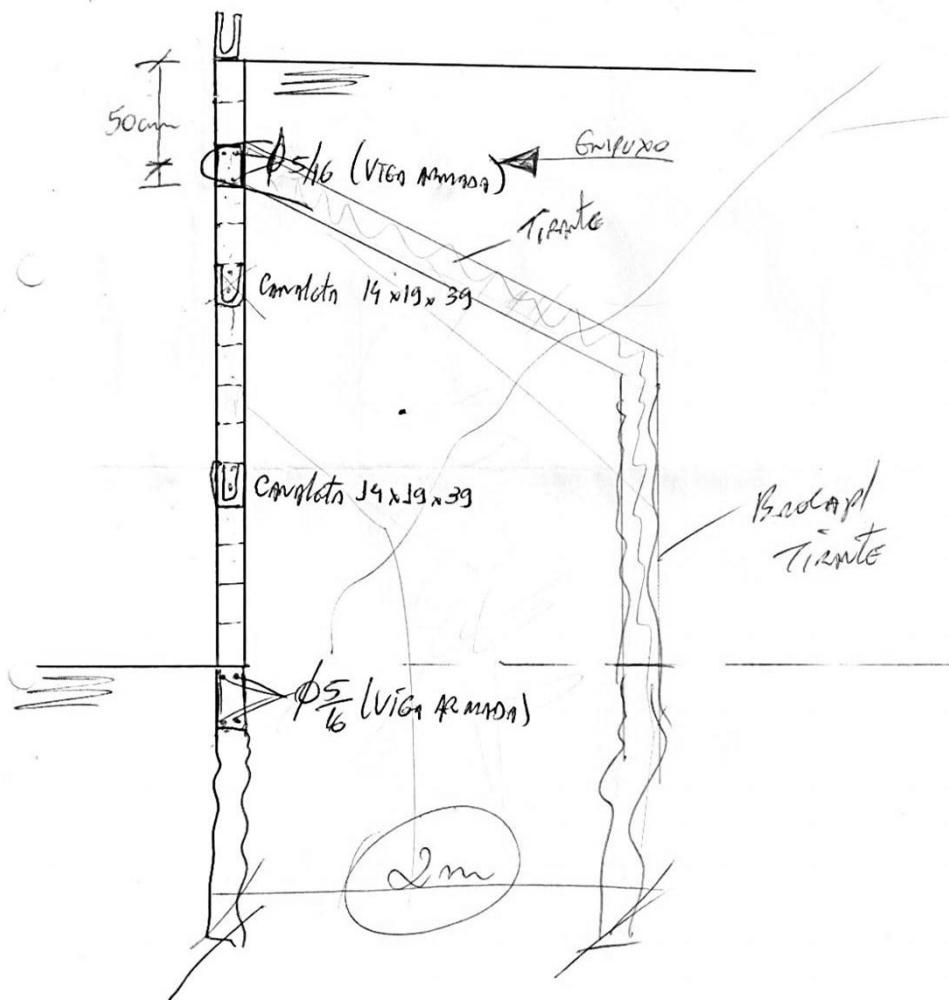


Figura 17 – Croqui do muro de arrimo
Fonte: Acervo da empresa

Já o projeto estrutural básico foi elaborado para a unidade habitacional, entretanto, o desenho apresentado na Figura 18, que foi adotado para as duas tipologias, ou seja, para execução da unidade de 60 m² não havia detalhe de formas para o dormitório adicional, assim, novamente a definição da forma de execução estava nas mãos do operário que deveria utilizar do projeto arquitetônico para materialização de parte das vigas baldramas no lote. E, neste caso, prevaleceu a prática tradicional de se utilizar o Projeto Arquitetônico para tudo e a inconsistência dos projetos e especificações.

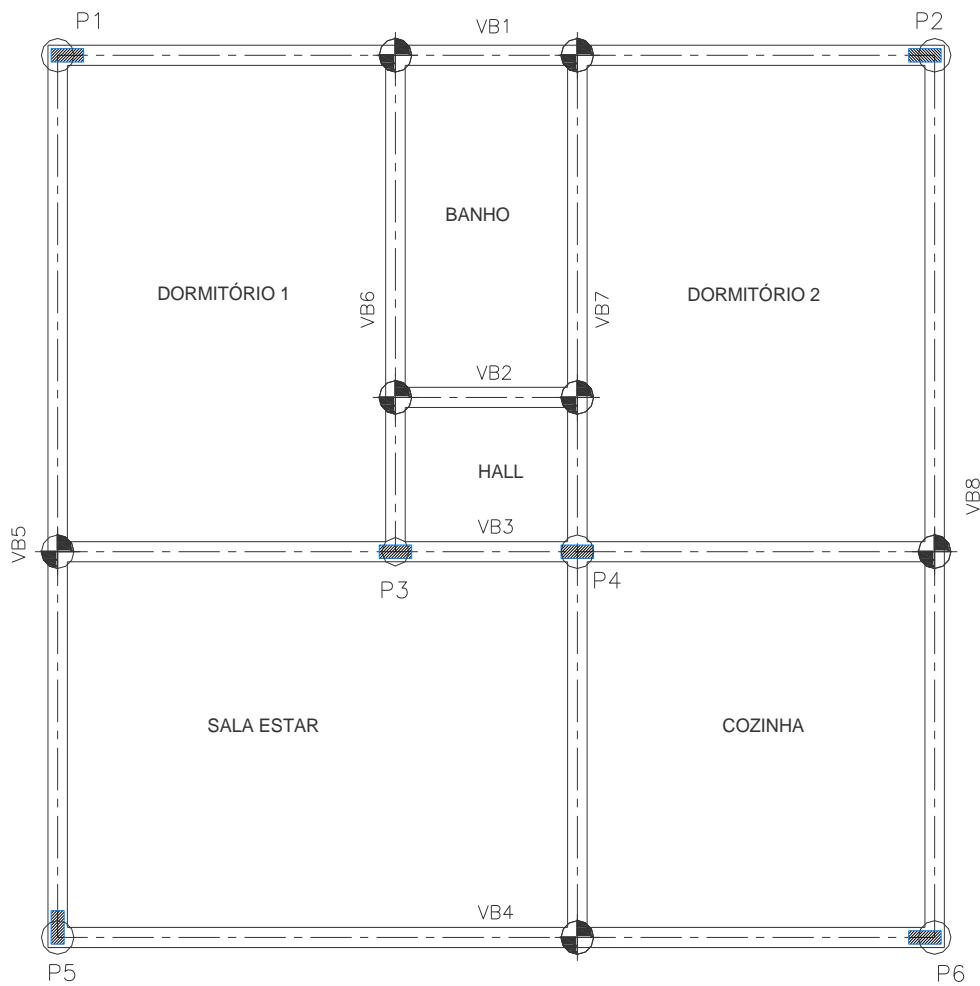
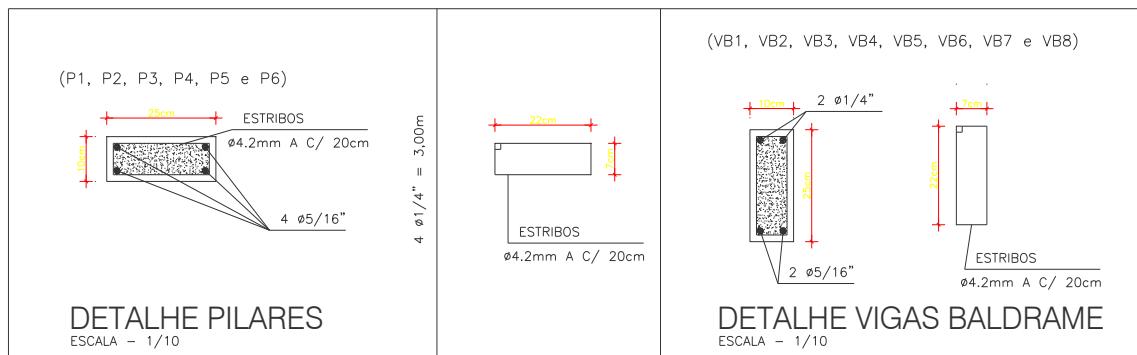


Figura 18 – Forma de vigas baldrames geral (sem escala)

Fonte: Acervo da empresa

Os detalhamentos gerais de seção das vigas e pilares (Figura 19), estacas manuais (Figura 20), lajes e respaldos (Figura 21) foram generalizados, não demonstrando, por exemplo, o comprimento total de barras de aço, as diferentes seções de pilares, a altura dos arranques e posicionamento das vigotas treliçadas na execução da laje. Ademais, observou-se que no projeto constava a utilização de concreto de 15 Mpa contrariando a NBR 6118 (2007) que prevê pelo menos 20 Mpa para concreto armado com fins estruturais, enfatizando a ausência de controle dos projetos utilizados para a execução.

Como nos processos analisados anteriormente, a execução dependia das decisões tomadas no canteiro de obras, muitas vezes pelo operário, comprovando as características dos processos construtivos tradicionais.



concreto $f_{ck} = 15 \text{ Mpa}$

Figura 19 – Detalhamento de pilares e vigas baldrame

Fonte: Acervo da empresa

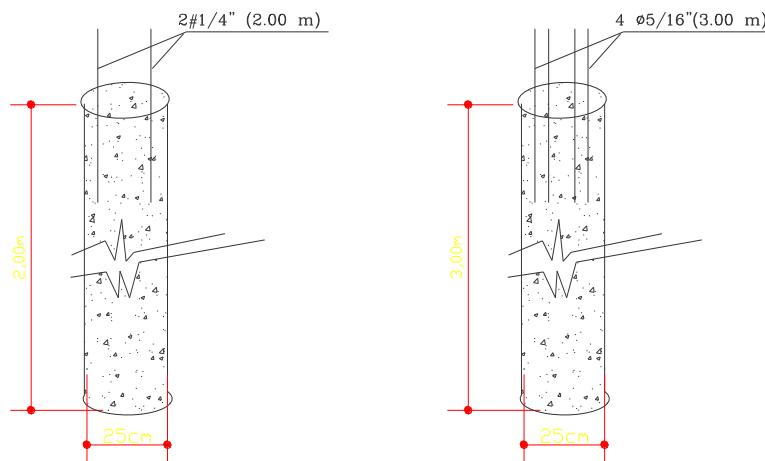


Figura 20 – Detalhamento de estacas manuais (sem escala)

Fonte: Acervo da empresa



Figura 21 – Detalhamento de viga de respaldo e lajes (sem escala)

Fonte: Acervo da empresa

4.2.3 Projeto de Instalações Hidráulicas

O projeto de instalações hidráulicas foi executado com o mínimo de informações para aprovação junto ao órgão competente (Departamento Municipal de Água e Esgoto – DMAE), assim, não possuía informações suficientes para que sua execução fosse feita sem a necessidade de improvisações e decisões na obra. Por exemplo, não constava o detalhamento isométrico das tubulações em escala maior, descrevendo não apenas a posição vertical dos pontos de esgoto e consumo, mas também as distâncias horizontais para o correto posicionamento em relação às peças estruturais e o *layout* arquitetônico. O referido detalhamento foi executado após o início dos serviços pelos responsáveis pela obra.

Em entrevista com o engenheiro responsável pela obra evidenciou-se que, no momento da concepção do produto, a empresa não identificou a possibilidade de utilização da bacia com caixa acoplada, tendo sido identificada apenas no momento em que foi realizada a tomada de preços das louças para aquisição, assim, com a execução em andamento, não foi possível realizar a alteração.

4.2.4 Demais projetos do produto

Dando sequência à análise, constatou-se que os projetos de terraplenagem e cobertura, considerados imprescindíveis para a produção não foram elaborados.¹²

As decisões sobre os cortes e acerto de terra foram tomadas no momento da execução pelo engenheiro responsável pela obra. Assim, supõe-se que não foi estudado o aproveitamento ideal dos lotes, com a devida redução de importação de terra pela ausência de projeto no momento da execução.

O projeto de telhado seria necessário para a definição das dimensões das peças e tipo de madeira utilizada, objetivando a utilização de peças inteiras em toda a extensão. Entretanto, o pedido de madeira para a cobertura foi realizado com base na experiência do carpinteiro terceirizado que executava os serviços, ficando este responsável pela decisão de

¹² O projeto de instalações elétricas e suas implicações não foram objeto de análise nesse trabalho.

especificações (tipo de madeira), dimensões e posicionamento das peças da estrutura de madeira na cobertura, gerando grande quantidade de “pontas” de peças de madeiras sem possibilidade de reutilização e ausência de padronização no processo produtivo.

4.2.5 Compatibilização dos projetos

A compatibilização de projetos é um dos itens do processo de gerenciamento do projeto. Durante o desenvolvimento dos projetos requeridos para um empreendimento e, após a elaboração dos mesmos, estes são analisados juntamente a partir da sobreposição entre eles no intuito de detectar interferências, eliminando-se a possibilidade de conflitos entre os componentes dos sistemas. Para projetos de construções tradicionais a quantidade de itens envolvidos torna-se consideravelmente maior se comparado ao processo não-convencional. Por exemplo, o Sistema Jet Casa, que possui as vedações como única etapa, englobando-se alvenarias, revestimentos argamassados ou substituição deste e, instalações elétricas, hidráulicas e esquadrias. Assim, torna-se menor a possibilidade de conflitos entre os sistemas de construções não-convencionais e consideravelmente maximizada a necessidade de uma compatibilização adequada para os projetos de construções tradicionais.

No estudo realizado, constatou-se que não houve uma preocupação com a compatibilização de projetos, e, por isso, problemas primários como divergências de tamanho de esquadrias entre o memorial e o projeto, e outros, foram constatados conforme segue:

- dimensões do basculante do banheiro: o projeto previa $40 \times 50\text{cm}$ e o quadro de esquadrias especificava $60 \times 60\text{cm}$;
- dimensões da janela da cozinha: o memorial descritivo previa $150 \times 100\text{cm}$ enquanto o quadro de esquadrias previa $100 \times 100\text{cm}$;
- dimensões da bancada apresentadas na planta baixa em divergência com o que estava apresentado memorial descritivo;
- detalhes da paginação de piso apresentados na planta baixa (área frias) deveriam ser executados em toda a unidade habitacional e com dimensões ainda não definidas em memoriais ou projetos;
- tipo de telha – o tipo de telha apresentado no projeto foi a telha tipo plan e o memorial previa telha tipo americana;

- Inclinação do telhado – a inclinação do telhado apresentada no projeto foi de 30%, sendo que para as telhas americanas a inclinação mínima é em torno de 36% variando com a indicação do fabricante.

O que se espera de um projeto do produto de qualidade é que no mínimo, haja a compatibilização entre o previsto no projeto arquitetônico e nos memoriais que possibilitem a verificação antes da liberação das plantas para o início da execução. Espera-se que haja também, a compatibilização entre os projetos arquitetônicos, estruturais, de instalações, etc., de tal forma que, mesmo expressas na forma de diferentes tipos de projeto, a sua composição seja o projeto do produto que se queira executar. A simples sobreposição das plantas dos diversos projetos é uma forma prática de analisar a compatibilidade entre eles e localizar as principais incongruências. Além disso, faz-se as seguintes sugestões:

- (a) Arquitetura, estrutura e fundação – para a verificação de compatibilidade dos projetos de arquitetura, fundação e estrutura, deve-se, além de realizar a sobreposição dos três projetos em planta, verificar:
 - a espessura das alvenarias em relação às peças da estrutura;
 - a conferência dos desenhos dos cortes nos dois eixos;
 - a verificação dos níveis de piso apresentados nas plantas;
 - o dimensionamento das esquadrias e peitoris;
 - locação de pilares e vigas em relação à arquitetura;
 - dimensionamento das peças em relação ao pé-direito
- (b) Instalações hidráulicas, elétricas e de telefonia – igualmente, os projetos de instalações devem ser sobrepostos aos projetos de fundação, estrutura e arquitetura, afim de verificar:
 - o posicionamento das caixas de passagem e grelhas em relação à arquitetura;
 - o posicionamento das prumadas em relação às peças da estrutura e alvenarias;
 - o posicionamento dos pontos de consumo e esgotamento em relação à arquitetura e peças da estrutura;
 - o posicionamento das tubulações em relação à Arquitetura e peças da estrutura;

- o posicionamento dos pontos das instalações em relação ao *lay-out* da Arquitetura.

Para o empreendimento analisado, não foi possível realizar a sobreposição de plantas, pela inexistência de projetos adequados de fundações, estrutura e instalações.

4.2.6 Compatibilidade dos projetos com o memorial descritivo

Como para a CAIXA, o memorial descritivo sobrepuja os desenhos das plantas, deve-se primar pela compatibilidade deste com os projetos e, pela descrição adequada das especificações completas, inclusive dimensões, cor, modelo e marca quando aplicável.

O memorial descritivo detalhado é essencial para o complemento das informações constantes no projeto, portanto, deve constar além dos itens descritos, aqueles que completam as informações e que garantam a correta aquisição e utilização na obra. O memorial descritivo elaborado pela construtora foi com base no modelo apresentado pela regional da CAIXA. A partir do qual realizou-se uma análise passo a passo, encontrando-se divergências em relação aos projetos e que foram apresentadas no Anexo 1.

Assim, para o memorial analisado, identificou-se que os itens faltantes ou incompletos geraram dúvidas durante a execução, pois a obra em alguns momentos utilizou o projeto básico como única referência para execução de serviços, enquanto que as informações constantes no memorial estavam mais completas. Em outros momentos foram tomadas decisões pela equipe de obra, em virtude da ausência de informações claras em ambos: projetos e memorial; como por exemplo a espessura dos alizares das portas de madeira, onde não há definições de espessura detalhadas no memorial.

4.2.7 Especificação de materiais

Para o Empreendimento “A”, as especificações de materiais não foram bem definidas ou não foram seguidas na íntegra. A empresa definiu por outras especificações que não comprometeram a qualidade do produto final, entretanto, com definições diferentes das que constavam no memorial, na tentativa de minimizar o custo final da obra. Como exemplo pode-se citar que os metais não foram especificados por modelo, padrão e

desempenho, mas foram definidos como da marca Fani, Sigma ou Forusi e sem especificações de modelo no memorial descritivo, e adquiridos os metais da marca Kelly que apresentaram um preço menor para a linha *light*, modelo C-23. De igual modo aconteceu com as louças, que foram especificadas como sendo da marca Hervy ou Santa Clara, sem modelo definido, foram adquiridas da marca Fiori, linha Fiori, modelo BC-01.

Ocorre que, para a escolha dos materiais, deve-se especificar o modelo, padrão e desempenho sem detalhar a marca ou o fabricante, e atentar para a “regionalidade” dos mesmos, ou seja, precisa-se de materiais facilmente encontrados no local ou região de produção da obra minimizando-se os custos com transporte e consumos relacionados a este. Mesmo assim, o momento de escolha deve fazer parte da fase de desenvolvimento do produto e as definições não podem acontecer no momento da execução, quando as limitações de projeto referentes à geometria, dimensões e outras variáveis, já foram consolidadas.

Entende-se que a ausência de informações completas e corretas abre precedentes para a transferência de decisões relacionadas à escolha dos materiais. O comprador que prima pela negociação que produz resultados diretos no custo do empreendimento, passa a ter a autonomia para definir a dimensão das placas cerâmicas, cores e tipo de acabamento das tintas, especificações de pedras e outros. Por fim, o operário que executa o serviço, desenvolve suas atividades com base no material recebido e não nos desenhos e critérios estabelecidos nos projetos disponíveis na obra. A seguir apresenta-se as especificações incompletas de materiais definidos no memorial descritivo do empreendimento:

- cerâmica PEI IV da marca M1, M2 ou M3¹³ – na especificação não constava dimensões das peças cerâmicas ou cores. Ainda, dever-se-ia especificar o grau de absorção de água exigido para o revestimento;
- chapisco, reboco (massa paulista) – para as especificações de revestimentos argamassados deveria ser evidenciada a espessura e traço a ser adotado;
- selador acrílico sobre reboco e pintura látex PVA (M1, M2, M3) – para as especificações de pintura, deveria ser considerada a quantidade de demãos e

¹³ Para preservar as informações das marcas utilizou-se “M” e numeração sequencial como identificação

definição de cores para cada marca especificada, pois influencia no acabamento final;

- beiral em telha cerâmica com madeiramento aparente envernizado ou estrutura metálica – o verniz a ser aplicado no beiral deveria ter especificação de tipo (acetinado, brilhante ou fosco) e, ainda, definição de cor (incolor, mogno ou outro);
- tinta esmalte (M1, M2, M3, M4) com 2 demãos – para a tinta esmalte foi definida a quantidade de demãos, entretanto, não foi definido o tipo de acabamento do esmalte (brilhante, fosco, acetinado) e a cor a ser utilizada;
- nas esquadrias de madeira será aplicado verniz (M1, M2, M3, M4) em 2 demãos – o verniz a ser aplicado no beiral deveria ter especificação de tipo (acetinado, brilhante ou fosco) e, ainda, definição de cor (incolor, mogno ou outro);
- soleiras e peitoris em granito cinza – faltou a definição do tipo de granito, acabamento das pedras e dimensões das mesmas;
- metais: cromados marca M1, M2 e M3 – não existia a definição de modelo dos metais e diâmetros;
- pia de cozinha 140 x 55 cm em ardósia ou granito cinza polido – faltou a definição do tipo de granito e acabamento das pedras.

4.2.8 Detalhamento de projetos

O único projeto disponível para o empreendimento analisado era o mesmo aprovado pela Prefeitura e demais órgãos competentes sem a devida compatibilização, sem detalhamentos, sem revisões e sem possibilidade de serem utilizados para a produção de uma obra, por isso, pôde-se comprovar tomada de decisões na obra pela ausência de informações que subsidiasssem a ação dos profissionais da produção.

Desta forma, neste trabalho, optou-se por simular a elaboração de projetos que tivessem as definições de materiais de revestimento e vedações no momento do desenvolvimento de projetos, no intuito de demonstrar o impacto gerado para o empreendimento. Assim, adotou-se o revestimento cerâmico de piso nas dimensões $30 \times 30\text{cm}$ (facilmente encontrado no mercado com certificação do Centro Cerâmico Brasileiro – CCB). Para a alvenaria foi adotado o bloco cerâmico $9 \times 19 \times 24\text{cm}$, o mesmo utilizado no

empreendimento estudado, entretanto as dimensões dos ambientes foram adequadas a ambos antes da execução.

Percebe-se que após definição das dimensões dos ambientes no projeto básico é possível definir as paginações de alvenaria de revestimentos cerâmicos de piso e paredes, desde que os revestimentos sejam escolhidos nesse momento. Assim, o projeto inicialmente com 46,40 m² de área interna incluindo alvenarias, passaria para 47,52 m², conforme Figura 22, gerando um custo adicional previsto da ordem de R\$ 694,40¹⁴ por casa de 2 dormitórios executada. Considerando-se que o empreendimento analisado possui 141 UH dessa tipologia, o custo adicional total para o empreendimento seria da ordem de R\$ 97.910,40.

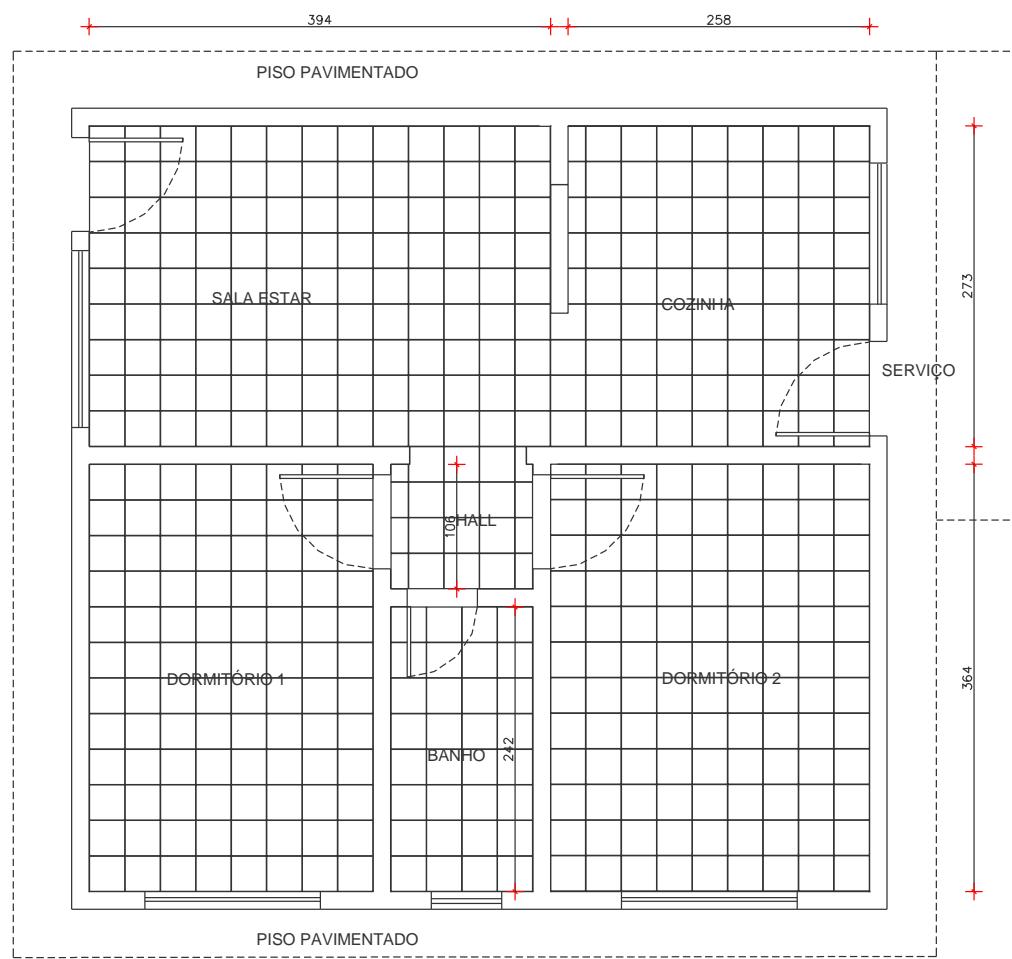


Figura 22 – Planta baixa 47,52 m²

¹⁴ Valor do orçamento por metro quadrado do empreendimento “A”, conforme banco de dados da empresa, atualizado para agosto/2011.

O Quadro 6 ilustra o comparativo das dimensões atuais para o projeto de 2 dormitórios e o projeto com as dimensões adequadas à placa cerâmica de $30 \times 30\text{cm}$ escolhida como melhor opção para esse tipo de projeto.

Quadro 6 – Comparativo de áreas e consumo de placas cerâmicas para a UH de 50 m^2

Comparativo para a Unidade Habitacional de 50 m^2

	Área Antes	Quantidade de placas 41 x 41cm	Área Depois	Quantidade de placas 30 x 30cm
Corpo da casa	46,40		47,52	
Piso Interno	40,27	266	41,27	454
Sala	10,49	54	10,73	117
Dormitório 1	8,70	63	8,81	96
Dormitório 2	9,23	70	9,90	108
Banho	3,00	18	2,95	32
Hall	1,64	12	1,68	20
Cozinha	7,21	49	7,20	81

Com os valores apresentados no Quadro 7, percebe-se que há uma perda calculada de 11% de revestimento cerâmico de pisos sem rodapé para o projeto inicial e placas de $41 \times 41\text{cm}$, enquanto que para o projeto proposto com placas de $30 \times 30\text{cm}$, a expectativa é de perda quase nula, conforme demonstrado a seguir.

Quadro 7 – Comparativo de áreas de revestimento de piso da unidade habitacional analisada e unidade habitacional proposta

	Área calculada para o consumo de placas cerâmicas	Área real a revestir	Perda
UH – $46,40\text{ m}^2$	$266 \text{ placas} \times 0,41 \times 0,41 = 44,72\text{ m}^2$	$40,27\text{ m}^2$	11,05% ($4,45\text{ m}^2$)
UH – $47,52\text{ m}^2$	$454 \text{ placas} \times 0,30 \times 0,30 = 40,86\text{ m}^2$	$41,27\text{ m}^2$	0%

Observa-se que a área total a ser revestida na unidade proposta, é menor que o consumo de revestimento. A situação acontece quando utiliza-se apenas revestimentos inteiros e sem recortes sendo a diferença negativa justificada pela área ocupada pelas juntas de assentamento do piso.

Para o revestimento de piso em placas cerâmicas, o valor pago pelo metro quadrado foi de R\$ 7,08, assim, para 141 UH desta tipologia, teríamos o seguinte valor adicional para o empreendimento:

$$141 \text{ UH} \times (44,72 - 40,86) \text{ m}^2 \times \text{R\$ 7,30} = \text{R\$ 3.973,10}$$

Seguindo-se a mesma metodologia, para o revestimento de paredes teríamos os seguintes valores, conforme demonstrado no Quadro 8.

Quadro 8 - Comparativo de áreas de revestimento de parede da unidade habitacional analisada e unidade habitacional proposta

	Área calculada para o consumo de placas cerâmicas	Área real a revestir	Perda
UH – 46,40 m²	209,5 placas x 0,30 x 0,40 = 25,14 m ²	20,45 m ²	22,93% (4,69 m ²)
UH – 47,52 m²	248 placas x 0,30 x 0,30 = 22,32 m ²	22,11 m ²	0,95% (0,21 m ²)

$$141 \text{ UH} \times (25,14 - 22,32) \text{ m}^2 \times \text{R\$ 7,30} = \text{R\$ 2.902,63}$$

Juntamente, seria obtida uma otimização do projeto para produção da vedação conforme demonstrado no consumo de blocos cerâmicos 9 × 19 × 24cm para as paredes das UH de 50 m² sem oitões:

2252 blocos (após a paginação do projeto utilizado)	2166 blocos (para o projeto proposto)
---	---------------------------------------

$$141 \text{ UH} \times 86 \text{ un} \times \text{R\$ 0,55} = \text{R\$ 6.669,30}$$

Como o foco desta unidade é o dimensionamento dos ambientes, não considerou-se consumos de argamassas e rejuntamentos.

Sabe-se que o total de valores adicionais com o aumento de área para essa tipologia seria de R\$ 97.910,40 e o total esperado de redução com a minimização de perdas seria de R\$

13.545,03, o valor a ser acrescido no empreendimento para a utilização de uma concepção racionalizada para os ambientes do projeto, seria de R\$ 84.365,37 para 141 UH. Tal valor representa 1,86% do total na execução das unidades de 50 m², ou seja, R\$ 12,90/m² e ganho real de área de 1,12 m² por unidade.

Com esse resultado, demonstra-se que o momento de decisão em relação aos processos construtivos e materiais do empreendimento devem acontecer na fase de concepção do produto e não na fase de execução da obra. Quando trata-se de um empreendimento executado de forma convencional distancia-se da possibilidade de padronização, que para os sistemas não-convencionais são pré-definidas pelo próprio sistema construtivo no momento de concepção do produto.

4.3 EXECUÇÃO DA OBRA

4.3.1 *Layout* do canteiro

O canteiro analisado foi posicionado em área institucional cedida pela Prefeitura Municipal localizada entre duas quadras onde foram implantadas unidades habitacionais do referido empreendimento. Por ser uma obra horizontal e de grandes distâncias, os processos intermediários adotados dificultaram a produtividade, aumentando o desperdício e onerando os custos do empreendimento. Ressalta-se que os valores não foram levantados para o estudo, entretanto, para o aumento da eficiência é preciso melhorar os fluxos de produção para a redução das parcelas de atividades que não agregam valor.

Para a produção de concreto e argamassa foram utilizados pares de betoneiras, (sendo dois em cada quadra) responsáveis pela produção de aproximadamente 50 unidades habitacionais. As distâncias percorridas para o transporte de cimento e cal do almoxarifado do canteiro de obras ao local de produção eram de aproximadamente 200 metros. Posteriormente, após início da obra, foi executado um local para armazenamento de sacarias próximo às betoneiras, entretanto, mesmo tendo minimizado as distâncias para transporte, pôde-se observar a perda de controle por parte dos almoxarifes que cuidavam do estoque e dificuldade para os vigias noturnos, culminando no retorno para o armazenamento central e consequente existência de fluxos que não agregam valor ao produto.

4.3.2 Gestão de Materiais

4.3.2.1 Recebimento de Materiais

O recebimento de materiais seguiu critérios definidos em procedimentos específicos da empresa e baseados nas Normas Técnicas aplicáveis. Pôde-se evidenciar que, pelo grande volume de insumos gerados, o almoxarife não conseguia realizar todas as inspeções que deveriam ser feitas no recebimento e, por isso, havia uma solicitação para a contratação de um auxiliar que realizasse as inspeções de campo, entretanto, essa constatação não havia sido efetivada até o final das atividades de observação da obra.

Assim, materiais como os blocos cerâmicos, telhas e agregados (que eram armazenados próximos aos locais de produção das unidades habitacionais) eram descarregados sem nenhum controle de recebimento e posteriormente o motorista do caminhão encaminhava a nota fiscal ao almoxarife no canteiro central. Esse fato contraria o procedimento de recebimento de materiais previsto pela própria empresa, nos quais haviam fichas de verificação de materiais específicas para cada tipo e com itens de verificações relacionados de forma sucinta. No Anexo 2 está ilustrada a Descrição de Materiais (DM) para verificação e correto armazenamento do Bloco Cerâmico e as ilustrações constantes na NBR aplicável para aceitação dos blocos, também disponível na mesma DM.

4.3.2.2 Armazenamento de Materiais

O armazenamento de aglomerantes e agregados exige o uso de áreas significativas, impactando nos custos e na logística do canteiro de obras. A Figura 23 **Erro! Fonte de referência não encontrada.** ilustra o armazenamento de cimento que, no caso, estava fora das especificações, pois apresentava pilhas com 14 sacos, enquanto que o empilhamento máximo recomendado pelos fabricantes é de 10 sacos.

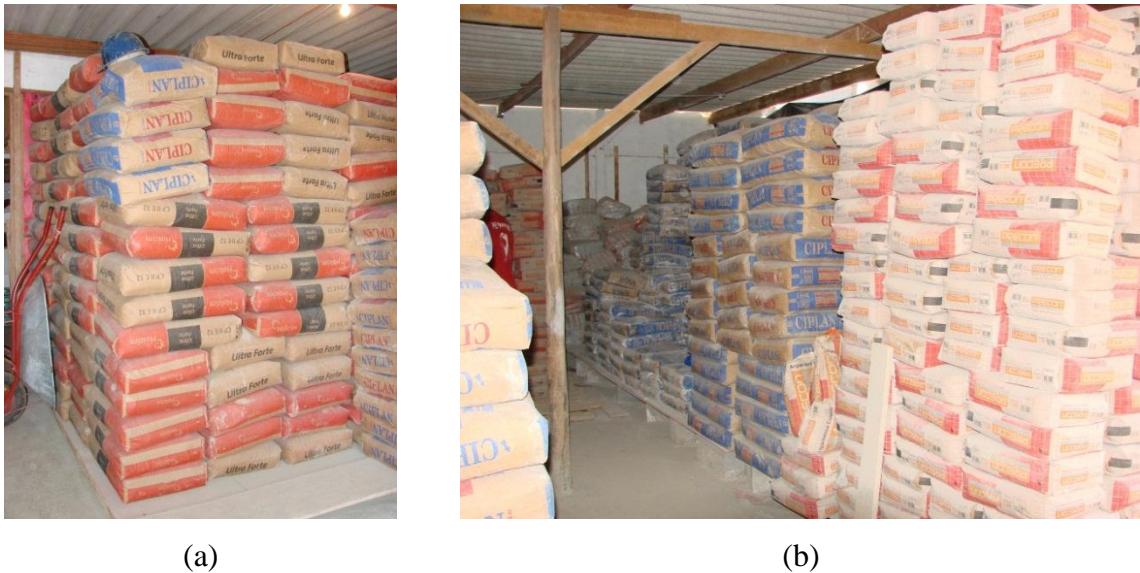


Figura 23 – Armazenamento de cimento, cal e argamassa colante
Fonte: Acervo da pesquisa

Para o armazenamento da cal são requeridos espaços ainda maiores, pois as embalagens têm peso líquido menor que as do cimento e as quantidades nos traços são praticamente dobradas. Associado a esta demanda há a preocupação com as distâncias geradas até o local de produção, que geram um tempo improdutivo dos funcionários no traslado para retirada do material e transporte para o local de utilização. A Figura 23(b) ilustra o armazenamento da cal no almoxarifado, também em altura incompatível com o especificado pelo fabricante.

Ainda, na Figura 24 ilustra-se o armazenamento de agregado graúdo e miúdo, onde se observa contaminação e mistura entre eles, o que torna a dosagem incerta. Tal situação poderia ser minimizada pela utilização de concreto e argamassa usinada, o que será tratado no próximo item.



Figura 24 – Estoque de brita e areia na central de concreto
Fonte: Acervo da pesquisa

4.3.3 Execução de serviços

No empreendimento analisado nesse trabalho os serviços foram executados por terceirizados, conforme treinamento em procedimentos documentados específicos da empresa, as Instruções para Execução e Inspeção de Serviços de Obras – IES (Anexo 3) e projetos básicos. As verificações de serviços aconteciam conforme as IES que compreendiam o procedimento de execução passo a passo e a metodologia, amostragem e critérios para aceitação no momento da verificação na obra. Contudo, não se mantinham atualizados os treinamentos para a execução dos serviços. Isso se deve à alta rotatividade e ausência de autoridade junto aos funcionários dos empreiteiros que queriam somente aumentar a produção. Deve-se considerar que, juntamente com essa necessidade de ganho na produtividade, está o aumento da tomada de decisão por parte do empreiteiro no canteiro, muitas vezes justificada pela insuficiência de projetos, convergindo para falta de engenharia no processo produtivo.

Após verificação do serviço em todas as etapas de execução da obra, os resultados eram anotados na Ficha de Verificação de Serviços de Obra, apresentada no Anexo 4. As anotações serviam para liberação da etapa posterior à execução e para a melhoria do processo produtivo, devido a minimização de riscos de reincidências durante a execução em outras unidades habitacionais. Apesar disso, identificou-se que as verificações não estavam sendo realizadas com o intuito de trazer o benefício esperado, mas apenas para o cumprimento de exigências do sistema de qualidade da empresa.

Como parte do processo de execução de alvenarias, revestimentos e peças estruturais, havia a produção dos concretos e argamassas no canteiro de obras. A Figura 25 ilustra um local de produção de concreto. Observa-se que os agregados encontravam-se misturados, mesmo após a separação com tábuas de madeira, isso devido à ausência de controle na descarga ocasionada pelo volume excessivo e distâncias a serem percorridas no canteiro, já diagnosticados anteriormente.



Figura 25 – Local de Produção de Concreto
Fonte: Acervo da pesquisa



Figura 26 – Local de produção de argamassa
Fonte: Acervo da pesquisa

A produção de argamassa, assim como a do concreto, acontecia em diversos pontos no canteiro, em cada quadra. A Figura 25 ilustra a dispersão do material provocando o desperdício e a deposição inadequada dos resíduos. Outro procedimento inadequado, demonstrado na Figura 26, é a utilização da via para colocação da betoneira e do transporte utilizado para a sacaria, o que pode gerar acidentes de trânsito com veículos e multas para a empresa.

O fato de se utilizar várias mini-usinas de concreto e argamassa na obra, embora tenham um impacto positivo em relação à distância a ser percorrida para utilização do material, gerou um aumento na quantidade de operários e diminuição da possibilidade de controle do processo. Percebeu-se que mesmo com o treinamento realizado para os profissionais dos empreiteiros com o objetivo de promover a utilização de padiolas para os agregados e controle da quantidade de água na produção das misturas, não foi evidenciado um resultado satisfatório. O fato foi visto de duas formas: pela constatação *in loco* da falta de utilização das padiolas e recipiente medidor de água e, pelos resultados de controle tecnológico que forneceram valores, em alguns casos, da ordem de 9 MPa. Assim, novamente verifica-se que quanto mais o “saber” está nas mãos do operário na obra, menos racionalizado se torna o processo, e tais fatores, podem ser resolvidos com o aumento do grau de industrialização dos processos convencionais.

Foi possível identificar que, mesmo com processos bem definidos, torna-se difícil o gerenciamento de tantas variáveis relacionadas à execução de algumas etapas auxiliares para os serviços da obra, como: a produção de argamassas; concretos; vergas e contra-vergas produzidas com a alvenaria; e, ausência de projetos executivos detalhados.

Evidencia-se, portanto, que o empirismo, a intervenção de leigos e as improvisações que há décadas perdura no setor, são problemáticas constantes no sistema construtivo executado de forma tradicional, e novamente melhorar o grau de industrialização e consequente racionalização do processo convencional torna-se essencial.

4.3.4 Argamassa e concreto usinados

Pode-se evidenciar que a produção de argamassa e concreto no local de execução da obra torna-se um gargalo do processo construtivo convencional, pois tais materiais estão presentes em diversas etapas da obra, requerem um controle mais apurado e, ainda precisam de vários itens de apoio que exigem grandes espaços de canteiro e maior número de profissionais envolvidos, como apresentado a seguir:

- grande espaço para estoque de cimento e cal;
- grande quantidade de betoneiras;
- profissionais exclusivos para operar betoneiras e peneirar a areia;
- plano de manutenção de betoneiras;
- espaço para baías de areia e brita;
- carrinhos para dosagem adequada;
- equipamentos para transporte do concreto e argamassa para o local onde será utilizado.

Ainda, mesmo com os traços definidos e equipamentos adequados para dosagem, mantê-la constante em cada traço gerado e a garantir a qualidade da argamassa no canteiro de obras é extremamente difícil, pois:

- não se controla a umidade da areia;
- a trabalhabilidade está ligada ao *feeling* do pedreiro e não à dosagem racional.

A seguir tem-se a composição de custos da argamassa preparada em obra, apresentada no Quadro 9. E, analisando-se os custos da argamassa e do concreto dosados em obra com os fornecidos por usina, pode-se concluir que, a princípio não há grande vantagem financeira na produção na obra.

Quadro 9 – Custo¹⁵ da argamassa produzida em obra

AGREGADOS E AGLOMERANTES		
MATERIAL	UNIDADE	CUSTO (R\$)
Cimento CP II	50 kg	18,00
Cal CH III	20 kg	6,90
Areia Média/Fina	m ³	50,00
TRAÇO EM VOLUME UTILIZADO NA OBRA		
Cimento: Cal: Areia	1	2
Cal: Areia		1
Cimento: Argamassa		10
CONSUMO DE ARGAMASSA / m ³		
MATERIAL	UNIDADE	QUANTIDADE
Cimento CP II	50 kg	4
Cal CH IIII	20 kg	12
Areia Média/Fina	m ³	1,2
CUSTOS DIRETOS DE ARGAMASSA / m ³		
MATERIAL	QUANTIDADE	
Cimento CP II	72,00	
Cal CH IIII	82,80	
Areia Média/Fina	60,00	
Custo total de materiais (R\$):		214,80
CUSTOS INDIRETOS DE ARGAMASSA / m ³		
CONSUMO	Custo (R\$)	
Água	0,40	
Locação de betoneira	0,91	
Energia	0,58	
Mão de obra para produção da argamassa	10,41	
Total parcial de custos indiretos (R\$):		11,40
Custo total¹⁶ (R\$):		227,00

A argamassa de 1,5 MPa a 3,0 MPa fornecida por uma usina para o assentamento de blocos cerâmicos sem função estrutural tem o custo de R\$ 210,00 / m³⁽¹⁷⁾. A argamassa usinada de 2,5 MPa a 4,5 MPa para o revestimento de paredes, objeto do estudo apresentado no

¹⁵ Preços obtidos em indústria de cimento, empresa de extração de areia e loja de material de construção, todos fornecedores da cidade de Uberlândia da empresa analisada. Data base junho de 2011.

¹⁶ Custos indiretos não considerados: Perda de materiais; Mão de obra envolvida (incluindo suprimentos e almoxarifado); Estocagem e recebimento de materiais (frete e descarga); Falta de uniformidade dos traços; Controle tecnológico; Acompanhamento técnico da dosagem; Logística de canteiro (transporte e distribuição); Apresentação e limpeza do canteiro de obras.

¹⁷ Valor informado pela Empresa Justmix de Uberlândia em Junho de 2011

Quadro 9 tem o custo de R\$ 235,00 / m³.

Mesmo com uma diferença de R\$ 8,00 apresentada no valor da argamassa usinada, deve-se ressaltar que os custos indiretos não considerados para a produção da mistura em obra e a dificuldade de padronização na produção são fatores *sine qua non* na decisão pela melhoria do processo produtivo.

No caso da utilização de argamassa pronta, o local de produção de argamassa com betoneira e separação de agregados e necessidade de área para armazenamento, seria substituído por caçamba (Figura 27) que estoca a mistura pelo período de tempo determinado pelo fornecedor. O número de operários e atividades seria reduzido e a distância a ser percorrida para o uso do material seria menor.



Figura 27 – Caçamba para estoque da argamassa pronta
Fonte: Acervo da autora

4.3.5 Execução de vergas e contravergas premoldadas

Como parte da tentativa de minimização dos erros na produção das vedações, dever-se-ia produzir vergas e contravergas em central de pré-moldados e em dimensões que possibilitassem seu uso tanto em portas e janelas conforme projetos detalhados, reduzindo-se o tempo de produção da alvenaria e melhorando a paginação da mesma evitando-se maior quebra dos blocos assentados.

A Figura 28 apresenta exemplos de vergas e contravergas que poderiam ser produzidas no canteiro de obras. Nota-se que o processo é simples e passível de implantação com baixos investimentos, pois utiliza-se formas de madeira com definição das dimensões e pequenos

espaços para a produção da quantidade necessária para atendimento à execução das alvenarias.



Figura 28 – Exemplos de Vergas e Contravergas produzidas em canteiro
Fonte: Acervo da autora

4.4 CÁLCULO DAS PERDAS

Para constatação da necessidade de melhoria entre o planejamento e execução de empreendimentos de interesse social com sistemas convencionais, levantou-se as perdas decorrentes do processo antes e depois da implantação de algumas soluções simplificadas objetivando a racionalização, a fim de evidenciar a necessidade e possibilidade de melhoria do nível de industrialização no canteiro de obras. Ambos os valores foram comparados com as quantidades necessárias para a execução de cada serviço, calculadas com base no projeto.

Para a análise, optou-se por materiais básicos e de elevado consumo nas obras executadas pelo processo tradicional, conforme segue:

4.4.1 Cimento

O cimento é um material utilizado em várias fases do processo. Para o empreendimento estudado utilizou-se o cimento para as seguintes atividades analisadas:

- concreto para fundações;
- concreto para estruturas (pilares e lajes);
- concreto para vergas e contravergas;
- concreto para passeios e calçadas;
- argamassa para assentamento de blocos cerâmicos;
- argamassa para revestimento de paredes e tetos.

Como foi destacado anteriormente, durante a execução da obra, pôde-se observar que havia dificuldades no controle de produção do concreto e da argamassa. Para a análise dos dados da Tabela 1, é importante ressaltar as seguintes constatações:

- a definição da resistência requerida em projeto para o concreto (15 MPa) não estava adequada ao que exigido pela NBR 6118 (2007), que prevê para a classe I de agressividade, pelo menos 20 MPa;
- na obra não foi observado especificação de traço, sequer para o cumprimento dos 15 MPa definidos em projeto;
- não havia controle de dosagem;
- os funcionários operadores das betoneiras não tinham equipamentos adequados para produção, como as padiolas;
- os funcionários operadores das betoneiras não foram treinados para efetuar dosagem, assim, a pá foi o instrumento mais utilizado para medição dos materiais utilizados na produção de concreto e argamassa;
- não havia o controle de umidade dos agregados.

Para minimizar o desperdício no consumo de materiais para a produção de concretos e argamassas, realizou-se treinamentos e inclusão da padiola para agregados como forma de padronizar o traço produzido e recipiente para medida correta da quantidade de água a ser utilizada na mistura.

Tabela 1 – Demonstrativo de consumo de cimento por tipo de serviço na produção de concreto

SERVIÇO EXECUTADO	CASA 2D - 22UH							CASA 3D - 28UH							
	quantidades			após ***			quantidades			antes **			após ***		
	necessária*	antes**		un	total	% perda	un	total	% perda	un	total	% perda	un	total	% perda
Cimento Portland CP II E 32 (50kg)	Fundações	13	286	15	330	15,38%	14	308	7,69%	15	420	20,00%	17	476	13,33%
	Pilares	2,2	48,4	3	66	36,36%	2,5	55	13,64%	2,9	81,2	3,45%	3	84	3,45%
	Laje	18	396	16	352	-11,11%	20	440	11,11%	20	560	-10,00%	21	588	5,00%
	Vergas e contravergas	2	44	3	66	50,00%	2	44	0,00%	3	84	33,33%	3	84	0,00%
	Passeios	15	330	20	440	33,33%	17	374	13,33%	17	476	23,53%	18	504	5,88%
		50	1104,4	57	1254	13,5%	56	1221	10,6%	58	1621,2	10,5%	62	1736	7,1%

* necessária – quantidade teórica necessária para execução | ** antes – quantidade apontada em obra durante a execução do serviço | *** após – quantidade apontada em obra após a implantação de medidas para padronização da produção

No período em que se pode acompanhar a produção e observar a diferença de consumo de cimento após a implantação de tais medidas, foi possível constatar que para o concreto produzido nos serviços de fundações, pilares, lajes, vergas, contravergas e passeios para a unidade de 50 m², a perda que anteriormente era de 13,5% em relação à quantidade necessária para a produção, passou para 10,6%, calculadas por unidade de embalagem de cimento (50 kg) conforme demonstrado a seguir e apresentado no Gráfico 1.

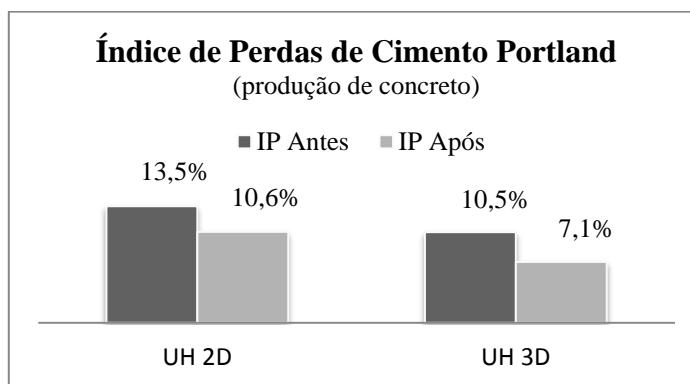


Gráfico 1 – Índice de perdas de Cimento Portland na produção do concreto das fundações, pilares, lajes, vergas, contravergas e passeios

Unidade Habitacional de 50 m²

$$\text{IP \% perda antes} =$$

$$((57 - 50,2)/50,2) \times 100 = 13,5\%$$

$$\text{IP \% perda após} =$$

$$((55,5 - 50,2)/50,2) \times 100 = 10,6\%$$

Unidade Habitacional de 60 m²

$$\text{IP \% perda antes} =$$

$$((64 - 58)/58) \times 100 = 10,5\%$$

$$\text{IP \% perda após} =$$

$$((62 - 58)/58) \times 100 = 7,8\%$$

A diferença aparentemente não é grande, entretanto, os valores são consideráveis quando se verifica que a redução de consumo corresponde a 1,5 sacos de cimento por casa de 50m² e 2 sacos por casa de 60m², totalizando 508 sacos de cimento para todo o empreendimento. É necessário também destacar que os valores negativos referem-se exclusivamente à aleatoriedade do processo conduzido pela equipe de produção da dosagem, que muitas vezes utilizava o *feeling* para a produção, na tentativa de obtenção de uma mistura mais trabalhável. Tais valores tornaram os índices de perdas “falsamente” menores antes da implantação das medidas de padronização.

Mesmo assim, poder-se-ia reduzir ainda mais os índices de perdas, se considerar que as ações tomadas para definição do traço na obra, não foram eficazes devido à rotatividade e escassez de mão de obra que produzia a mistura e, ainda, pela impossibilidade de fiscalização contínua da produção.

Para a produção das argamassas o procedimento não foi diferente a do concreto, entretanto, as perdas foram muito maiores e também definidas por unidade de embalagem de cimento (50kg), conforme demonstrado na Tabela 2 e com base nos cálculos seguintes.

Tabela 2 – Demonstrativo de consumo de cimento por tipo de serviço na produção de argamassa

CIMENTO EXECUTADO	CASA 2D - 22UH									CASA 3D - 28UH								
	quantidades			quantidades			quantidades			quantidades			quantidades			quantidades		
	necessária*		antes**		após***		necessária*		antes**		após***		necessária*		antes**		após***	
	un	total	un	total	% perda	un	total	% perda	un	total	un	total	un	total	un	total	un	total
Cimento Portland CII E 32 (50kg)	Argamassa de assentamento	8	176	19	418	137,50%	13	286	62,50%	9	252	9	252	0,00%	9	252	0,00%	
	Argamassa para revestimento	19	418	40	880	110,53%	30	660	57,89%	23	644	56	1568	143,48%	40	1120	73,91%	
		27	594	59	1298	118,5%	43	946	59,3%	32	896	65	1820	103,1%	49	1372	53,1%	

* necessária – quantidade teórica necessária para execução | ** antes – quantidade apontada em obra durante a execução do serviço | *** após – quantidade apontada em obra após a implantação de medidas para padronização da produção

Unidade Habitacional de 50 m²

IP % perda antes =

$$((59 - 27)/27) \times 100 = 118,5\%$$

IP % perda após =

$$((43 - 27)/27) \times 100 = 59,3\%$$

Unidade Habitacional de 60 m²

IP % perda antes =

$$((65 - 32)/32) \times 100 = 103,1\%$$

IP % perda após =

$$((49 - 32)/32) \times 100 = 53,1\%$$

O Gráfico 2 apresenta os índices referentes ao consumo de cimento para a produção de argamassa.

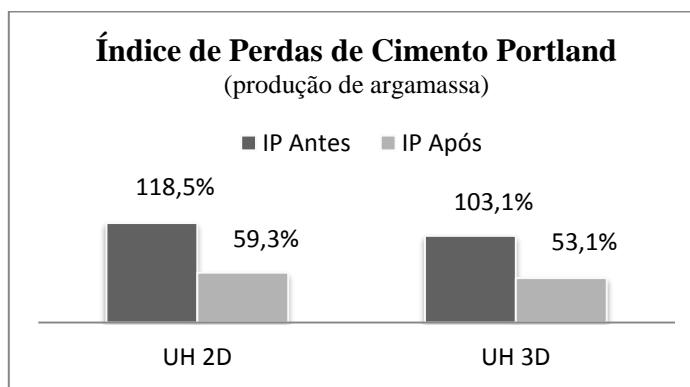


Gráfico 2 – Índice de perdas de Cimento Portland na produção de argamassa para revestimento e assentamento de alvenaria de blocos cerâmicos de vedação

Percebe-se que mesmo com as medidas adotadas, o índice de perda permaneceu da ordem de 50%. Isso pelo fato de que nesse caso as padiolas foram usadas com menor frequência, pois a mão de obra “detentora do saber” da produção, não entendia que a relevância do controle da argamassa era a mesma da produção do concreto. Esse fato foi evidenciado pela diminuição da quantidade de “pás” colocadas na mistura, o que não proporcionou a redução esperada para o consumo, pois, sem o uso das padiolas não havia precisão na dosagem do material. Outro fator que contribuiu foi a utilização da cal aquém do especificado, gerando um maior consumo de cimento no momento da dosagem. A aleatoriedade do processo é mostrada na argamassa de revestimento da unidade de 60 m² que manteve valores ainda mais altos, da ordem de 74%, mesmo após os ajustes realizados.

4.4.2 Cal

A cal foi utilizada para as seguintes atividades analisadas:

- argamassa para assentamento de blocos cerâmicos; e
- argamassa para revestimento de paredes e tetos

Os índices de perdas foram calculados por tipo de serviço e demonstrados na Tabela 3.

Tabela 3 – Demonstrativo de consumo de cal por tipo de serviço

SERVIÇO EXECUTADO	CASA 2D - 22UH								CASA 3D - 28UH								
	quantidades								quantidades								
	necessária*		antes**		após***		necessária*		antes**		após***						
	un	total	un	total	% perda	un	total	% perda	un	total	un	total	% perda	un	total	% perda	
Cal Hidratada CHI	Argamassa para assentamento	23	506	19	418	-17,39%	26	572	13,04%	28	784	23	644	-17,86%	34	952	21,43%
	Argamassa para revestimento	57	1254	40	880	-29,82%	60	1320	5,26%	68	1904	56	1568	-17,65%	60	1680	-11,76%
		1760	1298	-26,3%			1892	7,5%		2688	2212	-17,7%		2632	-2,1%		

* necessária – quantidade teórica necessária para execução | ** antes – quantidade apontada em obra durante a execução do serviço | *** após – quantidade apontada em obra após a implantação de medidas para padronização da produção

Para o consumo de cal na mistura constatou-se valores negativos. A perda negativa significa que utilizou-se menos quantidade de cal em relação a que havia sido proposta para o traço teórico da argamassa, e isto ocorreu devido à aleatoriedade do processo conduzido pela equipe de produção da dosagem. O consumo reduzido de cal também implicou no aumento da quantidade de cimento da mistura, conforme observado na Tabela 2, o que consequentemente impactou no custo final da argamassa produzida, tendo em vista que o custo do cimento é maior que o da cal.

A seguir foram compilados em um único índice por tipologia e relacionados ao consumo total de cal para todo o empreendimento, antes e após a implantação de medidas para a padronização da dosagem na produção, conforme apresentado no Gráfico 3.

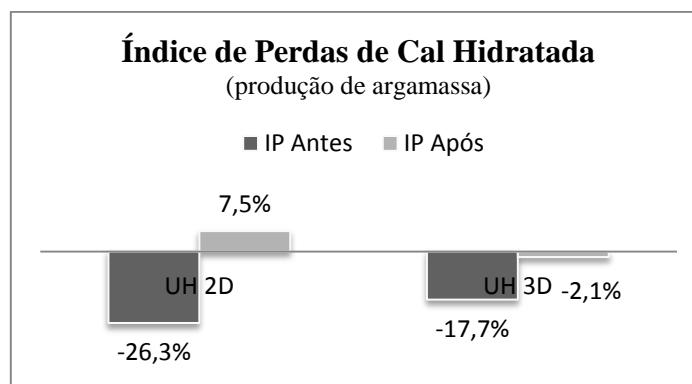


Gráfico 3 – Índice de perdas de Cal Hidratada na produção de argamassa para revestimento e assentamento de alvenaria de blocos cerâmicos de vedação

A cal utilizada na produção das argamassas das unidades de 50 m² obteve uma perda calculada de 7,5%, entretanto, tal situação não se repete na unidade de 60 m², constatando-se que mesmo com as definições de traços, a argamassa de revestimento consumiu uma

quantidade menor de cal se comparado ao recomendado, pela ausência de fiscalização contínua e comprometimento do operário com a produção.

4.4.3 Agregados

Os agregados graúdos (brita 0 e 1) foram utilizados para as seguintes atividades analisadas:

- concreto para fundações;
- concreto para estruturas (pilares e lajes);
- concreto para vergas e contravergas;
- concreto para passeios e calçadas.

Os agregados miúdos (areias) foram utilizados para as seguintes atividades analisadas:

- concreto para fundações;
- concreto para estruturas (pilares e lajes);
- concreto para vergas e contravergas;
- concreto para passeios e calçadas;
- argamassa para assentamento de blocos cerâmicos;
- argamassa para revestimento de paredes e tetos.

Após a apresentação dos valores de consumo de aglomerantes, os resultados apresentados pelos agregados na Tabela 4 já eram esperados. Em relação ao praticado antes da tentativa de padronização do processo produtivo, mencionado no início do tópico, percebe-se que o consumo aumentou para adequação da quantidade correta de agregado em relação ao aglomerante, que teve seu consumo reduzido para o cimento e ajustado para a cal.

Novamente, mesmo após terem sido tomadas ações para a adequação e padronização do traço utilizado e início de um controle de produção com equipamentos adequados, os valores não demonstraram controle e regularidade do processo. Tal fato foi constatado na análise do consumo de cimento e cal. A Tabela 4 apresenta os índices de perdas na coluna “% perda” por tipo de serviço executado para agregados graúdos e miúdos separadamente.

Tabela 4 - Demonstrativo de consumo de agregados por tipo de serviço

SERVIÇO EXECUTADO	CASA 2D - 22UH								CASA 3D - 28UH								
	quantidades				quantidades				quantidades				quantidades				
	necessária*		antes**		após***		necessária*		antes**		após***		necessária*		antes**		
	un	total	un	total	% perda	un	total	% perda	un	total	un	total	% perda	un	total	% perda	
Agregado graúdo (m ³)	Fundações	2,3	50,6	1,5	33,0	-34,78%	2,0	44,2	-12,61%	2,5	70,6	1,8	50,4	-28,57%	2,4	68,0	-3,57%
	Pilares	0,3	6,8	0,3	5,5	-19,35%	0,3	7,3	6,45%	0,4	11,8	0,3	7,0	-40,48%	0,3	9,2	-21,43%
	Lajes	2,0	44,0	1,6	35,2	-20,00%	2,3	50,4	14,50%	2,5	68,9	1,8	50,4	-26,83%	2,5	70,6	2,44%
	Vergas e contravergas	0,3	6,2	0,2	4,4	-28,57%	0,3	6,4	3,57%	0,4	12,0	0,3	7,0	-41,86%	0,3	9,2	-23,26%
	Passeios	2,1	46,2	1,8	39,6	-14,29%	2,4	52,8	14,29%	2,5	68,9	1,9	52,4	-23,98%	2,5	70,0	1,63%
		153,8		117,7	-23,46%		161,0		4,72%		232,1		167,2	-27,99%		227,1	-2,17%
Agregado miúdo (m ³)	Fundações	1,5	33,0	2,3	49,5	50,00%	2,3	51,3	55,33%	1,6	45,4	2,7	75,6	66,67%	2,8	78,4	72,84%
	Pilares	0,2	4,4	0,4	8,1	85,00%	0,4	8,8	100,00%	0,3	7,6	0,4	10,4	37,04%	0,4	11,2	48,15%
	Lajes	1,3	28,6	2,4	52,8	84,62%	2,6	58,1	103,08%	1,6	44,8	2,6	73,9	65,00%	2,9	81,5	81,88%
	Vergas e contravergas	0,2	4,4	0,3	6,6	50,00%	0,3	7,5	70,00%	0,3	7,8	0,4	10,1	28,57%	0,4	10,9	39,29%
	Passeios	1,7	37,4	2,7	58,7	57,06%	2,5	55,0	47,06%	1,6	44,5	2,8	78,1	75,47%	2,9	80,9	81,76%
	Argamassa para revestimento	6,4	140,8	8,2	180,4	28,13%	7,9	173,8	23,44%	7,7	215,6	11,2	313,6	45,45%	9,6	268,8	24,68%
	Argamassa para assentamento	2,8	61,6	3,8	83,6	35,71%	3,0	66,0	7,14%	3,3	92,4	4,5	126,0	36,36%	3,5	98,8	6,97%
		310,2		439,8	41,8%		420,4		35,5%		458,1		687,7	50,1%		630,6	37,7%

* necessária – quantidade teórica necessária para execução | ** antes – quantidade apontada em obra durante a execução do serviço | *** após – quantidade apontada em obra após a implantação de medidas para padronização da produção

Mesmo com a redução de consumo apresentado para as duas tipologias de unidades no empreendimento, tais resultados, juntamente com os apresentados para o cimento e a cal, reafirmam a dependência do processo nas mãos do operário, o que dificulta o controle tornando, muitas vezes, as ações de melhoria ineficientes. Isso evidencia-se pela obtenção de valores negativos para os agregados graúdos (Gráfico 4) mesmo após a implantação das medidas de mitigação dos erros e pelo alto índice de perdas ainda apresentado no total do consumo do agregado miúdo (Gráfico 5). Sendo 35,5% para a unidade de 50 m² e 37,7% para a unidade 60 m².

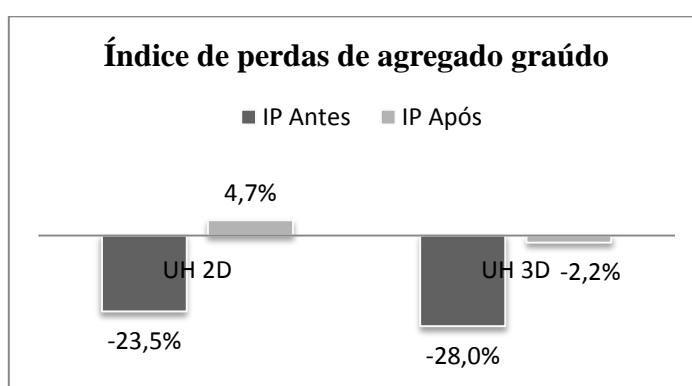


Gráfico 4 – Índice de perdas de agregado graúdo

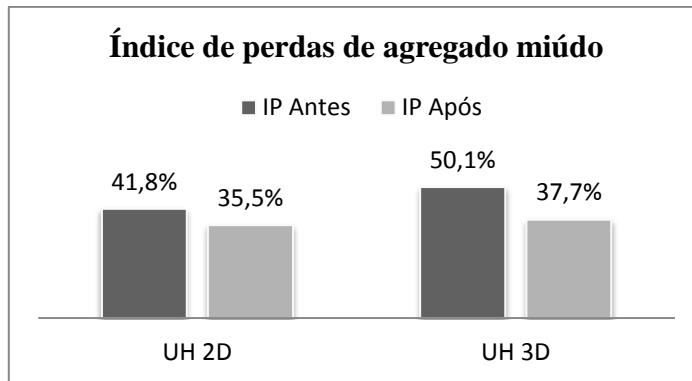


Gráfico 5 - Índice de perdas de agregado miúdo

4.4.4 Aço

Não foi seguido o projeto estrutural apresentado para a execução das peças estruturais, pois o aço utilizado foi apenas em forma de treliça ($h=8\text{cm}$), contrariando as definições de projeto que constavam barras de 6,3 mm nas estacas, de 8 mm com estribos de 4,2 mm nos pilares e vigas baldrames com aço de 8 mm e estribos de 6,3 mm. As peças analisadas para determinar o consumo de aço foram:

- fundações profundas – brocas 25 cm
- fundações superficiais – vigas baldrames
- vergas e contravergas
- estrutura – pilares e lajes

Com os dados da Tabela 5 observa-se que o consumo médio para a unidade de 50 m^2 é de 5,9% e para a unidade de 60 m^2 o consumo é de 6,3%. O baixo índice de perdas se deve à ausência de utilização do projeto durante a execução. É importante destacar que a equipe que realiza a armação dos diversos serviços da obra é a mesma desde o início, e como o tipo de armação não mudou (treliças), ainda que erroneamente em relação ao projeto, pode-se observar que a repetitividade do processo de produção, juntamente com a padronização dos materiais utilizados geraram regularidade na execução aumentando a produtividade e consequente minimizando de erros.

Tabela 5 - Demonstrativo de consumo de aço por tipo de serviço

SERVIÇO EXECUTADO	CASA 2D - 22UH						CASA 3D - 28UH					
	quantidades			quantidades			quantidades			quantidades		
	necessária*		utilizada**		necessária*		utilizada**		necessária*		utilizada**	
	un	total	un	total	% perda	un	total	% perda	un	total	% perda	un
Aço (Barras em kg) (Treliças em m)												
Fundações profundas (kg)	14	312	12	253	-19,00%	16	456	13	364	-20,25%		
Fundações superficiais (kg)	68	1505	75	1641	9,04%	83	2316	92	2575	11,20%		
Vergas e contravergas (m)	23	513	25	550	7,30%	29	798	30	840	5,26%		
Pilares(kg)	34	746	37	814	9,14%	48	1334	51	1428	7,05%		
Lajes(kg)	21	458	22	484	5,77%	25	708	27	756	6,80%		
		3533		3742	5,9%		5612		5963	6,3%		

* necessária – quantidade teórica necessária para execução | ** utilizada – quantidade apontada em obra durante a execução do serviço

Os índices negativos apresentados na Tabela 4 referem-se à falta de utilização do projeto para a produção da obra, tendo-se definido pela utilização das treliças no momento da produção e pelo empreiteiro da obra e posteriormente validado pelo engenheiro. Assim, não foram realizadas ações que impactassem na alteração do consumo do aço durante a fase de observação no empreendimento. O Gráfico 6 apresenta o índice de perdas do aço durante a execução da obra.

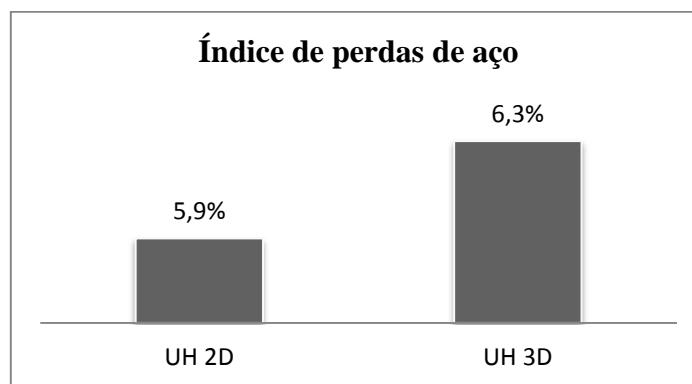


Gráfico 6 – Índice de perdas de aço

4.4.5 Blocos cerâmicos

Os blocos cerâmicos utilizados foram de 9x19x24 cm, com 6 furos quadrados, utilizados para as seguintes atividades analisadas:

- alvenaria de vedação das casas; e
- oitões das casas.

Após a paginação realizada para melhoria da execução das alvenarias de vedação houve uma redução considerável no consumo de blocos nas unidades. Na Tabela 6 constam os valores necessários para a execução conforme o projeto, os valores que estavam sendo praticados antes e após a elaboração de projeto de modulação. O índice de perda calculado para a unidade de 50 m² passou de 25,4% para 8,9%, enquanto que na unidade de 60 m² o ganho foi de 13% (23,5% – 10,5%).

Tabela 6 - Demonstrativo de consumo de blocos cerâmicos por tipo de serviço

SERVICO EXECUTADO	CASA 2D - 22UH									CASA 3D - 28UH								
	quantidades			quantidades														
	necessária*		antes**		após***		necessária*		antes**		após***							
	un	total	un	total	% perda	un	total	% perda	un	total	un	total	% perda	un	total	% perda	un	total
Bloco Cerâmico 9x19x29 (mil)	Alvenarias	2.361	51.942	2.960	65.120	25,37%	2.572	56.584	8,94%	2.859	80.052	3.530	98.840	23,47%	3.160	88.480	10,53%	
			51942		65120	25,4%		56584	8,9%		80052		98840	23,5%		88480	10,5%	

* necessária – quantidade teórica necessária para execução | ** antes – quantidade apontada em obra durante a execução do serviço | *** depois – quantidade apontada em obra após a implantação da paginação de alvenaria para padronização da produção

Atrelado ao projeto de modulação, houve também um acompanhamento na etapa de execução do serviço para garantia das primeiras fiadas, e uma melhor distribuição dos blocos próximos aos locais de produção. As perdas encontradas constam as decorrentes de quebras no descarregamento, armazenamento, transporte interno e execução dos painéis de vedação e os índices encontrados estão representados no Gráfico 7.

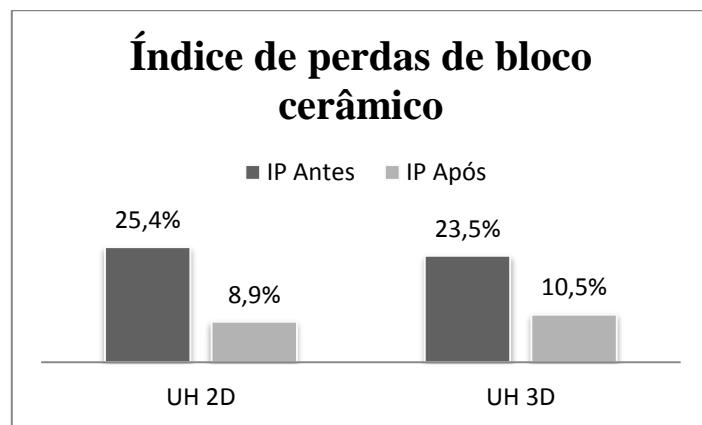


Gráfico 7 – Índice de perdas de bloco cerâmico

4.4.6 Telhas cerâmicas

As telhas cerâmicas utilizadas foram tipo americana utilizadas para:

- cobertura da casa; e

- cobertura da varanda da área de serviço.

Das ações tomadas, a colocação das telhas próximas ao local de produção das unidades, minimizou o impactou no consumo de telhas do projeto. Com os dados da

Tabela 7 observa-se que a perda calculada para o consumo na unidade de 50 m² foi de 1,4% e para a unidade de 60 m² a perda foi de 1,7%, ou seja, bastante irrigária se comparada aos outros subsistemas.

Tabela 7 - Demonstrativo de consumo de telha cerâmica por tipo de serviço

SERVIÇO EXECUTADO	CASA 2D - 22UH					CASA 3D - 28UH					
	quantidades					quantidades					
	necessária*		utilizada**			necessária*		utilizada**			
	un	total	un	total	% perda	un	total	un	total	% perda	
Telha cerâmica tipo americana (un)	Telha cerâmica tipo americana	830	18.260	842	18.524	1,45%	995	27.860	1.012	28.336	1,71%
			18.260		18.524	1,4%		27.860		28.336	1,7%

* necessária – quantidade teórica necessária para execução | ** utilizada – quantidade apontada em obra durante a execução do serviço

Acredita-se que esse resultado foi obtido pelo fato da equipe que realizou as atividades relacionadas à execução da cobertura das unidades ter sido a mesma desde o início e, ainda realizou somente este serviço na obra. Pois, ainda que houvesse a ausência do projeto desenvolvido para a produção da cobertura, pôde-se perceber que, após a definição da forma de execução da estrutura de madeira durante o processo produtivo, o posicionamento das telhas tornou-se repetitivo e idêntico em todas as unidades habitacionais, o que proporcionou um pequeno índice de perda para as telhas cerâmicas (Gráfico 8), praticamente referem-se às atreladas ao descarregamento, armazenamento e transporte no canteiro de obras.

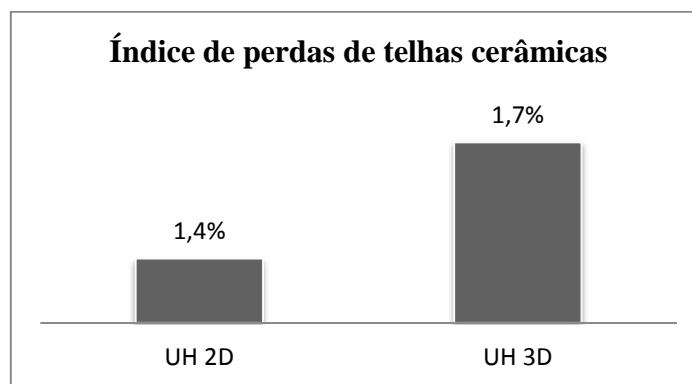


Gráfico 8 – Índice de perdas de telhas cerâmicas

4.5 DIRETRIZES PARA A PRODUÇÃO RACIONALIZADA

4.5.1 Gestão dos materiais

Para a execução de uma obra, o plano de gerenciamento dos materiais torna-se essencial, pois os materiais são responsáveis pelo impacto ambiental na extração da matéria-prima, durante a produção, no transporte, na permanência no canteiro de obras, na utilização para construção e na demolição. É primordial a minimização de desperdícios pela má qualidade do material fornecido e, ainda, pelo armazenamento e manuseio inadequado. Para o gerenciamento dos materiais no canteiro necessita-se elaborar instruções específicas para o recebimento, manuseio e armazenamento de cada material.

A gestão de materiais torna-se mais complexa pela quantidade de insumos a serem controlados, por isso, devido à redução de etapas construtivas por um sistema com maior grau de industrialização e racionalizado, a tendência é que essa gestão seja facilitada. A seguir, relacionam-se os princípios básicos para a gestão dos materiais. Alguns exigidos pela normativa do SiAC, e outros como sugestões para aplicação:

- aquisição de madeira com origem comprovada e opção por espécies alternativas que não sejam madeiras em extinção;
- aquisição de insumos que tenham certificado de qualidade com selo do PBQP-H;
- para fornecedores não qualificados, recomenda-se o estabelecimento de critérios mínimos de garantia da qualidade segundo normas técnicas vigentes e vida útil do material empregado na construção;
- recebimento de materiais conforme padrões mínimos estabelecidos nas NBR's aplicáveis;
- avaliação constante dos fornecedores;
- transporte de materiais conforme procedimentos estabelecidos e por equipamentos que evitem desperdício de tempo e dos próprios materiais;
- armazenamento de materiais como: blocos cerâmicos, telhas cerâmicas, argamassas prontas próximas ao local de produção;

- execução de *kits* de instalações hidráulicas e de esgoto (Figura 29), e de instalações elétricas que proporcionem maior agilidade na execução e consequente redução de perdas;
- destinação de quantidade programada para cada UH, como a quantidade de caixas de revestimento cerâmico para execução da unidade;
- apontamento e controle de consumo por unidade habitacional;
- retroalimentação do sistema de orçamentos da empresa.



Figura 29 – *Kits* de instalações de esgoto para unidades térreas
Fonte: Acervo da autora

4.5.2 Gestão da mão de obra

Atualmente o subsetor de construção civil está enfrentando uma dificuldade em relação à disponibilidade de mão de obra qualificada, entretanto, uma forma de contornar essa situação é transferir para a empresa a responsabilidade de qualificar o pessoal que deverá trabalhar na execução das tarefas na obra.

Para Neto (2009), presidente da Associação dos Engenheiros de Uberlândia, mesmo sendo um momento em que há otimismo quanto ao aquecimento do mercado no setor imobiliário existem problemas que dificultam o bom desempenho do setor. O principal deles talvez seja a escassez de mão-de-obra. Em setembro do ano seguinte, Nakamura (2010) relatou que as construtoras de Uberlândia perceberam prejuízos por falta de serventes de pedreiro.

Em paralelo à grande demanda por mão de obra, há a dificuldade de fidelização de pessoal no canteiro, assim, deve-se trabalhar na busca pela qualificação atrelada à especialização

do funcionário no mesmo serviço, a criação de um plano de carreira e programas de incentivo à produtividade, somados à adoção de técnicas e equipamentos que propiciem uma maior eficiência dos recursos humanos e materiais. Esses esforços devem convergir para uma maior especialização dos envolvidos com as diversas atividades produtivas, buscar uma seqüência de tarefas que propiciem um *maior grau de repetição e continuidade de operações* que, segundo Silva e Souza (2003), são os fatores-chave para se atingir elevada produtividade no processo de produção. Some-se ao exposto, o conceito de “fluxo” proposto por Koskela (1992) no qual os tempos de: transporte, espera e controle devem ser considerados como “perda” pois não agregam valor ao produto final.

Outro fator a ser considerado é a terceirização, que há muito tempo vem permanecendo no setor e gera a alta rotatividade e muitas vezes a falta de comprometimento do profissional com o trabalho realizado. Com o aumento de oportunidades, produzir passa a ser o alvo principal das pequenas empreiteiras, até mesmo em detrimento da qualidade. Tal situação não pode ser admitida no canteiro de obras, por isso, deve-se trabalhar essencialmente em duas vertentes: (a) *redução de mão de obra*: investindo em propostas que reduzam a necessidade da mão de obra presente no canteiro de obras; (b) *especialização da mão de obra*: promovendo a racionalização dos processos, onde facilita-se a qualificação e especialização do pessoal indispensável em determinada atividade acrescidas de programas de premiação, no intuito de promover a fidelização do profissional e consequente elevação da qualidade da produção.

4.5.3 Gestão do processo

Finalmente, após a análise de todo o processo observado na empresa, entende-se que há diversas implicações negativas relacionadas à adoção do processo construtivo tradicional, e tais implicações culminam nos fatores relacionados à ausência de projeto do produto adequado e de projeto para a produção, portanto, para minimizar as consequências para o empreendimento executado, propõe-se uma sequência de atividades (Figura 30), que envolve o planejamento e desenvolvimento de projetos para novos empreendimentos. Ainda, desta forma, poder-se-á introduzir subsistemas que reduzam a utilização de parcela considerável de mão de obra elevando-se o nível de industrialização e consequente aumento da qualidade e produtividade da obra.

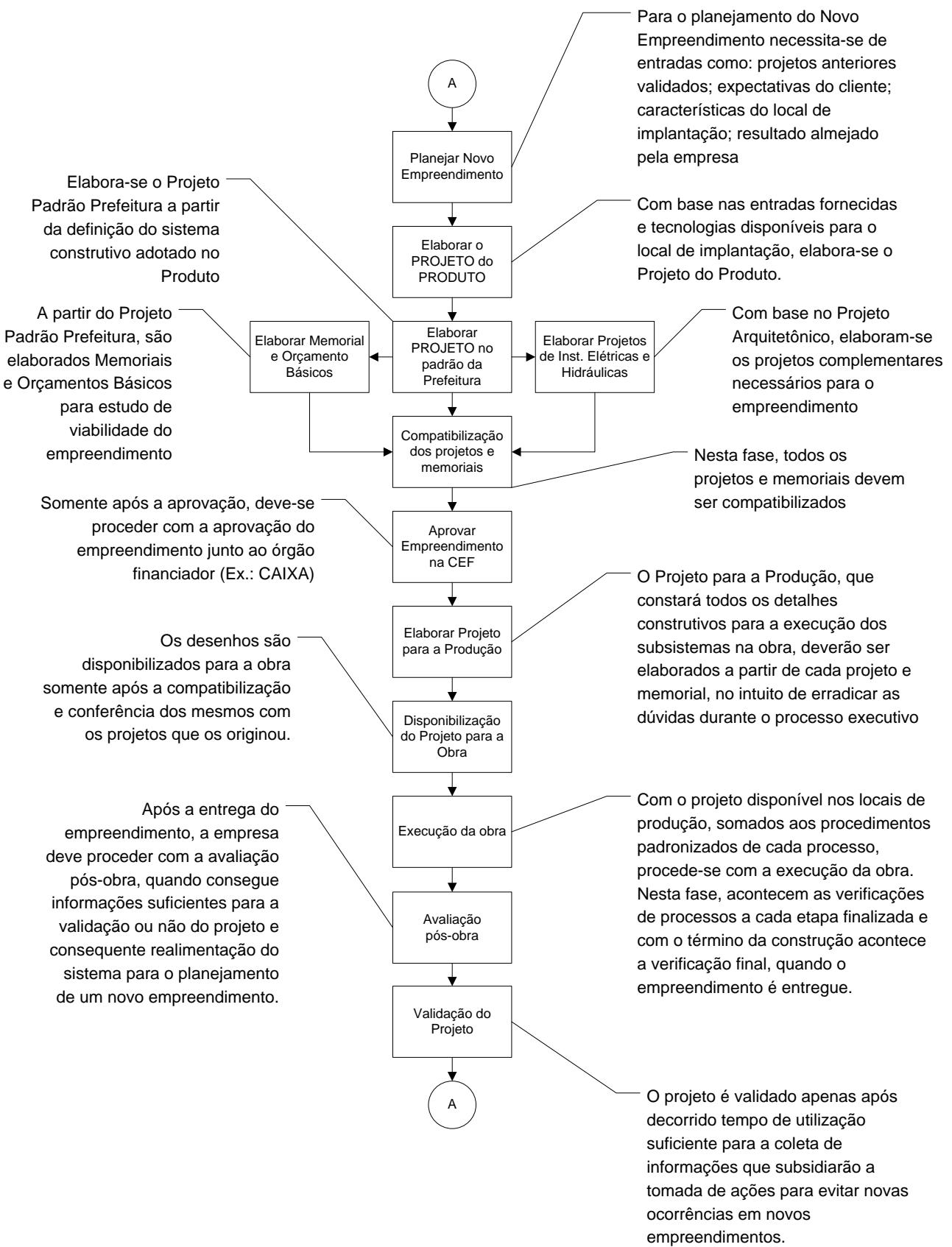


Figura 30 – Esquema proposto pela autora

CAPÍTULO 5

CONCLUSÃO

Diante das análises realizadas, conclui-se que não basta ter um Projeto do Produto adequado. Entre este e a execução é necessário um Projeto de como tornar o Produto tal como projetado: é o Projeto de Produção. O que se percebe é que muitas empresas optam pelo sistema construtivo convencional – e a empresa responsável pela obra estudada nesse trabalho também se enquadra nesse panorama – pelo fato dele requerer projetos menos detalhados ou menor investimento em inovação tecnológica. Assim, supõe-se que a mão de obra já domine o conhecimento e as habilidades necessárias para construir, tendo como projetos desenhos básicos. Porém, esses “projetos” não passam de “croquis”, o que leva a necessidade de que a tomada de decisões, de elevado impacto produtivo e tecnológico, sejam tomadas na ocasião da obra. Pode-se dizer que, essas empresas deixam de tomar decisões que podem ser classificadas como de “engenharia” no momento do projeto para permitirem que os operários e os engenheiros envolvidos na execução, tenham que tomá-la em obra, quando estão pressionados pela urgência da resposta.

Além disso, pôde-se evidenciar um elevado índice de perdas no processo produtivo oriundo da ausência ou insuficiência de projetos e dependência da mão de obra responsável pela execução dos serviços. Para a produção de argamassas, por exemplo, evidenciou-se 118,5% de perda em relação à quantidade esperada para o cimento e valores negativos para o índice de perda da cal (ambos em relação à unidade de 2 dormitórios), demonstrando a aleatoriedade do processo dependente da mão de obra e com ausência de definições de projeto e engenharia transmitidas para a equipe de produção.

A partir da análise da problemática do processo construtivo tradicional direcionado à construção das Habitações de Interesse Social, a racionalização mostrou que há potencial para a obtenção de ganhos na obra a partir da adoção de medidas simplificadas, como:

- redução do índice de perdas no processo produtivo;
- redução de volume de resíduos gerados durante a construção e consequente minimização do impacto ambiental nesta fase;
- redução de demanda por profissionais em momento de escassez de mão-de-obra;
- especialização da mão-de-obra e consequente minimização da rotatividade no canteiro;
- redução do tempo improdutivo e consequente aumento de produtividade;
- melhoria da qualidade dos materiais utilizados na construção.

Enfim, conceber um projeto adequado, mas sem que seja feito o devido monitoramento, faz com que ele não cumpra os objetivos planejados. Sabe-se que soluções que tenham que ser implantadas depois de vencida a etapa de planejamento, são mais onerosas e menos eficazes. Um exemplo disso é a escolha do método construtivo e modulação da alvenaria feita após a elaboração do projeto e definições das dimensões dos ambientes, como visto no empreendimento estudado. Ainda, muitas empresas têm mostrado que a documentação de procedimentos, verificação e rastreamento têm uma função apenas burocrática para cumprir exigências relacionadas à certificação, não traduzindo em ganho de qualidade uma vez que não são usadas efetivamente.

Entretanto, entende-se que a racionalização dos procedimentos do sistema construtivo tradicional é o caminho mais simplificado para se obter melhores resultados em curto tempo, por meio do uso de ferramentas de Planejamento, Projetos da Produção, Projetos para Produção e mecanização, insistindo na questão de que a repetitividade possa produzir o efeito aprendizagem.

Como existe um volume considerável de construções realizadas na cidade de Uberlândia e região com essas características e que buscam recursos junto à Caixa, espera-se que a análise realizada nesse trabalho tenha contribuído para mostrar os problemas e apontar o caminho para soluções que realmente possam ser implementadas sem que a empresa

necessite de grandes investimentos, afim de proporcionar a melhoria da qualidade dos empreendimentos para a construtora, usuário e para o meio ambiente.

Finalmente, sugere-se o estudo de outras soluções passíveis de implementação em empresas que executam obras com repetitividade no sistema tradicional a partir do aprimoramento das soluções básicas constantes nesse trabalho.

REFERÊNCIAS

AGOPYAN, V.; SOUZA, U. E. L. de; PALIARI, J. C.; ANDRADE, A. C. de. **Alternativas para redução do desperdício de materiais nos canteiros de obra.** Porto Alegre, RS. 2003. p. 224-249. FORMOSO, Carlos Torres; INO, Akemi (Ed.). Inovação, gestão da qualidade e produtividade e disseminação do conhecimento na construção habitacional. Porto Alegre, RS: ANTAC, 2003. cap. 10.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 6118:** Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2007.

_____. **NBR 15270-1:** Componentes cerâmicos: blocos cerâmicos para alvenaria de vedação. Parte 1: Terminologia e requisitos. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 15575-1:** Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos - Desempenho Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2008.

BARROS, M. M. S. B. de. **Metodologia Para Implantação de Tecnologias Construtivas Racionalizadas.** 1996. 422 p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, São Paulo, 1996

_____. O processo de projeto e a busca da inovação tecnológica nas empresas construtoras. In: Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização do Trabalho, 1º, Recife, 1999. **Anais...** Recife, PE. 1999. 10p.

BRASIL. LEI N.º 11.977, de 7 de julho de 2009. Dispõe sobre o Programa Minha Casa, Minha Vida – PMCMV e a regularização fundiária de assentamentos localizados em áreas urbanas; altera o Decreto-Lei no 3.365, de 21 de junho de 1941, as Leis nos 4.380, de 21 de agosto de 1964, 6.015, de 31 de dezembro de 1973, 8.036, de 11 de maio de 1990, e 10.257, de 10 de julho de 2001, e a Medida Provisória no 2.197-43, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil,** Brasília, DF, 7 de jul. 2009. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l11977.htm>. Acesso em: 22 jun. 2011.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (CAIXA). **Construindo com a CAIXA.** Disponível em:
http://www1.caixa.gov.br/gov/gov_social/municipal/assistencia_tecnica/construir.asp. Acesso em: 19 ago. 2011.

_____. **Caderno de Orientações de Empreendimentos (COE):** Manual técnico de engenharia (MTE). 2004. 148 p.

CARRARO, C. L. **Análise pós-obra de habitações de interesse social visando a Identificação de manifestações patológicas.** 2010. 76 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2010.

CASADO, A. A importância da racionalização construtiva, **Cimento Itambé**, mar. 2010. Disponível em: <<http://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinzenta/a-importancia-da-racionalizacao-construtiva/>> Acesso em: 05 mar. 2011.

CASSA, J. C. da S.; CARNEIRO, A. P.; BRUM, I. A. S. **Reciclagem de entulho para produção de materiais de construção: Projeto Entulho Bom.** Salvador: EDUFBA, Caixa Econômica Federal, 2001.

FERREIRA, L. H. Aproveitamento de Entulho, **Techne**, São Paulo, edição 162, set. 2010.

FRANCO, L. S. **Racionalização Construtiva.** São Paulo:EPUSP Departamento de Engenharia Construção Civil, 2007 6 p.

FREITAS, C. G. L. et al. **Habitação e meio ambiente - Abordagem integrada em empreendimentos de interesse social.** São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2001. (Publicação IPT 2768). Disponível em: http://habitare.infohab.org.br/publicacao_colecao4.aspx. Acesso em: 09 jun. 2010.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Centro de Estudos Políticos e Sociais. **Déficit Habitacional no Brasil 2005.** Belo Horizonte, abr. 2007. Disponível em: <http://www.fjp.mg.gov.br/produtos/cei/infocei_deficitbr2005.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2010.

HABITAÇÕES Coletivas. **Acrópole.** São Paulo, n. 369, P.29, jan. 1970.

HEINECK, L. F. **Efeito aprendizagem, efeito continuidade e efeito concentração no aumento da produtividade nas alvenarias.** In: III Simpósio de Desempenho de Materiais e Componentes de Construção Civil, Florianópolis, p. 67-75, 1991.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA - IPEA (Brasil). Políticas Sociais – Acompanhamento e Análise. **Habitação.** Brasília, 14 fev. 2007, p. 279-301. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/sites/000/2/publicacoes/bpsociais/bps_14/habitacao.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2010.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA - IPEA (Brasil). Finanças Públicas. **Carta de Conjuntura.** Brasília, mar. 2010, p. 37-40. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/sites/000/2/publicacoes/cartaconjuntura/carta09/06_financasplicadas.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2010.

JET CASA. **Sistema Construtivo Jet Casa.** São José do Rio Preto: Jet Casa, 2010. Disponível em: <<http://www.jetcasa.com.br/sistema.asp>>. Acesso em: 05 mar. 2010.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction.** Stanford Center for Facility Engineering, Technical Report 72, 1992. 75p.

MARTUCCI, R. Arquitetura, tecnologia e habitação: trajetória de um pesquisador. 1998. Texto para concurso de livre-docência – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1998.

MATOS, R. E. Habitação Popular. **Acrópole**, São Paulo, n. 81, p. 54, 1984.

MELHADO, S. B.; FABRICIO, M. M. Projetos da produção e projetos para produção na construção de edifícios: discussão e síntese de conceitos. In: 7º ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. QUALIDADE NO PROCESSO CONSTRUTIVO, 1998, Florianópolis, SC. **Anais...** Santa Catarina, 1998, p.731.

MELLO, M. T. C. de. et al. Proposta de racionalização na construção civil: um estudo de caso em uma construtora na cidade de Natal/RN. In: XXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2008, Rio de Janeiro, RJ. **Anais...**

MINISTÉRIO DAS CIDADES (Brasil). **PBQP-H** – Apresentação. Disponível em: <http://www4.cidades.gov.br/pbqp-h/pbqp_apresentacao.php>. Acesso em: 19 jul. 2010.

MINISTÉRIO DAS CIDADES (Brasil). **Programa Minha Casa Minha Vida**. Brasília, DF, 2009. Disponível em: <<http://www.minhacasaminhavida.gov.br/>>. Acesso em: 19. Jul 2010.

MINISTÉRIO DAS CIDADES (Brasil). **Regimento Geral do Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil (SiAC)**. Brasília, DF, 2005. Disponível em: <http://www4.cidades.gov.br/pbqp-h/projetos_siac.php>. Acesso em: 19. Jul 2010.

MORRIS P.; LANGDON D., **What Does Green Really Cost?** The Green Issue Feature. PREA Quarterly. Davis Langdon, p. 55-60, Summer, 2007. Disponível em: <http://www.davislangdon.com/upload/images/publications/USA/Morris%20Article.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2010.

NAKAMURA, D. Falta de serventes traz prejuízos. **Jornal Correio de Uberlândia**, Uberlândia, 21 set. 2010. Disponível em:<http://jornalcorreio.com.br/texto/2010/09/22/47887/falta_de_serventes_traz_prejuizos.html>. Acesso em: 20 out. 2010.

NETO, D. T. Mercado tem mão-de-obra escassa. **Jornal Correio de Uberlândia**, Uberlândia, 28 jan. 2009. Disponível em:<http://www.correiodeuberlandia.com.br/texto/2009/01/30/34688/mercado_tem_mao-de-obra_escassa.html>. Acesso em: 20 out. 2010.

NOVO PAC Prevê investimentos de quase 1 tri até 2014. **O globo**, Rio de Janeiro, mar. 2010. Economia. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/economia/mat/2010/03/29/novo-pac-preve-investimentos-de-quase-r1-tri-ate-2014-916206124.asp>>. Acesso em: 20 jul. 2010.

PAES, R. F. de S. **Materiais de Construção e Acabamento para Escolas Públicas na Cidade do Rio de Janeiro: Uma Reflexão sob Critérios de Sustentabilidade**. 2008. 183f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Arquitetura), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

- PEREIRA, E. A. **Diretrizes de gestão para obras de interesse social.** 2008. 174 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2008.
- PINI. **Alternativas Tecnológicas para edificações.** v.1 São Paulo, 2008.
- ROSSO, T. Um imperativo inadiável: A industrialização da construção. **Acrópole**, São Paulo, n. 279, p. 91-93; p. 131-133, 1962.
- SILVA, F. B. Painéis Cerâmicos Pré-fabricados, **Techne**, São Paulo, edição 144, mar. 2009.
- SABBATINI, Fernando Henrique. **A industrialização e o processo de produção de vedações: utopia ou elemento de competitividade empresarial?** In: Seminário Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios: Vedações Verticais, São Paulo, 1998. São Paulo, SP. 1998. p.01-20.
- SILVA, M. A. C.; SOUZA R. de. **Gestão do Processo de Projeto das Edificações.** São Paulo: O Nome da Rosa, 2003. 181 p.
- SOUZA, P. P. **Encol: O sequestro.** Goiânia: Editora Bremen, 2010.
- SOUZA, U. E. L de. **Como reduzir perdas nos canteiros: manual de gestão de consumo de materiais de construção civil.** São Paulo: PINI, 2005. 128 p.
- SOUZA, U. E. L de. et al. Resumo da metodologia utilizada para o estudo das perdas físicas de materiais. In: SIMPÓSIO NACIONAL DESPERDÍCIO DE MATERIAIS NOS CANTEIROS DE OBRAS: A QUEBRA DO MITO, 1999, São Paulo, **Anais...** São Paulo, 1999, p. 3-7.
- SOUZA, U. E. L de; PALIARI, J. C. Proposição de indicadores mais eficazes para a avaliação das perdas de materiais nos canteiros de obras. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 11, Florianópolis, 2006. **Anais...** Florianópolis, SC. 2006 10 p.
- SOUZA, V. B. **Avaliação da Geração de Entulho em Conjunto Habitacional Popular.** Programa de pós-graduação em engenharia civil. 2005. 247 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2005.
- SOUZA, V. B. **Inovação tecnológica no âmbito da SR Triângulo Mineiro para PMCMV 0 a 3 SM.** RSN-GOVERNO/UB. [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por vanessafidelis@centershop.com.br em 06 out 2010.
- SPOSTO, R. M.; AMORIM, C. N. **Preliminary analyses of quality and sustainability for masonry for housing in Brasília: Brazil.** Chile - Santiago. 2003. 5 p. Conference on Passive and Low Energy Architecture, 20, 2003, Santiago do Chile.

STACHERA JR. T., CASAGRANDE JR., E. F. **Desenvolvimento e a aceleração do crescimento de emissões de CO₂ no Brasil:** Cenário de um projeto do PAC no Paraná. In: Tenth International Conference on Non-Conventional Materials And Technologies NOCMAT, 2008, Cali, Colombia. **Anais...** Colombia, 2008, p.14.

USIMINAS. **Steel Framing: Galeria de Fotos.** 2009, il. color., 12,8 kb. Disponível em: <[http://www.usiminas.com/irj/servlet/prt/portal/prtroot/pcd!3aportal_content!2fusiminas!2fcomum!2fconteudo!2fviews!2fbr.com.su.i.iview.JAI_iView_Publica_do_KM/prtl_hs/Usiminas\(pt/Hotsites/SteelFraming/index.html](http://www.usiminas.com/irj/servlet/prt/portal/prtroot/pcd!3aportal_content!2fusiminas!2fcomum!2fconteudo!2fviews!2fbr.com.su.i.iview.JAI_iView_Publica_do_KM/prtl_hs/Usiminas(pt/Hotsites/SteelFraming/index.html)>.>. Acesso em: 12 ago. 2011.

VERSIANI, F. e SUZIGAN, W. **O Processo Brasileiro de Industrialização:** uma Visão Geral. Brasília:UNB Departamento de Economia, 1990 46p, Série Textos Didáticos, 10.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** Tradução de Daniel Grassi. Porto Alegre: Bookman, 2005. 212 p. Título original: Case study research: desing and methods.

ZIGMANTAS, L. G. Sinat, **Techne,** São Paulo, edição 150, set. 2009.

ANEXOS

ANEXO 1 – Análise do memorial descritivo do empreendimento

MEMORIAL DESCRIPTIVO DO EMPREENDIMENTO	ANÁLISE EM RELAÇÃO AOS PROJETOS E OBRAS
<p>2 INFRA ESTRUTURA</p> <p>2.1 TRABALHOS EM TERRA</p> <p>Será efetuada limpeza mecânica do terreno retirando toda a camada vegetal existente, e posterior terraplanagem da área efetuando cortes ou aterros onde se fizer necessário, procurando sempre fazer uma compensação de tal forma a evitar bota-fora ou empréstimo de terra. Todos os serviços serão acompanhados por uma equipe de topografia. Será executada compactação do solo em camadas com espessura máxima de 20cm com grau de compactação mínimo de 95% do proctor normal, comprovado através de ensaios. Será executada contenção com muro de arrimo sempre que o desnível ultrapassar o limite estabelecido pela CAIXA no MTE¹⁸.</p>	<p>Existe a declaração que deve-se evitar o bota-fora ou empréstimo de terra, entretanto, a empresa não possui diretrizes definidas, como levantamento topográfico e projeto constando cortes e aterros. As definições ocorrem no canteiro de obras pouco antes da execução dos serviços. Os laudos comprobatórios de grau de compactação que garantem a estabilidade dos aterros não são realizados e, ou exigidos pela fiscalização.</p> <p>Não exige-se projeto para execução de muro de arrimo e o mesmo sequer foi elaborado pela construtora.</p>

Quadro 5 – Análise do memorial descritivo do empreendimento (cont.)

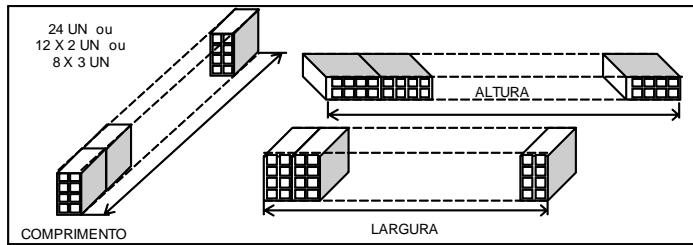
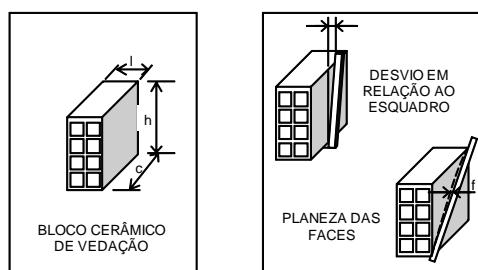
MEMORIAL DESCRIPTIVO DO EMPREENDIMENTO	ANÁLISE EM RELAÇÃO AOS PROJETOS E OBRAS
<p>4 PAREDES E PAINÉIS</p> <p>4.1 ALVENARIA</p> <p>A casa será construída utilizando o sistema construtivo pré fabricado com tijolo cerâmico (9x19x24) com revestimento em massa única, com as tubulações hidráulicas e elétricas embutidas onde se fizerem necessário, prontas para receber pintura. Haverá vergas com trespasso mínimo de d/10 ou 10 cm, o que for maior e contra-vergas d/5 ou 30cm ,o mais rigoroso. (“d” é o comprimento da janela)</p>	<p>O sistema utilizado não é pré-fabricado, mas convencional.</p> <p>Não há definição do sistema de execução de vergas e contravergas.</p>
<p>4.2 ESQUADRIAS</p> <p>As esquadrias metálicas terão tratamento antiferruginoso de fábrica, com os montantes e batentes conforme descrito abaixo.</p>	<p>A janela da sala apresenta báscula na fachada, item não constante no memorial.</p> <p>As dimensões das esquadrias estão idênticas ao Quadro apresentado.</p> <p>A porta P2 dos quartos está com largura de 80cm no projeto e 70cm no memorial.</p>
<p>4.2.1 BATENTES E GUARNIÇÕES</p> <p>Para portas em madeira será utilizado portal de madeira envernizado e para as portas metálicas será utilizado portal metálico acoplado a porta.</p>	<p>Não há definição de espessura de portais e largura de alizares.</p>

¹⁸ MTE – Manual Técnico de Engenharia da CAIXA. Contém especificações mínimas para as construções financiadas pela instituição.

5 COBERTURA E PROTEÇÕES	
5.1 TELHADO Será colocada cobertura em telha cerâmica tipo americana ou portuguesa sobre estrutura de madeira. Haverá extensão da cobertura sobre a área de serviço. A inclinação do telhado será de 35%. Será executado um beiral ao longo do perímetro da casa com 50 cm pintado com verniz e com ripamento final dobrado. A estrutura do telhado será executada com uso de pontaletes apoiados sobre as vigas de respaldo ou metálica.	A inclinação constante no projeto é de 30% e a quantidade de peças para o tipo plan e americana são diferentes, ou seja, a especificação deveria ser de um único tipo para possibilitar o correto detalhamento da cobertura e definição adequada para a inclinação. Telha tipo plan ($24\text{un}/\text{m}^2$) $i \geq 30\%$ Telha tipo americana ($12\text{un}/\text{m}^2$) $i \geq 35\%$
6 REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS, PINTURA	
6.1 INTERIORES A cota dos pisos internos será no mínimo 10 cm acima do ponto mais baixo do meio fio. O piso nos boxes será rebaixado em 1 cm com caimento exclusivo para o ralo.	O corte AA apresenta todo o piso do banho rebaixado e não somente o Box.
6.3 PINTURA DE ESQUADRIAS A pintura das esquadrias será executada in loco, utilizando lixamento para preparação das superfícies, fundo preparador anticorrosivo para esquadrias metálicas, aplicados em fábrica e recobrimento final utilizando tinta esmalte (Coral, Renner Sayerlack, Universo, Killing) com 2 demãos. Nas esquadrias de madeira será aplicado verniz (idem marcas anteriores) em 2 demãos.	Não há definição do tipo de acabamento do verniz e da tinta esmalte.
7 RODAPÉS, SOLEIRAS E PEITORIS As casas serão entregues com rodapés $h=5\text{cm}$ do padrão do piso, soleiras e peitoris em granito cinza.	Falta definição da espessura das pedras de granito.
8 INSTALAÇÕES E APARELHOS	
8.2 INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS E DE ESGOTO ... Com relação a esgoto, haverá uma caixa de gordura com dimensões de $250\times230\times75\text{ cm}$ para cada unidade, o banheiro será dotado de caixa sifonada $100\times100\times50\text{ mm}$ no Box e um ralo seco entre o vaso e o lavatório, foi projetada a execução de caixas de passagem sendo ligadas à rede com tubo de pvc esgoto 100 mm , e águas pluviais captadas através de drenagem em caixa de passagem com grelha com tubo de PVC e caixa de areia tampada com tubo de PVC 100mm , desaguando no passeio público. A execução ocorrerá conforme constante em projeto Hidro-Sanitário.	As dimensões das caixas não conferem com as do projeto aprovado pelo DMAE
8.4 INSTALAÇÕES DE GÁS Será previsto local no exterior da casa, ao lado do tanque com passagem tubular ao local do fogão.	Não há tal previsão em projeto.
8.7 APARELHOS SANITÁRIOS METAIS: cromados marca Fani, Sigma ou Forusi. LOUÇAS: Lavatório branco $45\times37\text{ cm}$ sem coluna e vaso em louça branca das marcas Hervy ou Santa Clara, tanque com medida $60\times60\text{ cm}$ em material sintético e pia de cozinha $140 \times 55\text{ cm}$ em ardósia ou granito cinza polido.	Dimensões da pia diferentes das constantes em projeto.

ANEXO 2 – Exemplo de ficha de verificação e armazenamento de materiais – DM (frente)
 Fonte: Acervo da empresa (adaptado da NBR 15270-1, 2005)

Material	NF	Fornecedor	Data	CÓDIGO							
				DM - DESCRIÇÃO DE MATERIAIS							
				DM 05							
BLOCO CERÂMICO						Autorizados a inspecionar A pontaria, Encarregado, Mestre, Técnico, Estagiário					
Armazenamento		a) Os tijolos deverão ser armazenados em pilhas não superiores a 1,80 m de altura, em local definido pelo projeto do canteiro. b) No armazenamento em lajes, deve-se verificar a capacidade de resistência da laje para evitar sobrecarga.									
Manuseio		a) O manuseio dos tijolos deve ser feito por mão de obra especializada no transporte disponível na obra tomando-se os cuidados necessários contra quedas, choques ou outros eventuais danos que possa ocorrer nos blocos cerâmicos.									
Proteção		a) A preservação dos blocos cerâmicos de vedação se deve a um bom armazenamento e um manuseio adequado na retirada dos blocos armazenados.									
Item inspecionado		Metodologia de Inspeção	Amostragem	Critério de Aceitação	Inspecção	Visto	Disposição	Reinspeção	Visto		
A	R						1	2	3	A	R
1	Aspecto visual: verificar as condições gerais das peças.	VISUAL	Camada superior do caminhão	Não aceitar o lote se a camada superior apresentar peças com trincas, quebras e deformações							
2	Queima: verificar através da coloração das peças se a queima foi bem feita.	VISUAL	Camada superior do caminhão	Não aceitar remessa em caso de grandes variações de tonalidades nas cores das peças. Mais de duas cores indicam má queima.							
3	Queima: verificar através do teste sonoro se a queima foi bem feita.	Bater c/ pequeno objeto metálico na peça (som forte e vibrante - queima bem feita, som abafado ("choco") - blocos mal	24 peças extraídas aleatoriamente de cada viagem ("caminhão")	Não aceitar a remessa se existirem mais de 2 (duas) peças defeituosas no lote de inspeção (23 peças).							
4	Dimensões: alinhar as peças do lote na dimensão que se deseja medir. Fazer uma medida das vinte e quatro peças e, para se determinar a dimensão média da peça, dividir a medida pelo número de peças.	Trena metálica (calibrada)	24 peças extraídas aleatoriamente de cada viagem ("caminhão")	Não aceitar remessa se a dim. média das peças apresentar variação de +/- 3 mm em relação à dimensão especificada na peça.	C						
5	Desvio em relação ao esquadro	Esquadro metálico 90° Régua Metálica. Medir o desvio "d" em relação ao esquadro para faces de assentamento e revestimento	2 amostras de 13 peças extraídas aleatoriamente de cada viagem ("caminhão").	Não aceitar a carga se o "d" e "f" forem maior que 3mm para a seguinte quantidade de peças: No 1º lote, se nº de pc com "d" ou "f" > 3 mm for < 2 será aprovado. Se 2 < nºpc < 5 - verificar 2ª amostra. Se nºpc > 5 - reprovado. Caso haja 2ª amostra fazer 1+ 2ª e considerar: se nº de pc c/ defeito < = 6 - aprovado. Se nºpc > = 7 - reprovado	H						
6	Planeza dos blocos	Régua Metálica. Verificar flecha "f" em relação à régua			L						
Legenda: <A> Aprovado <R> Reprovado <1> A ceitar <2> R reclassificar <3> D devolver				A ceitar c/ reparo requer reinspeção							



(verso)

ANEXO 3 – Modelo de IES (Alvenaria de vedação)
Fonte: Acervo da empresa

IES - INSTRUÇÃO PARA EXECUÇÃO E INSPEÇÃO DE SERVIÇOS DE OBRAS			
Serviço: Alvenaria de vedação de Blocos Cerâmicos		Resp. Inspeção: Engenheiro ou Estagiário	
Documentos de referência: Projeto de Arquitetura, Estrutural, Elétrico e Hidráulico.			
Equipamentos, Materiais e Ferramentas: Bloco cerâmico, Cimento, Cal, Areia, Aço, Prumo de face, Réguas, Trena, Linha.			
DESCRIPÇÃO de execução	Metodologia	Amostragem	Aceitação
1 - Marcação Com o contrapiso preparado (limpo e desempedido), marcar a posição da alvenaria e levantar os cantos prumados e nivelados com nível de mangueira	Visual/ Trena	Todas as paredes	+/- 5mm (eixo)
2 - Assentamento - 1a Fiada e 2a Fiada Assentar os blocos a cada fiada, encabeçando com argamassa de assentamento, utilizando uma linha como referência.	Visual / Réguas	Todas as paredes	+/- 5mm
3 - Elevação Alvenaria Prosseguir o assentamento dos blocos observando-se vãos e peças estruturais. Verificar o nivelamento e prumo ao longo da elevação.	Visual/Nível/Prumo	Todas as paredes	+/- 8mm na última fiada equivale a +/- 0.5mm por fiada
4 - Execução dos Pilares de Concreto Após a elevação de 1,5m ou 8 fiadas (o menor) verificar prumo e nível, montar a forma dos pilares e executá-los conforme instruções específicas.	Visual/Trena/Prumo/Nível	Todas as paredes	+/- 3mm (prumo/nível) Altura conf sugerido
5 - Juntas Fazer juntas homogêneas e com dimensões de 15 a 20 mm. Fixar as extremidades com a concretagem de pilares junto à elevação.	Visual/ Trena	1 a cada 3 fiadas	+/- 5mm
6 - Instalações Corte e posicionamento de pontos e tubulações de instalações hidráulicas e elétricas. Executar as instalações antes da execução do chapisco.	Visual/ Trena	Todos os pontos e tubulações	Todos os pontos e tubulações conf projetos
7 - Vergas Executar as vergas e contra-vergas pré-moldadas com dimensões ultrapassando pelo menos 25cm p cd lado do vão armadas com treliça.	Visual/ Trena	Todas as vergas e contra-vergas	Dimensão correta dos ferros e peças concretadas
8 - Limpeza Promover a remoção de entulho e a limpeza do local	Visual	Toda a área	Condições de iniciar próxima etapa

ANEXO 4 – Ficha de verificação de serviços de obras

Fonte: Acervo da empresa