

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SERGIPE

CAMPUS ARACAJU

DEPARTAMENTO DE DESENVOLVIMENTO DE ENSINO

COORDENADORIA DE ENGENHARIA CIVIL

CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

DAYANE SANTOS MELO

**DIAGNÓSTICO DO CONTROLE GEOMÉTRICO EM COOPERATIVAS PARA
CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS EM ARACAJU**

MONOGRAFIA

ARACAJU

2016

DAYANE SANTOS MELO

**DIAGNÓSTICO DO CONTROLE GEOMÉTRICO EM ASSOCIAÇÕES PARA
CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS EM ARACAJU**

Monografia apresentada como requisito parcial
à obtenção do título de Bacharel, da
Coordenação do Curso de Engenharia Civil, do
Instituto Federal de Sergipe – Campus Aracaju.

Orientadora: Prof^a. Adriana Virginia Santana
Melo

ARACAJU

2016

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SERGIPE

CAMPUS ARACAJU

CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

TERMO DE APROVAÇÃO

Título da Monografia Nº 22

**DIAGNÓSTICO DO CONTROLE GEOMÉTRICO EM ASSOCIAÇÕES PARA
CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS EM ARACAJU**

DAYANE SANTOS MELO

Esta monografia foi apresentada às 08:30 horas do dia 27 de julho de 2016 como requisito parcial para a obtenção do título de BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL.

O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados.

Prof. Drº José Resende Gois

(IFS – Campus Aracaju)

Profª. Drª Carla Cristina Nascimento
Santos Pereira

(IFS – Campus Aracaju)

Profª. Msc. Adriana Virginia Santana
Melo

(IFS – Campus Aracaju)
Orientadora

Prof. Msc. Rodolfo Santos da
Conceição

(IFS – Campus Aracaju)
Coordenador da COEC

Dedico este trabalho à minha família por me ensinarem a importância do amor, respeito, pelo apoio e principalmente por estarem sempre ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

Para cumprir essa missão foi preciso entender que em cada minuto dos meus dias, Deus estava presente, cuidando de tudo. A Ele agradeço pela força, sustento e sabedoria ao longo desse percurso de crescimento pessoal e profissional.

Agradeço a minha família pela confiança depositada, pela formação e educação proporcionada. Sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio.

À admirável professora Adriana Virginia Santana Melo, pela brilhante orientação fundamental para a realização desta monografia, pela oportunidade e confiança depositada em mim. Meu infindável agradecimento, apreço e admiração.

Agradeço aos professores do Instituto Federal de Sergipe (IFS) por todos os ensinamentos durante a graduação.

Aos meus amigos e colegas com os quais compartilhei grande parte das minhas emoções e batalhas durante esses anos acadêmicos.

Agradecimento especial ao meu amigo Douglas Santos de Jesus, parceiro de tantas lutas, pelo apoio irrestrito na nossa vida acadêmica e pela sua amizade.

Por fim, não poderia deixar de agradecer a todas as empresas que me abriram as portas para a oportunidade de estágio e pesquisa de campo.

A todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa, meu sincero MUITO OBRIGADA.

RESUMO

MELO, Dayane Santos. **Diagnóstico do Controle Geométrico em Associações para Construção de Edifícios em Aracaju**. 60 folhas. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe – Campus Aracaju. 2016.

O processo construtivo no setor da construção civil no Brasil, ainda caminha a passos lentos, porém, nos últimos anos, com a necessidade de melhorias no produto, assim como reduções de custos, foram adotados processos de racionalização construtiva, sendo o Controle Geométrico uma forma de se evitar possíveis erros e consequentemente desperdícios. O presente trabalho busca indicar e avaliar as formas de Controle Geométrico aplicado aos empreendimentos executados em regime de cooperativas na cidade de Aracaju, e as implicações do Controle Geométrico no revestimento de fachadas do empreendimento. A metodologia contemplou a revisão bibliográfica e o estudo em dois canteiros de obras. Com base nesse estudo, foi possível identificar as práticas de Controle Geométrico, aplicados aos empreendimentos e os problemas que podem surgir em função da imprecisão do controle, sendo possível à elaboração de sugestões de melhoria do processo analisado para outras cooperativas.

Palavras-chave: Controle geométrico. Revestimento de Fachada. Patologias.

ABSTRACT

MELO, Dayane Santos. **Diagnosis of Geometric Control in Associations for Building Construction in Aracaju**. 60 folhas. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe – Campus Aracaju. 2016.

The construction process of civil constructions in Brazil, still walks slowly, but recently, due to the need for improvements in products as well as cost reductions, construction rationalization processes were adopted, and the Control Geometrical is one way to avoid possible mistakes and consequently wastes. However, the detection of the problem comes up with the integration between various steps of geometric control and its suitability to the current reality of construction sites. This study aims to characterize and evaluate forms of geometric control applied to projects selected by the cooperative system in the city of Aracaju, and implications of geometric control in the enterprise's cladding facade. The methodology consisted of a literature review, and then application of concepts raised in the case studies. Based on this study, it was possible to identify geometric control practices applied to projects and the problems that may arise due to the inefficiency of control. With that is possible to draw up suggestions for improvement of the reporting process to others associations.

Keywords: Geometric control. Facade cladding. Pathologies.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 - Fonte de Perdas na Construção Civil
- Figura 2 - Fechamento e travamento da forma do pilar
- Figura 3 - Pilares com fôrma fechada e travada
- Figura 4 - Fechamento, travamento de vigas e pilares e escoramento da laje
- Figura 5 - Esquema representativo do revestimento de cerâmica de fachada
- Figura 6 - Esquema representativo dos prumos
- Figura 7 - Taliscamento dos pontos
- Figura 8 - Deformação da geométrica do reboco
- Figura 9 - Desprendimento da argamassa
- Figura 10 - Lacunas das argamassas
- Figura 11 - Empreendimentos estudados
- Figura 12 - Fluxo da Metodologia adotada para pesquisa
- Figura 13 - Gastalho e espera para colocação das armaduras do pilar
- Figura 14 - Base pronta para aplicação da pastilha
- Figura 15 - Segunda camada de reboco
- Figura 16 - Espessura da mestra para reboco
- Figura 17 - Aplicação da chapada do emboço.
- Figura 18 - Aplicação da pastilha
- Figura 19 - Tela aplicada entre as chapadas
- Figura 20 - Diferença de espessura
- Figura 21 - Espessura de 7cm para enchimento

LISTA DE QUADROS

- Quadro 1 - Parâmetros de Tolerâncias

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Problemas que ocorrem com maior frequência nos projetos
Tabela 2 -	Tolerâncias dimensionais para as seções transversais de elementos estruturais lineares e para a espessura de elementos estruturais de superfície
Tabela 3 -	Tolerâncias dimensionais para o comprimento de elementos estruturais lineares
Tabela 4 -	Tolerâncias fixadas pela norma ISO 7976-1/1989 para desvios de verticalidade.
Tabela 5 -	Determinação da planicidade em estruturas de concreto.
Tabela 6 -	Desvio de níveis e alturas
Tabela 7 -	Desvio de retidão e contraflexa projetada
Tabela 8 -	Dados de custo de mão de obra
Tabela 9 -	Dados de custo de materiais
Tabela 10 -	Estimativa de custo do Topógrafo

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E AGRÔNIMOS

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
CGE	Controle Geométrico de Estruturas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
OCB	Organização das Cooperativas Brasileiras
PMI	<i>Project Management Institute</i>
RCC	Resíduos da Construção Civil
SFH	Sistema Financeiro Habitacional
UNISOL	Central de Cooperativas e Empreendimentos Solidários

Sumário

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS	13
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
3.1	O CONTROLE GEOMÉTRICO DA ESTRUTURA.....	17
3.2	AS PERDAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL	23
3.3	PROCESSO EXECUTIVO DE UMA ESTRUTURA DE CONCRETO.....	25
3.4	PROCESSO EXECUTIVO DE UM PROJETO DE REVESTIMENTO CERÂMICO DE FACHADA.....	29
3.4.1	Projeto de Fachada x CGE	32
3.4.2	Tipificação de Anomalias	33
4	METODOLOGIA	36
5	RESULTADOS.....	40
6	CONCLUSÃO	52
	REFERÊNCIAS.....	53
	ANEXOS	56
	APÊNDICE A	58

1 INTRODUÇÃO

Diante do retraimento da atividade econômica no Brasil, o Sindicato da Construção Civil de São Paulo (SindusCon-SP) estimou que, no primeiro trimestre de 2016, o Produto Interno Bruto (PIB) da construção registrou encolhimento de 1% na comparação com o trimestre anterior, já desconsiderando os efeitos sazonais (IBGE, 2016). Ou seja, a melhora observada no último trimestre de 2015, quando houve crescimento de 1,5%, não se sustentou. Este cenário de incertezas implica em acertos para as empresas do setor, onde demanda atenção na hora de lançar empreendimentos e de dar andamento nos que se encontram em execução. O desafio é tentar produzir mais com menos, isso requer gerenciamento das perdas de materiais, bem como das perdas de mão de obra e equipamentos.

O Controle Geométrico da Edificação (CGE) pode ser entendido como conjunto de técnicas que visa possibilitar a construção racionalizada, minimizando desperdícios de materiais e os estágios tecnológicos vivenciados recorrentemente na construção de edifícios no Brasil. Assim pode-se entender que o controle geométrico engloba o levantamento e a locação indo além, na medida em que permite estabelecer comparações entre a geometria projetada e aquela executada.

A ausência ou imprecisão do CGE em empreendimentos verticalizados, afeta diretamente o custo, a qualidade e a segurança do edifício sendo necessário para uma evolução adequada, a correta compreensão, a substituição progressiva de métodos rudimentares e a observância às tolerâncias adotadas, que divergem dos projetos executivos.

O crescimento vertical nos municípios, também conhecido como verticalização urbana, é um fenômeno cuja origem se deu há alguns anos e seu motivo é explicável através da urbanização provocada por crescentes demandas populacionais.

De acordo com o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU) de Aracaju - Diagnóstico Municipal, a evolução urbana se deu no início do ano de 2000, quando houve o avanço e consolidação da construção civil, com sua tipologia verticalizada, com predominância residencial, pelas áreas alagadiças e mangues do bairro 13 de Julho e do atual bairro Jardins em torno de um centro comercial pontual, mais conhecido como Shopping Jardins.

A cidade de Aracaju estava assumindo neste momento um caráter configurativo de verticalização de suas atividades residenciais. Até o momento Aracaju possuía em sua história a característica da expansão urbana oriunda e relacionada à implantação de conjuntos habitacionais, agora em transformação e caminhando para uma realidade de condomínios verticais em lotes particulares.

A cidade se verticalizou, desencadeando transformações significativas na paisagem urbana e cultural. Este processo atrelado à demanda habitacional, principalmente da classe média, vai provocar uma continuidade da inserção de novas edificações na forma do edifício residenciais verticalizados compreendidos dos 04 a 16 pavimentos.

A construção de empreendimentos verticais através das iniciativas do sistema de cooperativismo passou a ser mais uma opção de investimento às demandas imobiliárias em Aracaju. Esse tipo de sistema celebra contrato de sociedade entre pessoas que reciprocamente se obrigam a contribuir com bens ou serviços para proveito comum, sem objetivo de lucro (BRASIL, Lei 5.764/1971). Esta modalidade de custeio tem as despesas de construção cobertas pelos cooperados, mediante rateio na proporção direta da fruição de serviços.

O fato dos edifícios serem executados sob sistema de cooperativas implica na contratação e coordenação pela cooperativa das etapas do processo de projeto que compreendem a concepção, solução de interfaces, o detalhamento das soluções e as atividades de pós entrega, conforme definido por Souza et al. (2004).

O estudo do CGE em empreendimentos cooperados pode apontar para soluções executivas que favoreçam a redução das perdas a partir da ação sistemática de boas práticas executivas.

Este trabalho foi desenvolvido em empreendimentos custeado por sistemas de cooperativas e se deu em dois canteiros de obra, localizados segundo o PDDU, na Zona de Adensamento Básico (ZAB 2).

2 OBJETIVOS

GERAL

Diagnosticar o tipo de Controle Geométrico da Edificação através do estudo de dois empreendimentos executados por sistema de cooperativas habitacionais na cidade de Aracaju.

ESPECÍFICO

- A. Identificar as formas de controle geométrico adotados em empreendimentos residenciais executados por cooperativas habitacionais na cidade de Aracaju.
- B. Estudar os projetos executivos e as formas de Controle Geométrico dos empreendimentos selecionados;
- C. Avaliar as implicações do Controle Geométrico no revestimento das fachadas do empreendimento;

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo SABBATINI (1989, p. 9) a racionalização construtiva pode ser entendida como uma ação ou um conjunto de ações praticadas com o objetivo de tornar racional a atividade construtiva, ou seja, o processo composto pelo conjunto de todas as ações que tenham por objetivo otimizar o uso dos recursos humanos, materiais, organizacionais, energéticos, tecnológicos, temporais e financeiros disponíveis na construção em todas as suas fases.

O setor da construção civil, de acordo com PICCHI (1993, p. 2), é caracterizado por apresentar inúmeros problemas e deficiências, como a alta incidência de patologias, elevados índices de desperdícios e baixa produtividade, além de, na maioria das vezes, priorizar prazos e custos em detrimento da qualidade, ferindo o princípio da racionalização construtiva.

SABBATINI (1989, p. 63) descreve que no passado, em um processo de produção tradicional da indústria da construção civil, grande parte das decisões importantes para a qualidade do produto eram tomadas na obra, pelos próprios executores. A colocação do domínio do processo nas mãos dos executores caracteriza um procedimento de produção artesanal, no qual a qualidade só poderia ser conseguida através da cuidadosa seleção dos executores. A qualidade é resultante de um sistema cujo domínio está centrado na engenharia de projeto e produção.

O gerenciamento de projeto, junto com objetivo profissional teve seu início em 1969 com o *Project Management Institute* (PMI) onde um projeto sem qualidade é aquele cujas necessidades declaradas não são satisfeitas.

BRYDE, BROQUETAS, VOLM, (2013) afirmam que desenvolvimentos teóricos em Building Information Modeling (BIM) sugerem que não só é útil para modelagem geométrica do desempenho de um edifício, mas também pode auxiliar na gestão de projetos de construção. O benefício mais frequentemente relatado está relacionado com a redução de custos e controle através do ciclo de vida do projeto, assim como a significativa economia de tempo.

Para FILHO (2013) os problemas mais frequentes pela ausência da qualidade estão relacionados na Tabela 1.

Na Tabela 1, os itens 11 e 12, retratam o percentual devido a Estimativas incorretas ou sem fundamento e o Retrabalho em função da falta de qualidade do produto que são custos relacionados a falhas internas. Esses custos são todos aqueles acontecidos devido a imprecisão do processo produtivo, sejam eles: falha humana ou falha mecânica. Quanto mais cedo essas imprecisões são detectadas, menores as possibilidades de desperdícios que conseqüentemente irá gerar redução de custos.

Tabela 1: Problemas que ocorrem com maior frequência nos projetos

Item		% *
1	Não cumprimento dos prazos	60,2%
2	Mudanças de escopo constantes	43,0%
3	Problemas de comunicação	40,1%
4	Escopo não definido adequadamente	39,5%
5	Não cumprimento do orçamento	28,3%
6	Recursos humanos insuficientes	28,3%
7	Concorrência entre o dia a dia e o projeto na utilização de recursos	27,6%
8	Riscos não avaliados corretamente	22,9%
9	Mudanças de prioridades constantes ou falta de prioridade	19,8%
10	Problemas com fornecedores	17,7%
11	<i>Estimativas incorretas ou sem fundamento</i>	15,6%
12	<i>Retrabalho em função da falta de qualidade do produto</i>	11,7%
13	Falta de definição de responsabilidades	10,2%
14	Falta de uma metodologia de apoio	7,5%
15	Falta de apoio da alta administração / sponsor (patrocinador)	7,3%
16	Falta de competência para gerenciar projetos	6,9%
17	Falta de uma ferramenta de apoio	6,7%
18	Falta de conhecimento técnico sobre a área de negócio da organização	2,1%

Fonte: Adaptado do PMI, 2010 – Chapters Brasileiros, p. 116

(*) Organizações que citaram o item

REIS (1998, p.2) lista outras dificuldades encontradas durante o desenvolvimento do projeto, tais como: incapacidade e desinteresse de muitos projetistas, que concebem o produto sem que haja preocupação com o processo de produção, construtibilidade e manutenibilidade nas soluções adotadas; indefinição de responsabilidades.

A despreocupação com o processo executivo na construção civil por parte de muitos profissionais caracteriza problemas, que segundo PICCHI (1993, p.13) resultou na “utilização de espessuras de argamassa acima do projetado, para correção de imperfeições de prumo, nivelamento e alinhamento da estrutura e

alvenarias, sendo este, juntamente com o entulho um dos maiores fatores de desperdícios de materiais”.

Apesar da sua aparente invisibilidade em certas fases, o Controle Geométrico dos elementos do edifício, feito de forma adequada, é um fator de agregação de qualidade e de redução de desperdícios.

Para GARRIDO (1999, p.21) quanto mais se cuidar do controle da geometria da estrutura, menor será o consumo excessivo do material. A prática do “*tirar na massa*” como solução para os problemas da geometria das partes estruturais do edifício já não se sustenta, pois espessuras maiores que as projetadas não significam apenas desperdício de material, mas também o risco de problemas patológicos oriundos de fissuração de revestimentos, além de que, as cargas adicionais na estrutura, podem afetar o desempenho local e global da edificação.

Outro aspecto é a falta de uma visão global do Controle Geométrico da Edificação (CGE), ao longo do desenvolvimento da obra. A ausência da percepção de que a definição geométrica de um elemento pode depender de outro, ou que um problema geométrico ocorrido em uma etapa de construção afetará alguma etapa subsequente, a exemplo de um pilar periférico que saiu de prumo ou que teve sua geometria aumentada significativamente na fase da estrutura. Este desaprumo afetará as espessuras da fachada, sendo analisado em relação à norma, avaliando-se o uso de tolerâncias empíricas quanto aos desvios constatados.

A técnica utilizada na execução dos empreendimentos é fundamental para a qualidade do serviço. Em muitas obras, os planos horizontais (níveis) ainda ficam por conta das mangueiras, os alinhamentos verticais por conta do fio de prumo e os alinhamentos horizontais por conta das linhas de náilon ou arames.

A imprecisão do equipamento e a discrepância da ótica de cada colaborador em relação ao equipamento geram imperfeições de prumo e nível, consequentemente falhas na geometria da edificação. Dessa forma sendo necessário um CGE mais eficiente, para buscar a racionalização construtiva, reduzir as perdas e melhorar a competitividade no mercado imobiliário.

Na construção civil, a perda de material ocorre com a execução de serviços não programados ou não previstos que implicam na geração de Resíduos da Construção Civil (RCC). A execução da estrutura, no entanto, deve ser

acompanhada de maneira assídua, pois além de influenciar nas espessuras dos revestimentos por desvios de geometria, pode afetar a segurança global do edifício.

Para MATTOS (2015), as perdas de mão de obra ocorrem pela ausência de gestão, a qual pode ser identificada através da improdutividade do operário que muitas vezes é decorrente da relação ente produção e suprimentos. As perdas de equipamento são similares às de mão de obra e se manifestam através do tempo de espera, assim como as perdas inevitáveis em dias de fortes ventos, essas perdas ocorrem devido à ausência de planejamento. Assim como as demais perdas, as perdas financeiras surgem de estratégias comerciais equivocadas ao serem estocados altos volumes de bens, comprometendo o dinheiro antes da obra, o que representa má gestão de compras e acaba privando a construtora de recursos para outros negócios, investimentos ou aplicações bancárias.

3.1 O CONTROLE GEOMÉTRICO DA ESTRUTURA

Segundo FERREIRA (1993, p.19), controle pode ser entendido como “ato ou poder de controlar” ou “a fiscalização exercida sobre as atividades de pessoas, órgãos, departamentos ou sobre produtos, para que tais atividades ou produtos não desviem das normas preestabelecidas”. O termo geométrico segundo o mesmo autor é “relativo ou pertencente à geometria ou próprio dela”.

O acompanhamento e o CGE periódicos da verticalização de um edifício predial nos canteiros de obra da construção civil são importantes, pois é necessário que se tenha um conjunto de fatores interligados para obter um resultado eficaz, desde a compatibilização de projetos até um controle de qualidade de execução da edificação predial. Esse tipo de procedimento de campo é tratado na engenharia civil como controle dimensional e controle de qualidade da edificação.

Em obras verticais de múltiplos pavimentos o CGE é fundamental, pois esse perfil de obra movimenta grandes volumes financeiros e as perdas tendem a ser significativas. Segundo OBATA (2007, p. 3) o produto oferecido ao mercado, está sujeito à aprovação de um consumidor cada vez mais exigente, além de ser requisito para obtenção de selos de qualidade como a ISO 9001 e PBQP-H.

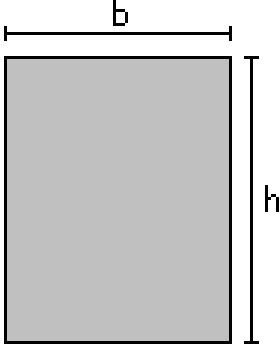
A NBR 15.575/2013, conhecida como norma de desempenho¹ é generalista, aplicando-se aos empreendimentos e seus componentes em relação a durabilidade e requisitos técnicos para as situações de estado limite². De modo distinto das certificações ISO 9001, PBQP-H que tratam do sistema de controle de qualidade e suas etapas executivas.

A norma de desempenho é estabelecida buscando correlacionar aos requisitos do empreendimento e materiais diante das condições de empregabilidade.

O CGE pode ser realizado em vários subsistemas de um edifício, destacando como principais os subsistemas da estrutura e da alvenaria de vedação, visto que estes são responsáveis por dar a forma do edifício e assemelhá-lo ao projeto arquitetônico.

Em relação aos subsistemas da estrutura do empreendimento, que baliza e interfere na alvenaria interna e externa, as normas ISO 7976-1/1989 e ABNT NBR 14931/2004 sugerem algumas tolerâncias para verificações de peças da estrutura da edificação. A NBR 6118/2014 – projeto e execução de obras de concreto armado (ABNT, 2014), fixa tolerâncias no que se refere à execução da estrutura, mais precisamente nas tolerâncias das dimensões da seção, espessura de elementos de superfície e comprimento de elementos lineares. O quadro 1 define as tolerâncias dimensionais para os seguintes parâmetros:

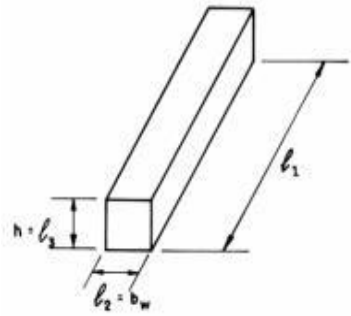
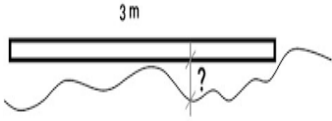
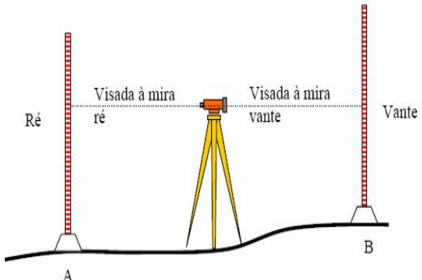
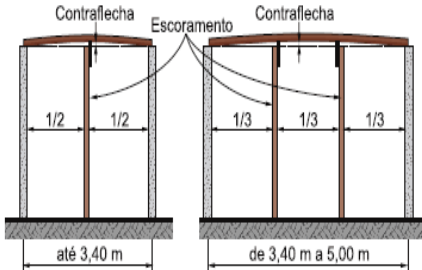
Quadro 1 – Parâmetros de Tolerâncias

TIPOS	DESCRIÇÃO	REPRESENTAÇÃO GRÁFICA
Dimensões da seção transversal	A seção transversal que pode ser definida como retangular, em “L” ou genérica. Neste último caso, ela será descrita por até quatro poligonais, sendo que cada poligonal será definida pelos seus vértices numerados sequencialmente no sentido horário.	 Diagrama de uma seção transversal retangular. A largura é indicada por 'b' e a altura por 'h'.

¹ Conjunto de requisitos e critérios estabelecidos para uma edificação habitacional e seus sistemas, com base em requisitos do usuário, independentemente da sua forma ou dos materiais constituintes. Fonte: ABNT NBR 15575/2013

² Estado Limite: Situação (limite) a partir da qual a estrutura deixa de atender a uma das finalidades de sua construção

Continuação: Quadro 1 – Parâmetros de Tolerâncias

TIPOS	DESCRIÇÃO	REPRESENTAÇÃO GRÁFICA
Comprimento de elementos lineares	Elementos que possuem o comprimento muito maior que a altura e a espessura, são comumente chamados de “barras”. Exemplos: Vigas e pilares.	
Verticalidade	É a qualidade ou estado vertical: verticalidade de um muro.	
Planicidade	São medições que determinam a uniformidade de uma superfície	
Nivelamento	São operações que se executam em uma determinada região, nas quais colhem-se dados com o objetivo de se determinar a diferença de nível de pontos da superfície em relação a outros.	
Retidão e contraflecha projetada	Procedimento construtivo que consiste na introdução de deslocamentos verticais ascendentes em vigotas, geralmente a meio vão, através de escoramento, de forma a prevenir a formação de flechas elevadas, com deformação da laje após o término da construção.	

Fonte: o autor

Na Tabela 2, as tolerâncias dimensionais para seções transversais são relacionadas com as dimensões das seções. Sendo por exemplo uma viga de seção transversal menor que 60cm, a tolerância admitida seria de mais ou menos 5mm de desvio e para seções maiores que 250cm, a tolerância admitida é de 0,4% da dimensão da seção.

Tabela 2 - Tolerâncias dimensionais para as seções transversais de elementos estruturais lineares e para a espessura de elementos estruturais de superfície

Dimensão (a) cm	Tolerância (t) mm
$a \leq 60$	± 5
$60 < a \leq 120$	± 7
$120 < a \leq 250$	± 10
$a > 250$	$\pm 0,4 \% \text{ da dimensão}$

Fonte: ABNT NBR 14931/2011

Com base na Tabela 3, observa-se as tolerâncias dimensionais para o comprimento de elementos, onde as tolerâncias aumentam a medida que o comprimento dos elementos estruturais aumentam. No entanto, para o comprimento de um elemento estrutural acima de 15m, a tolerância máxima admitida pela norma é de 2cm.

Tabela 3 - Tolerâncias dimensionais para o comprimento de elementos estruturais lineares

Dimensão (a) m	Tolerância (t) mm
$l \leq 3$	± 5
$3 < l \leq 5$	± 10
$5 < l \leq 15$	± 15
$l > 15$	± 20

NOTA: A tolerância dimensional de elementos lineares justapostos deve ser considerada sobre a dimensão total.

Fonte: ABNT NBR 14931/2011

Segundo NUNES (2011, p 62.) estando o centro do pilar fora da posição, a NBR 6118/2014 prevê um cálculo para excentricidade mínima ou de desaprumo e esta deve ser a tolerância para cada pilar. BARROS, (2001) afirma que para a verificação da verticalidade a norma ISO 7976-1/1989 prevê o uso dos seguintes instrumentos: Teodolito; Prumo ótico; Inclinômetro; e Fio de prumo.

Em relação às imprecisões verticais para estes casos, as tolerâncias fixadas pela norma ISO 7976-1/1989 são as constantes na Tabela 4.

Tabela 4 - Tolerâncias fixadas pela norma ISO 7976-1/1989 para desvios de verticalidade.

Operação de medida	Tolerância	Abrangência da Medição	Instrumento de Medição ou Ferramenta
Desvio de verticalidade: Teodolito/prumo ótico	$\pm 0,5 \text{ mm}$	$< 100 \text{ m}$	Prumo ótico
	$\pm 0,8 \text{ mm}$ $\pm 1,2 \text{ mm}$	$\alpha < 50 \text{ grados}^3$ $\alpha = 50 \text{ a } 70 \text{ grados}$	Teodolito e eixo marcado
	$\pm 1 \text{ mm}$ $\pm 1,5 \text{ mm}$ $\pm 3 \text{ mm}$	$\alpha < 50 \text{ grados}$ $\alpha = 50 \text{ a } 70 \text{ grados}$ $< 2 \text{ m}$	Teodolito e régua ou trena
Clinômetro	$\pm 8 \text{ mm}$	$< 2 \text{ m}$	Clinômetro
Fio de Prumo	$\pm 15 \text{ mm}$	$2 \text{ a } 6 \text{ m}$	Fio de prumo e régua ou trena

α = ângulo de elevação

Fonte: BARROS, 2001, p. 52

De acordo com a ISO 7976-1/1989, o desvio de Planicidade (Flatness, em inglês) pode ser definido como a diferença entre a atual forma da superfície e a forma da superfície plana, podendo ser medido tanto no plano horizontal como no plano vertical. Para a determinação deste desvio é necessária a definição de um plano de referência em relação ao qual serão medidos os desvios. A definição deste plano pode ser feita de várias maneiras, entre as quais:

1. Plano médio entre quatro pontos de cantos;
2. Plano determinado com ajuda do método dos mínimos quadrados;
3. Em relação a certa linha reta (planicidade local);
4. Em relação a uma caixa (princípio da caixa); e
5. Plano que passe por três pontos de canto (inclinação).

Porém, o que se vê nos canteiros de obras é a medida da planicidade dos elementos através de régua ou sarrafo de alumínio, visto sua praticidade. A régua, que não poderá estar empenada, deverá ser apoiada na superfície do elemento e a interface entre os dois não deve apresentar aberturas.

As tolerâncias são estabelecidas em função dos equipamentos utilizados e do plano de referência utilizado, como se constata na Tabela 5.

³ Grado: é a unidade de medida de ângulos planos

Tabela 5 - Determinação da planicidade em estruturas de concreto.

Operação de medida	Tolerância	Abrangência da Medição	Instrumento de Medição ou Ferramenta
Determinação da planicidade	± 2 mm	< 3 m	Régua e cunha (30 mm)
	± 3 mm	< 3 m	Régua e esquadro
	± 2 mm ± 4 mm	< 2 m De 2 a 5 m	Fio (< 10 m) e cunha (30 mm)
	± 2 mm	< 3 m a 6 m	Nível ou Teodolito e suporte com micrômetro de placas paralelas
	± 4 mm	< 3 m a 6 m	Nível ou Teodolito e suporte
	± 3 mm ± 5 mm	< 2 m 2 a 5 m	Fio (< 10 m) e régua ou trena de aço retrátil

Fonte: BARROS, 2001, p. 57.

Segundo BARROS (2001, p.51) no caso dos desvios de nível das superfícies horizontais, a norma ISO 7976-1/1989 preconiza que as medições podem ser feitas nos pisos e tetos com pontos distribuídos numa malha, com pelo menos duas referências de níveis por andar e com distâncias de visadas menores que 40 m, fixa ainda as seguintes tolerâncias:

Tabela 6 - Desvio de níveis e alturas

Operação de medida	Tolerância	Abrangência da Medição	Instrumento de Medição ou Ferramenta
Desvio de níveis e alturas	± 2 mm	< 30 m	Nível com micrometro de placa paralela
	± 4 mm	< 30 m	Nível e mira
	± 10 mm ± 15 mm ± 20 mm	< 10 m De 10 a 30 m De 30 a 70 m	Indicador de superfície laser

Fonte: BARROS, 2001, p.51

Em relação a ISO 7976 –1 (ISO, 1989), o desvio de retidão pode ser descrito como a diferença entre a forma atual de uma linha e uma linha reta. As tolerâncias são estabelecidas tanto para a retidão⁴ como para a contraflecha⁵, em função dos equipamentos de medição utilizados conforme a Tabela 7.

⁴ Retidão: qualidade, característica, atributo do que é reto, sem desvios.

⁵ Contraflecha: é o deslocamento vertical intencional aplicado à laje durante a montagem, por meio de escoramento, contrário ao sentido da flecha.

Tabela 7 - Desvio de retidão e contraflexa projetada

Operação de medição	Tolerância	Abrangência da medição	Instrumento de Medição ou Ferramenta
Desvio de Retidão e contraflexa projetada	$\pm 2 \text{ mm}$	$< 3 \text{ m}$	Cunha de medição ($< 30 \text{ mm}$), esquadros e peças de cantos
	$\pm 3 \text{ mm}$	$< 3 \text{ m}$	Régua, esquadro e peças de canto
	$\pm 2 \text{ mm}$ $\pm 4 \text{ mm}$ $\pm 8 \text{ mm}$	$< 2 \text{ m}$ 2 a 5 m 5 a 10 m	Cunha de medição (30 mm) fio de aço ou nylon ($< 10 \text{ m}$) e peças de canto
	$\pm 3 \text{ mm}$ $\pm 5 \text{ mm}$ $\pm 5 \text{ mm}$	$< 2 \text{ m}$ 2 a 5 m 5 a 10 m	Régua, fio de nylon ou aço e peças de canto

Fonte: BARROS, 2001, p.55

3.2 AS PERDAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Com a ausência do CGE, o monitoramento de perdas dos materiais estudados pede o conhecimento dos aspectos quantitativos e qualitativos indicativos das suas causas.

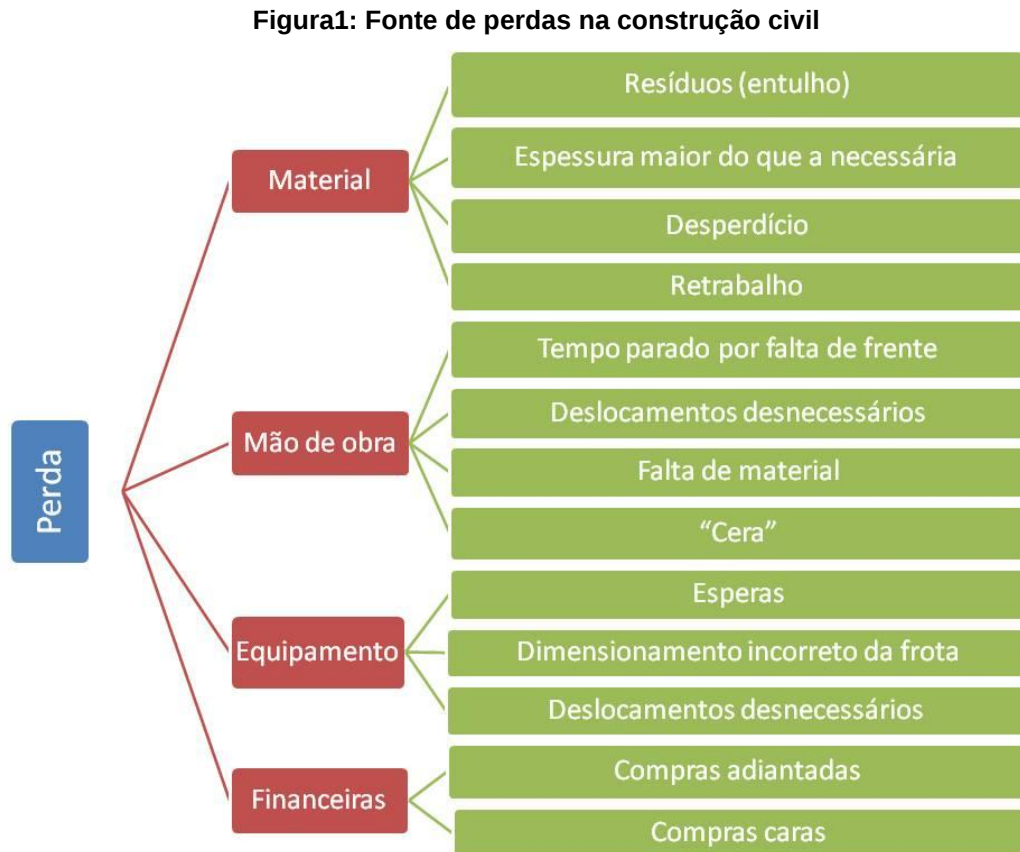
A determinação dos indicadores de perdas parciais dos materiais por serviços conduz conhecer os principais aspectos quantitativos das perdas. Por sua vez, o levantamento dos dados relativos ao planejamento, organização e procedimentos de execução e controle dos materiais e do serviço evidenciam aspectos qualitativos destas perdas.

Para MATTOS (2015) uma perda ocorre quando se utiliza uma quantidade maior de que a necessária de um dado insumo. Ela é toda quantidade de insumo consumida além da quantidade teoricamente necessária (calculada a partir do projeto ou de informações do fabricante).

No entanto, as perdas devem ser entendidas como qualquer ineficiência que se reflita no uso de equipamentos, materiais, mão de obra e capital em quantidades superiores às necessárias à produção da edificação. Neste caso, as perdas englobam tanto a ocorrência de desperdícios de materiais quanto à execução de tarefas desnecessárias que geram custos adicionais e não agregam valor. Tais perdas são consequências de um processo de baixa qualidade, que traz como

resultado não só uma elevação de custos, mas também um produto final de qualidade deficiente.

A Figura 1 relaciona as quatro principais fontes de perdas e como elas podem ser detectadas no canteiro de obras.



Fonte: MATTOS, 2015

Os procedimentos executivos ideais de uma obra vertical (ANEXO A) são identificados através do comportamento mais críticos, necessitando de uma maior atenção, pois resultarão em perdas relacionadas aos materiais e mão-de-obra.

A ausência de controle de qualidade implica em perdas de material de construção, equipamentos, mão-de-obra e recursos financeiros em canteiro de obra. Esse baixo controle quando relacionado ao sistema estrutural do empreendimento implica em alteração de projeto e, conseqüentemente, compromete os elementos estruturais.

Em relação ao Alinhamento e prumo de pilares o item 11.3.3.4 da NBR 6118/2014, cita que “Na verificação do estado limite último das estruturas

reticuladas, devem ser consideradas as imperfeições geométricas do eixo dos elementos estruturais da estrutura descarregada”. Essas imperfeições são divididas em dois grupos: imperfeições globais e locais.

As imperfeições geométricas locais são decorrentes do efeito do desaprumo ou da falta de retilineidade do eixo do pilar. Uma vez, respeitado as tolerâncias, admite-se que o efeito das imperfeições geométricas locais nos pilares esteja atendido.

3.3 PROCESSO EXECUTIVO DE UMA ESTRUTURA DE CONCRETO

O processo executivo de uma estrutura de concreto será descrito como parâmetro comparativo em relação aos dados da pesquisa.

A estrutura de concreto armado no Brasil deve obedecer às normas da ABNT NBR 14931/2004 e 6118/2014, e ser executada de acordo com a resistência à compressão em 28 dias determinada em função da resistência característica do concreto (f_{ck}) especificado no projeto de cálculo estrutural.

A execução das estruturas de concreto deve ser iniciada com a constatação dos pilares pela planta do respectivo pavimento, onde a execução da montagem das fôrmas e escoramento de pilar pode ser dividida em: a) transferência dos eixos coordenados e execução dos gualhos; b) montagem da fôrma; (Fonte: Comunidade da Construção, 2016).

Os eixos coordenados devem ser transferidos para a laje em execução, tomando os cuidados necessários para que fiquem precisos. Esse lançamento deve ser feito, preferencialmente, através de aparelhos - teodolito e trena, por equipe treinada, ou mesmo por topógrafo da empresa ou terceirizado. Deve-se também transferir o nível de referência para a laje em execução.

Após a marcação dos eixos coordenados, devem ser esticadas as linhas de náilon e proceder com a execução dos gualhos. Devem-se utilizar sempre trenas metálicas ou de PVC, lançando-se as distâncias entre os eixos e os gualhos, sempre em duas direções. O gualho deve ser bem fixado, solidarizado com a laje.

Para a montagem das fôrmas de pilares, devem ser fixados dois pontaletes-guia bitolados nas extremidades de um mesmo lado do engastalho⁶, aprumando-os e travando-os com sarrafos nas duas direções do pilar. Nos pontaletes-guia deve ser marcado o nível a que deve chegar a extremidade superior de cada painel do pilar, para conferência durante o processo de montagem. Antes do fechamento da fôrma, deve ser aplicado o desmoldante nas faces internas da fôrma e devem ser posicionados os painéis nos pontaletes-guia e o prumo⁷ será feito após a montagem completa da fôrma, conforme a Figura 2.

Figura 2: Fechamento e travamento da forma do pilar (empreendimento 1)



Fonte: o autor, 2014

A armação deve ser posicionada, e amarrada com arames recozidos a fim de manterem as posições indicadas em projeto, não esquecendo os espaçadores para garantir o recobrimento das armaduras dos pilares, deverá obedecer ao recobrimento mínimo de concreto de 2,5 cm, conforme o projeto estrutural. A Figura 3 traz as fôrmas com transpasse de armaduras.

⁶ Engastalho serve de guia e permite o travamento do pé dos painéis de face do pilar.

⁷ Prumo é um instrumento para detectar ou conferir a vertical do lugar e elevar o ponto.

Figura 3: Pilares com fôrma fechada e travada (empreendimento 1)



Fonte: o autor, 2014

Após o fechamento da fôrma, procede-se ao ajuste do escoramento do conjunto. As faces montadas devem ser niveladas, verificado o prumo dos painéis em todas as faces, utilizando aparelhos (teodolito) ou um simples prumo de face. Caso necessário, ajusta-se as escoras (metálicas ou de madeira), levando o conjunto para a posição correta.

Após a montagem das fôrmas de pilares, deve-se proceder à inspeção de qualidade, (seja através de fichas de verificação de serviço ou outro tipo de procedimento que resulte na realização dos ajustes necessário) havendo para tanto um controle dimensional, para posteriormente, executar a montagem das fôrmas de vigas e lajes.

Para o início do lançamento do concreto em cada fôrma, deve-se proceder com a saturação com água e aplicação da nata de cimento para em seguida executar o lançamento de concreto procedendo-se o seu adensamento com o vibrador adequado para cada caso, conforme a Figura 4.

Figura 4: Fechamento, travamento de vigas e pilares e escoramento da laje (empreendimento 1)



Fonte: o autor, 2014

Após a concretagem e cura do concreto dos pilares de cada pavimento, inicia-se a fôrma das vigas, as quais deverão ser alinhadas, niveladas e travadas seguindo-se da execução das fôrmas da laje, a qual deverá ser iniciada a partir do seu escoramento, sendo a distância mínima das escoras de dois metros.

Todo escoramento indicado deverá ser efetuado antes da colocação das vigas e capeamentos. Após realizar o escoramento da laje, deverão ser distribuídas as armações das lajes como indicado na planta de montagem. Na laje devem ser colocados os espaçadores⁸ conforme especificado no projeto estrutural e posteriormente a aplicação da tela, caso exista. O recobrimento das armaduras das lajes, deverá obedecer ao projeto estrutural.

Toda a armação, os diâmetros, tipos, posicionamentos e demais características da armadura, devem ser rigorosamente verificados quanto à sua conformidade com o projeto estrutural, antes do lançamento do concreto. Na etapa de concretagem, deve ser realizada a laje junto com as vigas, utilizando vibradores mecânicos de imersão com diâmetro compatível com a área e/ou seção da peça a ser vibrada. Deve-se evitar a vibração da armadura, de modo a não formar vazios ao seu redor nem dificultar a aderência com o concreto. Nessa etapa deve ser observado também, se houve abertura das fôrmas, pois a partir delas, inicia-se o processo de

⁸ Espaçadores são elementos metálicos ou plásticos destinado a garantir o posicionamento da armadura no concreto armado ou das barras de transferência nas juntas.

desaprumo da estrutura. Caso detecte esse fato, providências devem ser tomadas para que se obtenha um elemento estrutural completamente aprumado.

A desforma das lajes, das vigas, deverá obedecer aos prazos mínimos exigidos pela ABNT, em norma técnica específica. A cura do concreto deve ser efetuada durante, no mínimo, 7 (sete) dias, após a concretagem mantendo a superfície umedecida e/ou protegendo-a.

As fôrmas de madeira são projetadas e fabricadas adequando-se à geometria da obra. Da mesma maneira, elas devem ser dimensionadas para atender às solicitações específicas de execução. Porém, ao realizar a desforma, deve existir um controle para que sejam evitados possíveis danos nas peças estruturais, visto que as tolerâncias são especificadas e devem atender às exigências de exatidão dimensional para não interferir no controle geométrico da obra.

3.4 PROCESSO EXECUTIVO DE UM PROJETO DE REVESTIMENTO CERÂMICO DE FACHADA

Ainda pouco difundidos, os projetos executivos de sistemas de revestimentos cerâmicos podem contribuir para a diminuição das manifestações patológicas nestes sistemas.

A implantação de um projeto de produção de revestimentos cerâmicos de fachada, segundo MEDEIROS & SABBATINI (1998) permite evitar uma série de problemas que podem conduzir a falhas nos revestimentos e facilitar as ações de controle e melhoria de qualidade de produção. A origem para grande parte das manifestações patológicas presentes nos sistemas de revestimento cerâmico de fachada, segundo GOMES (1997) é proveniente da falta de planejamento, na etapa de projeto.

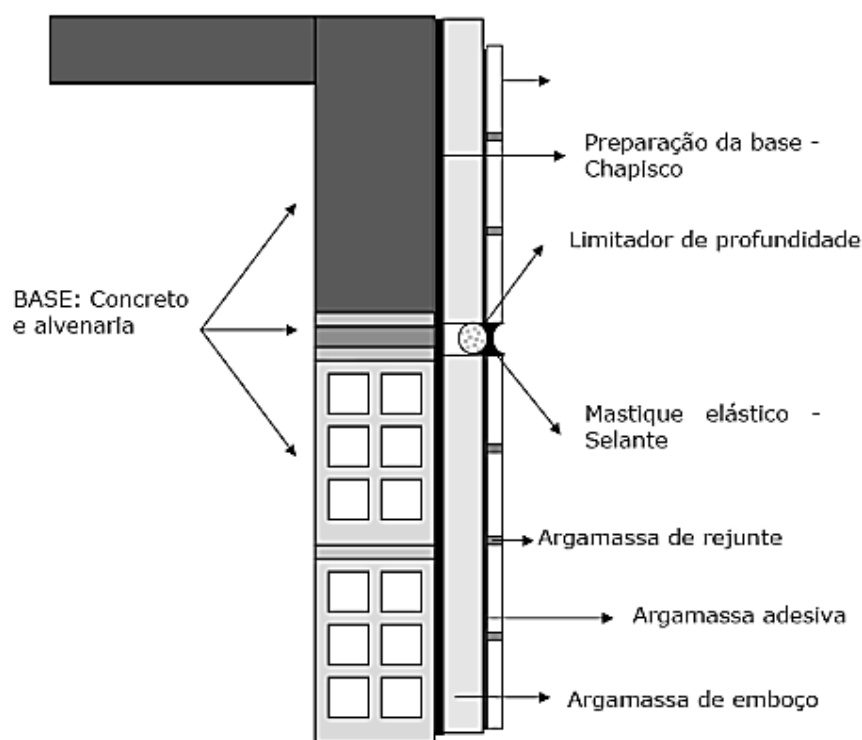
No projeto executivo de um empreendimento vertical, as imperfeições geométricas dos elementos estruturais, implicam diretamente no processo executivo das fachadas dos empreendimentos, agravando-se as implicações quando estes terão revestimentos cerâmicos como acabamento final.

Revestimentos Cerâmicos de Fachadas, (RCF), sigla adotada por MEDEIROS (1999) são definidos como “o conjunto de camadas que aderidas à base da fachada

do edifício (alvenaria e/ou estrutura de concreto), detêm como camada externa, placas cerâmicas, podendo ser fixadas por material adesivo ou algum dispositivo”.

Este conjunto multicamada, Figura 5, está composto por uma base ou suporte sobre a qual se apoia o RCF, que pode ser de concreto armado, alvenaria de blocos cerâmicos ou de concreto, entre outros.

Figura 5: Esquema representativo do revestimento de cerâmica de fachada



Fonte: MEDEIROS, 1999

A fachada argamassada fica aderida a alvenaria por meio da aplicação de uma camada de chapisco (espessura de 5 mm em média), que possui a função de gerar maior ancoragem com as camadas posteriores. A camada seguinte é denominada de emboço e sua função é regularizar a base (alinhamento e prumo), servindo de suporte para o assentamento da cerâmica nas fachadas.

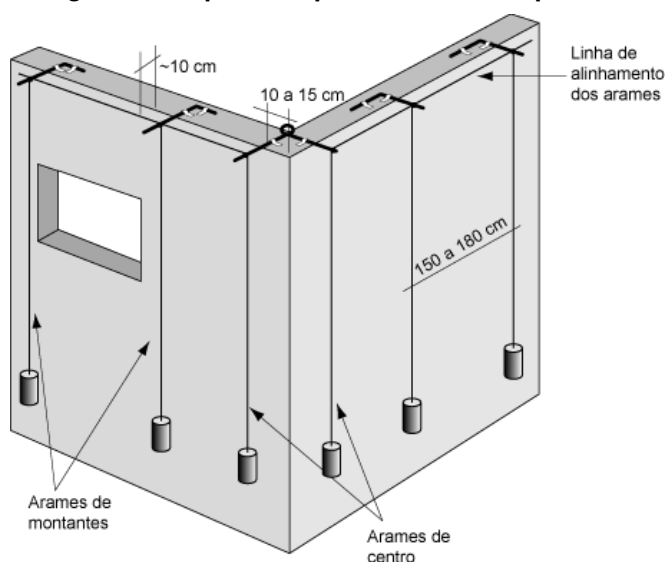
Antes da aplicação do emboço, se faz necessário a realização do mapeamento da fachada através da medição e fixação de taliscas que são placas de referência locadas sobre o chapisco e que identificam a espessura por ponto aferido. A partir das taliscas fixadas são detectados os pontos com espessuras superiores às tolerâncias, desse modo conhecendo-se na área a ser revestida as variações de espessura por ponto, cabe a escolha do procedimento adequado para aplicação do

emboço, reduzindo as chances de possíveis patologias e garantindo o prumo e a espessura da argamassa de revestimento.

Este mapeamento deve ser executado através de arames apurados e fixados em barras de ferro no topo do edifício (platibanda), distanciados 10 cm da alvenaria. Estes fios devem estar alinhados em relação aos eixos principais do edifício, de forma que os panos ortogonais estejam no esquadro. Os arames devem estar intercalados a cada 1,50m até 1,80m e devem também estar presentes nas quinas externas, nos cantos, nas laterais das janelas, nos eixos das juntas estruturais e em locais estratégicos para definir outros detalhes alinhados, como mostra a Figura 6.

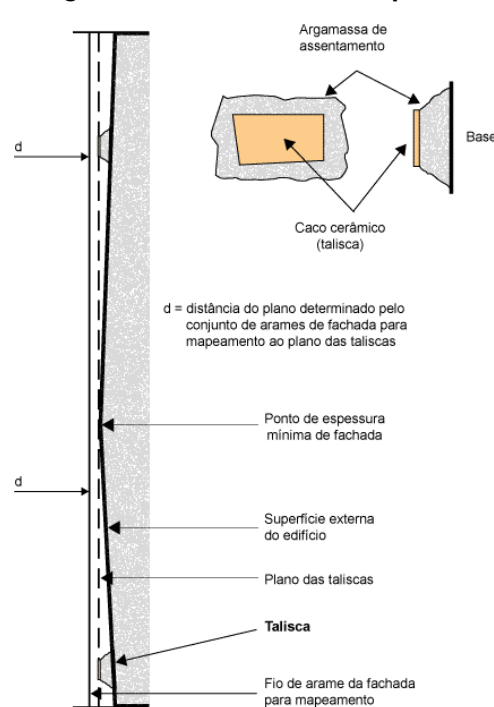
Nesta etapa, devem ser posicionadas as juntas de movimentação e dessolidarização, no entanto, a execução dessas juntas pode ser realizada após a execução do emboço, com a argamassa ainda fresca, utilizando um par de réguas (antes de desempenar) ou com o uso de frisadores sustentados pelas réguas guias (após o desempenamento). A Figura 6 e a Figura 7 representa o procedimento de regularização da base, o qual se delimita a espessura da camada de emboço, de forma que seja realizada dentro do prumo e alinhamento previstos.

Figura 6: Esquema representativo dos prumos



Fonte: Souza, R. et al. Qualidade na aquisição de materiais e execução de obras, 1997

Figura 7: Taliscamento dos pontos



Fonte: Souza, R. et al. Qualidade na aquisição de materiais e execução de obras, 1997

Para JUST; FRANCO (2001) o descolamento de revestimento cerâmico de fachada também tem origem nos aspectos relacionados com o projeto, desde a concepção da edificação, a falta de coordenação entre projetos, a escolha de materiais inadequados até a negligência quanto a aspectos básicos como o posicionamento das juntas de dilatação e telas metálicas.

A busca para eliminação das falhas se justifica porque, na maioria das vezes, elas geram custos adicionais nas fases de execução ou de manutenção do empreendimento, custos estes que poderiam ser reduzidos se as falhas fossem detectadas na fase de elaboração dos projetos como demonstraram Hammarlund; Josephson (1992)

3.4.1 Projeto de fachada x CGE

A fachada é o primeiro elemento da edificação a sofrer a ação das intempéries e variações nas condições climáticas e por trabalharem usualmente aderidos a base (estrutura e vedação), são também solicitados pelas ações decorrentes da sua movimentação, assim como por ações intrínsecas aos próprios revestimentos (contração e dilatação por variação de umidade ou temperatura, por exemplo).

A camada de emboço, usualmente produzida com argamassa de base cimentícia, deve manter-se aderida à base, ser compatível com o acabamento decorativo, apresentar rugosidade uniforme e reduzida, apresentar-se sem imperfeições e ter espessura de 20 mm a 30 mm, entre outras características estabelecidas pela ABNT NBR 13.749/2013.

Na primeira etapa reveste-se a estrutura com uma camada de chapisco a fim de garantir maior aderência à camada seguinte.

Depois têm-se o início do emboço, após 24 horas de executado o chapisco. A espessura dessa camada deve ser de, no máximo, 30 mm. Quando for necessária espessura maior que 25 mm recomenda-se fazer duas ou mais camadas de 20 mm. E ainda quando a espessura ultrapassar 40 mm recomenda-se executar camadas de 20 mm, juntamente com aplicação de telas de aço galvanizado, fibra de vidro ou similar entre as camadas, a fim de evitar o desprendimento das mesmas. Nesses casos é preciso observar o tempo de cura de sete dias entre as aplicações.

Como terceira fase tem-se a mistura da argamassa colante em um recipiente limpo, observando a quantidade de água, que pode variar de acordo com as condições climáticas do local. Deixar a argamassa repousar durante cinco a dez minutos e voltar a mexer sem adicionar mais pó ou líquido. Durante o uso, mexer ocasionalmente para manter a mistura trabalhável.

Em seguida têm-se a aplicação da argamassa colante na parede, primeiro com o lado liso e depois com o lado denteado da desempenadeira, formando cordões. Porém, antes da aplicação, deve-se umedecer a parede e delimitar uma área de trabalho que permita o assentamento da cerâmica em poucos minutos.

Na quinta fase ocorre o posicionamento da peça cerâmica e pressionamento com a mão, batendo em seguida com martelo de borracha. Observar as juntas de assentamento e o posicionamento das eventuais juntas de dilatação do revestimento. Para controlar o distanciamento entre as peças, indica-se o uso de espaçadores.

Na sexta fase faz-se a limpeza de todas as juntas e da superfície das peças assentadas enquanto a argamassa ainda estiver fresca. Deve-se, então, retirar os espaçadores e fazer o rejuntamento, no mínimo, 24 h após o término do assentamento. A retirada do excesso deve ser feita com uma esponja úmida.

Para finalizar, passa-se um pano limpo e seco sobre a superfície (ANEXO B).

3.4.2 Tipificação de Anomalias

As anomalias podem decorrer de situações de destacamento entre as duas superfícies ou por perda de coesão da argamassa que, deste modo, se solta da fachada. No caso de espessuras maiores que as projetadas, ocorre o risco de problemas patológicos oriundos de fissuração de revestimentos e cargas adicionais na estrutura. Cada um destes tipos de anomalia tem, por sua vez, diversas manifestações que importa conhecer e que permitem a tipificação do problema.

As patologias são estudadas para diagnosticar as prováveis causas, e geralmente não ocorrem devido a uma única razão. A ocorrência se deve a um procedimento inadequado no processo construtivo, ou seja, planejamento, projeto, materiais e componentes, execução e uso, que gera uma alteração no desempenho de um componente ou elemento da edificação.

Segundo GASPAR, FLORES e BRITO, 2007, quando o reboco perde a sua capacidade de aderência ao suporte, dá-se o seu descolamento em relação à base de assentamento onde ocorre o afastamento do reboco em relação ao suporte, numa primeira fase, geralmente seguido pelo empolamento⁹ do reboco através da variação da geometria do reboco (por uma variação à planura), geralmente pela formação de convexidades para o exterior (abaulamentos), como se ilustra na Figura 8, até atingir a fase de desprendimento que é a separação definitiva da argamassa em relação ao seu suporte, por queda, provocando descontinuidades na superfície, como se pode ver na Figura 9.

As lacunas são casos particulares de destacamentos, que resulta da perda de material (por exemplo, em esquinas, varandas ou platibandas, como se ilustra na Figura 10) por ação mecânica ou, mais frequentemente, pelo aumento de volume decorrente da corrosão de elementos metálicos no interior do suporte (ou da argamassa).

Figura 8: Deformação na geométrica do reboco



Figura 9: Desprendimento da argamassa



Figura 10: Lacunas nas argamassas



Fonte: GASPAR, FLORES E BRITO, 2007

A perda de coesão corresponde à desunião ou desagregação dos componentes da argamassa, seguida pela perda das partículas que a compõem. Este fenômeno é mais frequente em argamassas antigas, por oposição às argamassas de cimento, sobretudo após o destacamento da camada superficial do reboco (mais endurecida e que, ao desaparecer, deixa expostas ao ambiente as camadas interiores do reboco) GASPAR, FLORES e BRITO, 2007.

⁹ Empolamento: formação de bolhas na superfície do acabamento provenientes de líquidos ou gases

A elevada espessura de argamassa na fachada, ao longo de sua extensão, facilita o surgimento de patologias com fissuras devido a retração e podendo haver o deslocamento da argamassa, assim como o deslocamento do revestimento cerâmico.

Com o passar do tempo, a edificação começa a reagir e apresentar as falhas que existiram durante sua execução. Então, devem ser avaliadas as patologias apresentadas para que seja possível identificar a causa do problema.

4 METODOLOGIA

O trabalho foi elaborado com base na pesquisa quali-quantitativa e nos princípios da pesquisa teórica. Em relação a pesquisa quantitativa, fez-se o levantamento de dados através de pesquisas de campo (questionários e visitas a obra) com a finalidade de analisar e classificar as informações obtidas durante a aplicação do questionário. As empresas que cooperaram para a esta pesquisa estão identificadas como: empreendimento 1 e empreendimento 2, conforme Figura 11.

Figura 11: Empreendimentos estudados



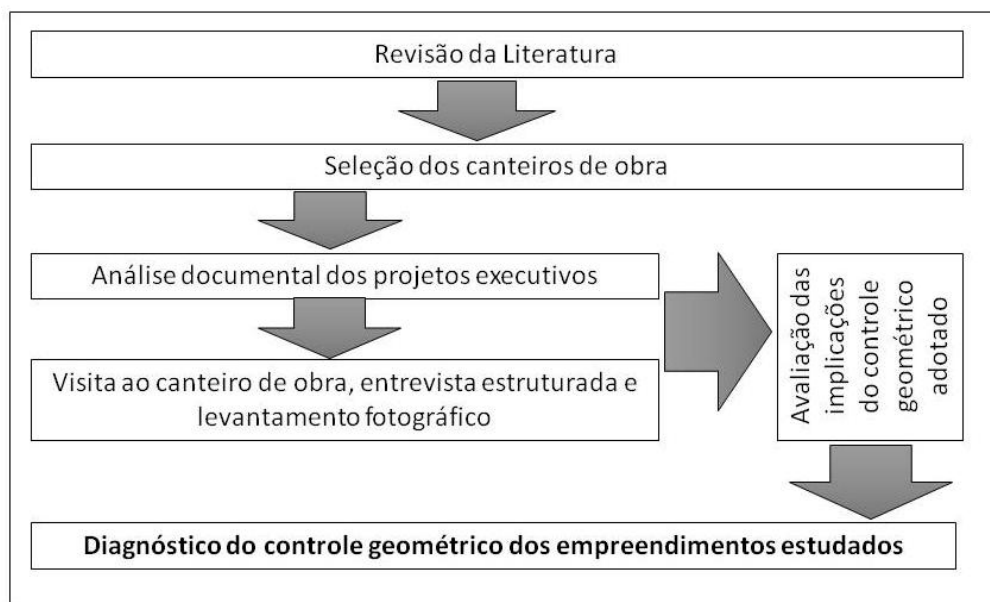
Fonte: Clóvis Pereira, 2016

Quanto aos aspectos da pesquisa qualitativa, buscou-se entender a motivação dos resultados encontrados. Para fundamentar o trabalho, realizou-se a pesquisa teórica com consultas a artigos, monografias, dissertações e sites especializados que tratam das patologias das construções e do controle geométrico. O estudo das Normas Técnicas referentes à execução de estruturas de concreto, alvenaria e revestimento de fachadas complementaram as orientações das atividades para coleta dos dados.

Este trabalho trata-se de uma Revisão Bibliográfica e estudo em dois canteiros de obras. O estudo nos canteiros de obras foi feito a partir do questionário aplicado ao estagiário e ao Assistente Técnico dos empreendimentos.

A metodologia utilizada para a realização deste trabalho foi dividida nas etapas descritas na Figura 12.

Figura 12: Fluxo da Metodologia adotada para pesquisa



Fonte: o autor, 2016

Os questionários foram aplicados em duas obras, com o intuito de se verificar os procedimentos adotados na execução dos seus serviços do CGE e suas implicações.

A pesquisa foi realizada em obras com regimes de Cooperativa, as quais devem ser devidamente registradas em órgãos estabelecidos pela Lei nº 5.764/71 (BRASIL, 1971) e pelo Código Civil Lei nº 10.406/02 (BRASIL, 2002), visando poder operar em todo o Brasil na realização de projetos habitacionais. Estes registros ordenam e dão segurança ao cooperativado, pois fazem parte dos Círculos de Cooperação, Grupos de Incorporação.

Os registros dessa modalidade de empresa estão à disposição dos cooperativados e interessados no Registro da Junta Comercial e Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica (CNPJ), Registro na Organização das Cooperativas Brasileiras (OCB) e na Central de Cooperativas e Empreendimentos Solidários (UNISOL).

A Cooperativa é uma associação de pessoas e não de capital. Nas cooperativas, os preços são mais baixos porque não são cobrados juros, como nos financiamentos, e não há fins lucrativos, como nos empreendimentos imobiliários.

Muitas são as vantagens de se participar da Cooperativa Habitacional em relação aos planos tradicionais para a aquisição de imóveis. A exemplo da construção a preço de custo, não sendo necessário comprovar renda para entrar na cooperativa habitacional; Duas ou mais pessoas podem participar em sociedade de uma unidade habitacional; A qualquer época o cooperativado pode transferir a terceiros os seus direitos junto à cooperativa; Pode se inscrever no programa quem já é proprietário de imóvel, mesmo financiado pelo Sistema Financeiro da Habitação (SFH); Uma mesma pessoa pode se inscrever para mais de uma unidade habitacional do programa.

As empresas estudadas estão localizadas no município de Aracaju, capital do estado de Sergipe. A cidade ocupa uma área territorial de 181,857 km². O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE em 2015 estimou uma população de 632.744 habitantes e densidade demográfica em 2010 de 3.140,65 hab/km², tendo como renda per capita 22.646,67R\$/ano. O número de empreendimentos verticais em Aracaju no ano 2014, segundo a Câmara Brasileira da Indústria (CBIC, 2014) foi de 865 empreendimentos.

O empreendimento 1 foi concluído e entregue aos cooperados em janeiro de 2016, já o empreendimento 2 está em execução e com previsão de conclusão e entrega para dezembro de 2016.

O empreendimento 1 teve o início das atividades executivas no ano de 2013 enquanto que o empreendimento 2 teve seu início em 2015. Cabe observar que a coleta das informações se deu desde o ano de 2014 quando constatou-se a necessidade de correções nas fachadas do empreendimento 1 para a aplicação dos revestimentos cerâmicos.

Um aspecto que contribuiu para pesquisa de campo foi o fato de que as equipes de canteiro de obra atuaram nos dois empreendimentos.

O empreendimento 1 (concluído em 2016) possui tipologia residencial multifamiliar composto de 13 pavimentos com 3 apartamentos por andar, e padrão alto de acabamento, área construída de 150 m² por unidade privativa e com área total de 9.202,95m².

O empreendimento 2 (iniciado em 2015) também composto por residências multifamiliares está em fase de acabamento, possui 13 pavimentos, 4 (quatro) apartamentos por andar do 1º ao 4º pavimento, sendo reduzido para 3 (três)

apartamentos por andar, do 5º até o 13º pavimento, com padrão alto de acabamento, área construída de 158 m² por unidade privativa, e com área total de 11.519,91m².

O estudo em questão apontou as divergências decorrentes do controle geométrico utilizado na execução dos empreendimentos:

(a) Perdas de materiais (argamassa) e mão de obra: divergência entre o valor orçado e o valor pago;

(b) Espessura média de revestimentos de argamassa externa

(c) Índice de retrabalho: tempo despendido em retrabalhos em relação ao total de horas gastas, para um determinado período.

5 RESULTADOS

Essa análise é baseada no questionário aplicado aos empreendimentos, onde na cooperativa 1, pôde ser vivenciado pela autora deste trabalho, através do estágio realizado neste empreendimento. Já na cooperativa 2, foi entrevistado o estagiário e o Assistente Técnico. A partir das observações decorrentes das visitas aos canteiros de obra e da tabulação dos questionários reconstituiu-se os procedimentos relativos ao CGE com vistas a quantificar as perdas, variação de espessuras, bem como das imprecisões constatadas.

No empreendimento 2, o CGE é realizado utilizando fios de prumo como forma de aferição da estrutura de concreto e nas alvenarias utiliza-se o prumo de face, esquadro, nível manual e nível a laser. Sendo utilizados como métodos de controle para a realização do CGE, as fichas de verificação de serviço e conferência final do engenheiro. No empreendimento 1, foram utilizados os mesmos dispositivos de controle do empreendimento 2, porém, não existiu o controle na forma de fichas de verificação de serviço. No entanto, mesmo havendo conferência do serviço, ainda assim existe imprecisão de CGE, desse modo observa-se a ineficiência¹⁰ seja na fase de conferência, ou na fase de execução.

A ineficiência pode ocorrer em relação aos eixos coordenados que ao serem transferidos para a laje em execução são deslocados, tornando-os imprecisos. Esse lançamento deve ser feito, preferencialmente, através de aparelhos - teodolito e trena, por equipe treinada, ou mesmo por topógrafo da empresa ou terceirizado, garantindo a precisão da geometria dos elementos.

A precisão dos elementos deve ser preservada desde a transferência de eixo, até a sua concretagem. Sendo observado inicialmente a marcação dos gualhos¹¹, Figura 13, a fim de evitar falhas no posicionamento da armadura do pilar.

¹⁰ Eficiência: Relação entre o resultado alcançado e os recursos usados. Eficácia: extensão na qual as atividades planejadas são realizadas e os resultados planejados, alcançados. Ineficiência: ausência de eficiência.

¹¹ Peças de madeira fixadas na laje que locam o pilar, determinando suas dimensões laterais.

Figura 13: Gastalho e espera para colocação das armaduras do pilar



Fonte: Guilherme Correa, 2010

No dia da concretagem, no empreendimento 2 o controle da geometria das fôrmas é realizado antes de iniciar o lançamento do concreto, com a utilização de nível a laser, conferências de aperto e prumo das fôrmas. Esse controle é feito por uma equipe de carpintaria, a fim de verificar possíveis aberturas e esbojamento das fôrmas, havendo, no entanto, um controle sobre as dimensões de desvios entre pavimentos durante a execução. No caso do empreendimento 1, ocorreu o controle de prumo de toda as peças, porém, esse acompanhamento não acontecia no dia da concretagem.

Nos dois empreendimentos, antes da etapa do serviço de fachada, são feitas verificações visualmente a fim de constatar a existência ou não de alguma alteração (desaprumo ou desalinhamento) da estrutura, momento em que são feitas as medições com trena dos pontos onde se observou a divergência. Quando detectada tal divergência com relação à espessura prevista, essas diferenças são atribuídas à abertura de fôrmas e ausência de verificação de serviço. Pode-se indicar com essa afirmação, que se as fichas de verificação de serviços (FVS) fossem aplicadas e efetivamente confrontadas, bem como analisadas antes da concretagem seguinte, possivelmente já teria acesso a informação sobre os desvios ocorridos antes da realização do serviço da fachada, fato que conduziria a um monitoramento durante a elevação do sistema estrutural.

No empreendimento 2, existe projeto de fachada sendo a consulta a este feita quando a etapa se inicia, no caso a alvenaria. Durante o CGE são observadas

informações presentes no projeto de fachada, a exemplo de espessuras mínimas de revestimento e caso seja constatado espessura maior que o determinado, segue os procedimentos previstos no projeto de fachada para a realização de tais serviços.

No empreendimento 1, não houve esse procedimento, visto que não existia projeto de fachada sendo executado com base no projeto de paginação da fachada, onde são representados apenas o posicionamento das cerâmicas.

O projeto de fachada estabelece procedimentos e parâmetros a serem seguidos durante a fase de execução da fachada, porém essas informações devem ser previamente analisadas sendo possível a verificação, a compatibilização e a correção antes da execução do serviço.

Quando ocorrem divergências referentes ao CGE da fachada entre projeto e execução são feitas escaificação com ponteira de aço para remoção do concreto ou enchimento de argamassa, a depender da espessura encontrada para que haja a regularização do pano de fachada. Ocorrendo o enchimento de argamassa decorrente da divergência do projeto, utiliza-se reforço com tela metálica em camadas de 4 cm, fixadas com pinos metálicos, implicando em aumento de peso nos revestimentos decorrente do aumento no consumo de materiais além do aumento de custo.

A NBR 13748/1996 recomenda espessuras das camadas de revestimento externo na faixa entre 20 e 30mm, para obtenção de revestimentos com bom desempenho. Na figura 14 observa-se o enchimento de argamassa na parede, devido a grande espessura de mestra. A seta indica a parte onde houve o acréscimo de argamassa necessário para nivelar a parede, porém, essa parede deveria ter ficado alinhada ao revestimento cerâmico interno, conforme consta no projeto.

Figura 14: Base pronta para aplicação da pastilha (empreendimento 1)



Fonte: o autor, 2014

No projeto de fachada do empreendimento 2 são recomendadas a utilização de juntas de movimentação e de dessolidarização, porém, por questões de estética, as juntas de dessolidarização são desconsideradas, podendo também vir a ser uma fonte de patologias.

O mapeamento da fachada, também não é praticado, sendo ele importante para que exista o tratamento minucioso dos pontos que são focos em potencial de patologias. No empreendimento 1 não houve projeto de fachada, nem o mapeamento da fachada, sendo o controle também feito apenas visual e de forma geral.

No empreendimento 2 a espessura de revestimento da argamassa prevista em projeto é de 3 cm, porém a espessura constatada variou entre 4 a 11 cm, sendo os pontos de maior espessura a fachada oeste. Esse aumento de espessura não previsto em projeto implica no acréscimo de custo no consumo de materiais, mão de obra, equipamentos, no tempo gasto em função das subidas e descidas de balancins para preencher o emboço na espessura encontrada, no aumento de risco com acidentes decorrente de serviços adicionais. Já no empreendimento 1, a espessura constatada variou entre 4,5 a 12 cm.

No processo executivo do empreendimento 2 são realizadas fichas de verificação de serviços sendo preenchidas diariamente, destinadas ao maior controle

e aferição dos serviços. Já no empreendimento 1, não houve o controle por meio de fichas de verificação.

Em relação ao serviço de revestimento argamassado das fachadas (chapisco, emboço e reboco) não existe programação de serviços x tempo, nem são antevistas implicações no custo com relação as perdas de materiais, mão de obra, equipamentos e atrasos destes serviços.

A empresa acompanha através das FVS, a evolução das divergências entre projetado e executado em relação ao CGE, serviços do revestimento argamassado, materiais orçados para os revestimentos argamassados, porém, deixa de acompanhar o tempo estimado na realização dos serviços. O empreendimento 1 foi entregue com atraso de 10 meses, podendo-se atribuir também a esse atraso uma parcela da contribuição dos serviços de emboçamento para preenchimento das espessuras de revestimento não previstas.

No que se refere a custos dos serviços do CGE e revestimento da fachada do empreendimento, inexistente controle e/ou monitoramento com relação ao previsto e ao executado, sendo apenas feito um comparativo após o término do serviço. Havendo acréscimo sobre o custo previsto no orçamento do empreendimento, esse será rateado entre os condôminos. Nesse particular, essa prática desfavorece o princípio das cooperativas, pois esse regime visa à redução de custos, sem perder a qualidade, devendo manter o controle a fim de evitar implicações negativas das ações adotadas.

No orçamento dos empreendimentos 1 e 2, no item emboço da fachada, são determinados 20mm de espessura do emboço, não sendo levado em consideração possíveis acréscimos de espessura, totalizando uma área de fachada de aplicação do emboço de 7.670,72m² e no empreendimento1, 7.536,03m².

Como inexistente o mapeamento da fachada, a quantificação e orçamentação do serviço de correção (alinhamento e aprumamento) conhecido como chapada não pode ser precisada, no máximo estimada. No entanto, o método adotado pelas cooperativas e acordado com a terceirizada para pagamento destes serviços, é considerando apenas uma chapada nos pontos onde apresenta o acréscimo de espessura, mesmo existindo mais de uma chapada. Na Figura 15 é possível observar que a quantidade de emboço aplicado a base, não obedece a espessura prevista em norma que refere-se a 2cm, sendo no entanto, aplicado várias

chapadas para enchimento do emboço onde ao esperar a primeira camada secar (parte que já está mais clara), o operário desce com outra camada até regularizar, seguindo sempre a mestra.

Figura 15: Segunda camada de reboco



Fonte: o autor, 2014

O intervalo de tempo entre as chapadas nos pontos de maior espessura são 48h. O preço da mão de obra por m² do emboço da fachada, de acordo com o orçamento prévio do empreendimento 2 é de R\$ 19,44 e de R\$ 15,89 no empreendimento 1. Caso o intervalo de tempo entre as chapadas seja inferior a 24h, poderá resultar em retração da argamassa, assim como a não aderência entre as chapadas, implicando em anomalias como: deformações da geometria do reboco, desprendimento e lacunas das argamassas.

O estudo aponta para uma desconformidade ao projeto estrutural e de fachada dos empreendimentos residenciais, implicando em uma atípica espessura de reboco decorrente da imprecisão do CGE nos elementos estruturais.

Na figura 16 é possível observar a espessura da mestra necessária para regularizar a base, tornando a superfície alinhada.

Figura 16: Espessura da mestra para reboco (empreendimento1)



Fonte: o autor, 2014

Além dos acréscimos das mestras, percebe-se distorções em relação ao quantitativo de materiais, serviços e custo final planejado.

Os serviços executados nas fachadas tiveram espessuras diferente ao que havia especificado na documentação da obra. Sendo o custo com mão de obra, um item significativo. Nas Figuras 17 e 18, observa-se o acréscimo de argamassa aplicado resultante de serviços adicionais a custos não orçados em projetos.

Figura 17: Aplicação da chapada do emboço (empreendimento 2)



Fonte: o autor, 2016

Figura 18: Aplicação da pastilha (empreendimento 2)



Fonte: o autor, 2016

Devido a grande espessura de emboço, decorrente de deficiências do controle geométrico é possível que as fachadas apresentem no futuro patologias, como perda de aderência entre a argamassa e a parede, manifestando-se através do destacamento da argamassa em relação ao suporte ou pela perda de coesão do material que constitui o emboço.

Esta anomalia representa o final da vida útil do reboco, dado que este deixa de cumprir a função de proteção, deste modo, fica exposto à ação direta dos agentes atmosféricos existindo um risco efetivo para a segurança e saúde dos usuários decorrente da queda de partes da argamassa em função da deterioração do reboco. A anomalia também diz respeito a questão estética relativa a degradação da qualidade visual da fachada como um todo, e do meio onde esta se insere.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 8, constatou-se a existência de divergências que recaem no processo executivo, atribuídas a deficiência do Controle Geométrico do empreendimento (CGE), seja na execução ou na etapa do planejamento.

Tabela 8: Dados de custo de mão de obra

<u>Cooperativa nº 1</u>			<u>Cooperativa nº 2</u>		
Área da fachada Emboço	Chapada ¹² (metade do m²)	Preço/m²	Área da fachada Emboço	Chapada (metade do m²)	Preço/m²
7536,03m²	3768,015m²	R\$15,89	7670,72m²	3835,36m²	R\$19,44
Preço orçado	7536,03x15,89	R\$119.747,52	Preço orçado	7670,72x19,44	R\$ 149.118,80
*Acréscimo	(7536,03/2)x15,89	R\$ 59.873,76	*Acréscimo	(7670,72/2)x19,44	R\$ 74.559,40
Preço estimado	R\$119.747,52 + R\$ 59.873,76	R\$ 179.621,28	Preço estimado	R\$ 149.118,80 + R\$ 74.559,40	R\$ 223.678,20

* aumento do custo de mão de obra não previsto no orçamento

Fonte: o autor, 2016

Percebe-se que as perdas são resultados não somente da imprecisão do CGE, mas também de um orçamento baseado em princípios discordantes ao projeto da

fachada, podendo ser observado na Tabela 8, o acréscimo de 50% com relação ao valor orçado do consumo de mão de obra. Sendo o custo estimado, calculado de acordo com o valor orçado do serviço mais o acréscimo das chapadas, as quais são calculadas e pagas levando em consideração metade da área do emboço. No empreendimento 1 e 2, o gasto com a chapada se deu em todo o empreendimento, visto que a espessura mínima do empreendimento 1 foi de 4,5cm e do empreendimento 2 foi de 4cm, necessitando da aplicação de chapadas para espessuras acima de 2cm. No entanto, o pagamento das chapadas se dá independente da espessura da mestra, sendo considerada chapada a necessidade de subida e descida do balancim no pano da fachada com aplicação de argamassa. Essa condição foi aplicada para os dois empreendimentos.

Tabela 9: Dados de custo de materiais

Cooperativa nº 1			Cooperativa nº 2		
Área da fachada da argamassa	Média das espessuras (4,5 a 12 cm)	Preço/m³	Área da fachada da argamassa	Média das espessuras (4 a 11 cm)	Preço/m³
7536,03m²	0,0825m	R\$263,90	7670,72m²	0,075m	R\$294,74

	Área x Espessura média	Volume de argamassa		Área x Espessura média	Volume de argamassa
Quantidade de argamassa	7536,03x0,0825	621,72m³	Quantidade de argamassa	7670,72x0,075	575,30
	Volume x Preço/m³	Valor Total		Volume x Preço/m³	Valor Total
Preço estimado	621,72x263,90	R\$ 164.071,91	Preço estimado	575,30x294,74	R\$ 169.563,92
Preço orçado	7536,03x0,022x263,90	R\$ 43.752,68	Preço orçado	7670,72x0,035x294,74	R\$ 79.130,38
*Acréscimo	-	R\$ 120.319,23	*Acréscimo	-	R\$ 90.433,54

* aumento do custo de material(argamassa) não previsto no orçamento

Fonte: o autor, 2016

Nota-se a partir da Tabela 9, a elevada perda de material (argamassa) durante o processo de execução da fachada, devido às imprecisões do CGE. Para tanto foi calculado o preço de material gasto com relação às espessuras médias encontradas

¹² Método de pagamento adotado pelas cooperativas estudadas, onde é considerado de metade da área do emboço.

em toda a fachada dos empreendimentos. No empreendimento 1, observa-se uma variação de espessura entre 4,5 a 12cm, onde a média entre elas foi de 8,25cm sendo utilizada juntamente com a área da fachada para o cálculo do volume de argamassa. Posteriormente multiplicado ao preço unitário do m³. Observa-se que o preço estimado é superior ao preço orçado, o qual foi obtido a partir do orçamento do empreendimento, podendo ser constatado na Tabela 9 um valor não previsto de material em torno de R\$ 120.320,06, o que representa 275% de acréscimo no orçamento do empreendimento.

Já no empreendimento 2, observou-se uma variação de espessura entre 4 a 11cm, onde a média entre elas foi de 7,5cm utilizada juntamente com a área da fachada para o cálculo do volume de argamassa. A partir do volume de argamassa encontrado, multiplicou-se pelo preço unitário do m³ para obter o valor total gasto para aquele serviço. No entanto, observa-se que o acréscimo de custo com material foi menor, se comparado com o empreendimento 1, porém, o acréscimo foi significativo como observa-se na Tabela 9, o aumento de custo com material em torno de R\$ 89.296,70, representando 114% de acréscimo no orçamento do empreendimento.

Com base nos acréscimos de custos representados nas Tabelas 8 e 9, observa-se que empreendimento 1 obteve um custo não previsto com mão de obra e material de R\$ 180.192,99, podendo ser atribuído a imprecisão de controle geométrico e a um orçamento baseado em princípios discordantes ao projeto. No empreendimento 2, o acréscimo de custo com mão de obra e material foi de R\$ 164.992,94. Essa diferença de custo indica que as divergências entre orçamento e projeto conduziram a um custo não quantificado, decorrente do CGE impreciso que implicou em desconformidade ao projeto executivo, ao orçamento e ao sistema de normalização.

Ao analisar os valores de mão de obra e materiais acrescidos ao orçamento, nota-se que o empreendimento 1, teve o custo superior ao do empreendimento 2, o que aponta para uma frágil melhora de procedimentos ligados ao CGE.

Logo, observa-se que quanto melhor o CGE, menor é o desperdício, dessa forma, se levarmos em consideração a contratação de um topógrafo a fim de evitar imprecisões de transferência de eixo, prumo, alinhamento. A Tabela 10, traz o custo de R\$13.000,00 com o serviço do topógrafo, sendo considerado neste trabalho o

valor de R\$ 500,00 (fonte Engenharia de Projetos Ltda.- ENPRO) por visita e contabilizou-se duas visitas a cada pavimento. Com isso percebe-se que o custo com o topógrafo é inferior às perdas obtidas durante o processo construtivo dos empreendimentos estudados.

Tabela 10: Estimativa de custo do Topógrafo

Nº de pavimentos	Estimativa de dias trabalhados/pavimento	Preço/dia	Preço total
13	2	R\$ 500,00	R\$ 13.000,00

Fonte: o autor, 2016

Com base nos empreendimentos estudados (cooperativa nº 1 e nº 2), o método adotado para a realização da planilha de custo da obra, foi o mesmo para as duas obras. A equipe gerencial executiva dos empreendimentos estudados foi a mesma, sendo utilizados os mesmos parâmetros para projeto, orçamento e de medição. O custo orçado para o emboço da fachada é baseado na espessura entre 2,2cm a 3,5cm de desaprumo, no entanto, ocorrendo desaprumo superior ao previsto no orçamento, haverá acréscimo ao custo que será rateado por todos os cooperados.

No orçamento apresentado pelo empreendimento nº 2, encontra-se uma divergência no item tela metálica, pois se foi estimado para o emboço a espessura de 3,5cm, não haveria necessidade da aplicação da tela. Da mesma forma, se analisarmos a necessidade da tela, a espessura do emboço, precisaria ser estimada com no mínimo 4cm. No caso do empreendimento 1, não foi orçado a aplicação da tela metálica, porém seria necessária sua aplicação devido a espessura ter sido acima de 4cm, mas não foi utilizada. No caso de espessuras superiores a 4cm, deverá ser acrescido tela metálica de 2,5cm x 2,5cm, sendo posteriormente coberta por outra camada de emboço. A essa última camada, dá-se o nome de chapada, sendo pago o valor da metade da área do emboço do pano aplicado.

A Figura 19, traz o tipo de tela que foi aplicada entre as chapadas do empreendimento 2 nos pontos de espessura superior a 4cm.

Figura 19: Tela aplicada entre as chapadas (empreendimento 2)



Fonte: o autor

Nas Figuras 20 e 21, tem-se a decida do prumo que tem como finalidade o alinhamento da fachada, onde a marcação laranja indica o fio de aço. Na Figura 20, observa-se a diferença de espessura entre as estruturas. Na Figura 21, observa-se pela trena a espessura de 7cm necessária para enchimento desta região.

Figura 20: Diferença de espessura (empreendimento 2)



Fonte: o autor, 2016

Figura 21: Espessura de 7 cm para enchimento (empreendimento 2)



Fonte: o autor, 2016

6 CONCLUSÃO

Ao realizar o diagnóstico dos empreendimentos estudados foram detectadas as perdas, os custos e o tempo gasto devido à ausência de técnicas mais precisas e por conseguinte mais eficientes. Logo, recomenda-se a utilização de técnicas de controle e equipamentos mais precisos como o teodolito, durante toda a execução da estrutura de modo criterioso e auditável a fim de garantir o CGE.

A partir desta pesquisa, é possível identificar a imprecisão do controle geométrico utilizado nos empreendimentos construídos por sistema de cooperativa que resulta em perdas de materiais, elevados custos, descumprimento do cronograma da obra e o favorecimento de práticas que podem conduzir o aparecimento de patologias.

As formas de controle geométrico adotados nos empreendimentos residenciais executados por cooperativas habitacionais na cidade de Aracaju são fios de prumo em concreto para as fachadas, o prumo de face, esquadro, nível manual para o controle das alvenarias e nível a laser para execução e conferências das fôrmas de pilares.

No entanto, constatou-se existir desconformidade aos projetos executivos no que se referem a espessuras de emboço dos empreendimentos, aos orçamentos realizados e o aumento de tempo dos serviços. Com relação às formas de controle geométrico utilizados nos empreendimentos constatou-se que são imprecisos por serem utilizados equipamentos de baixa precisão e muitas vezes por profissionais não capacitados.

Em decorrência das imprecisões do CGE foi possível indicar que as diferenças de espessuras entre o projetado e executado foi de 2,2cm para 12cm no empreendimento 1, e de 3,5cm para 11cm no empreendimento 2. O que levou a um aumento de consumo de argamassa de R\$ 120.319,23 para o empreendimento 1 e de R\$ 90.433,54 para o empreendimento 2.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6.118**: Projeto de estruturas de concreto - Procedimentos. Rio de Janeiro, 2014.

_____. **NBR 13.749**: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Especificação. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR 13.755**: Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante - Procedimentos. Rio de Janeiro, 1996.

_____. **NBR 14.931**: Execução de estruturas de concreto. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 15.575**: Edificações Habitacionais – Desempenho elaboração. Rio de Janeiro, 2013.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION. Wall and floor tiling Part 2: Code of practice for the design and installation of external ceramic wall tiling and mosaics. London, BSI, 1991. BS 5385 Part 2.

BARROS, E. O. Controle Geométrico da Estrutura de Concreto de Edifícios como ferramenta da Racionalização Construtiva. Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001.

BRASIL. Lei n.º 5.764, de 16 de dezembro de 1971. Define a Política Nacional de Cooperativismo, institui o regime jurídico das sociedades cooperativas, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L5764.htm>. Acesso em: 16 de julho 2016.

_____. Código Civil. Lei n.º 10.406, de 10 de janeiro de 2002. Da Sociedade. Da Sociedade Cooperativa. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/L10406compilada.htm>. Acesso em: 16 de julho 2016.

BRYDE, David; BROQUETAS, Martí; VOLM, Jürgen Marc - International Journal of Project Management, October 2013, Vol.31(7): The project benefits of Building Information Modelling (BIM)

CBIC (Câmara Brasileira da Indústria): Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013./Câmara Brasileira da Indústria da Construção. — Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013.

FERREIRA, A.B.H. Novo dicionário Aurélio. Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1992.

FRANCO, L. S. Aplicação de diretrizes de racionalização construtiva para a evolução tecnológica dos processos construtivos em alvenaria estrutural não armada. São Paulo. 1992. 319p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

GARRIDO, E. V. A importância da manutenção preventiva para o bom desempenho da edificação / Marina Miranda Villanueva– Rio de Janeiro: UFRJ / Escola Politécnica, 2015.

GASPAR, FLORES E BRITO - 2º Congresso Nacional de Argamassas de Construção Técnicas de Diagnóstico e Classificação de Anomalias por Perda de Aderência em Rebocos – Conferência NOVEMBRO 2007. Disponível em:<<https://www.researchgate.net/publication/283795417>>. Acesso em 14 de junho de 2016.

GOMES, J.M. Estudo do Comportamento Tribológico de Cerâmicos de Nitreto de Silício em Deslizamento sobre Ligas Ferrosas. Tese de Doutorado. Universidade do Minho. Portugal. 1997

HAMMARLUND, Y; JOSEPHSON, P.E. Cada erro tem seu preço. Artigo Revista Técnica traduzido do artigo: Sources of quality failures in Building published by Management Quality na Economics in Buildings, pp. 671-680. Técnica 32, ano 1: Editora Pini, São Paulo 1992.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/>. Acesso em: 11 junho 2016

INTERNATIONAL ORGANISATION FOR STANDARDISATION. Quality management systems - Requirements. ISO 9001, 2015.

_____. Tolerances for building -- Methods of measurement of buildings and building products -- Part 1: Methods and instruments. ISO 7976-1, 1989.

MEDEIROS, J. S. Tecnologia e projeto de revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios. Tese (Doutorado). 457p. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.

MELHADO, S. B. Qualidade do projeto na construção de edifícios: Aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

MATTOS, A. D. Como preparar orçamentos de Obras – Onde ocorrem as perdas. São Paulo. Editora Pini, 2015. Disponível em:<<http://pini.com.br/posts/Engenharia-custos/onde-ocorrem-as-perdas-356108-1.aspx>>. Acesso em 20 out. 2015.

NUNES, F. M. M. Análise do desempenho dos componentes das fachadas. Anápolis: Universidade estadual de Goiás – Curso de Engenharia Civil, 2011. (ENC/UEG, Bacharel, Engenharia Civil, 2006) Projeto Final – Universidade Estadual de Goiás. Unidade de Ciências Exatas e Tecnológicas.

OBATA, S.H. Organização básica do serviço de concretagem das estruturas de concreto. Editora: Universidade Nove de Julho. Volume 5. 2007

PBQPH - Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat

PICCHI, F.A. Sistema de qualidade: uso em empresas de construção, 1993. Tese (Doutorado em engenharia civil) – Escola Politécnica da USP, São Paulo.

PMI - Project Management Institute (2004). Estudo de Benchmarking em Gerenciamento de Projetos Brasil.

REIS, P. F. Análise dos impactos da implementação de sistemas de gestão da qualidade nos processos de produção de pequenas e médias empresas de construção de edifícios. 1998. 254 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

REVISTA DE ARACAJU. As contribuições de melhoria e as obras de urbanismo em Aracaju. José Aloísio Campos, ano III, número 3, 1949: 123-143.

Revista: Notícias da Construção – Sinduscon SP – Junho 2016

SABBATINI, F. H. Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos - formulação e aplicação de uma metodologia. São Paulo, 1989. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

SOUZA, R_et al_ Qualidade na aquisição de materiais e execução de obra - São Paulo: Pini, 1996.

TERRIBILI FILHO, A. Os Cinco Problemas mais frequentes nos projetos das organizações no Brasil: uma análise crítica. Revista de Gestão e Projetos - GeP, São Paulo, v. 4, n. 2, p 213-237, mai./ago. 2013

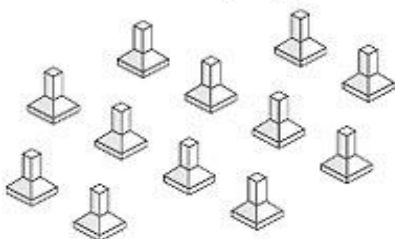
ANEXOS A

Etapas do processo executivo



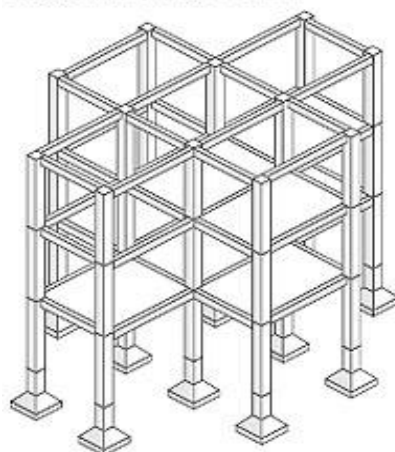
Fundações

Por estar sujeita à ação da natureza, essa é uma das etapas mais críticas em relação a prazos de execução. O planejamento precisa ser consistente para que prejuízos nessa fase possam ser absorvidos nas etapas seguintes.



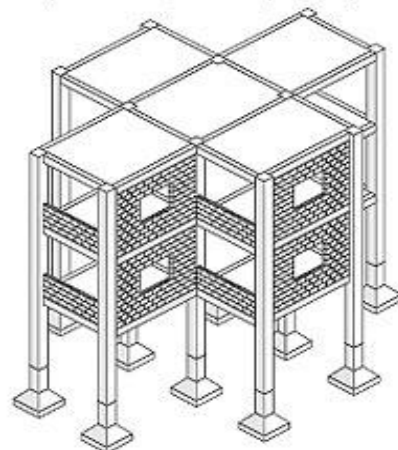
Estrutura

Essa etapa pode ser bastante abreviada em função de sua concepção, grau de industrialização e sistema empregado. Isso significa que para se obter ganhos é necessário que a estrutura tenha sido concebida visando isso. No caso das estruturas de concreto, a evolução tecnológica dos materiais e a maior adoção de bombeamento mecanizado criou mais oportunidades para se acelerar as obras. Mas, ainda assim, há uma condição "sagrada" e que não pode ser ignorada: o tempo de cura.



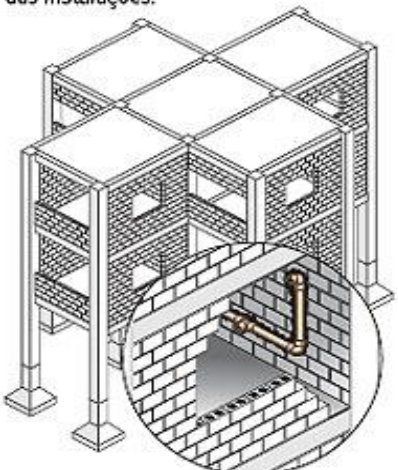
Vedação vertical

Qualificação de mão de obra e mecanização do canteiro podem fazer com que a vedação vertical seja uma das etapas com maior potencial para reduzir prazos de execução. Soluções industrializadas, quando previamente especificadas e compatibilizadas, também podem ajudar.



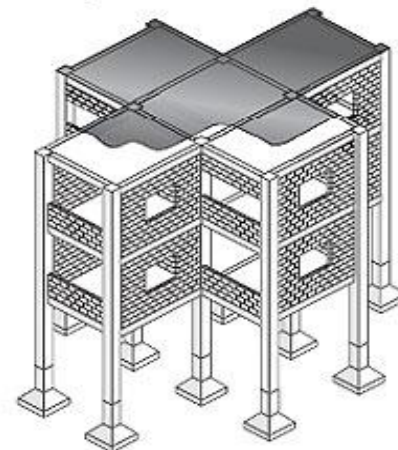
Instalações

A definição das tecnologias e a compatibilidade com os outros elementos da obra são determinantes para o prazo de execução das instalações.



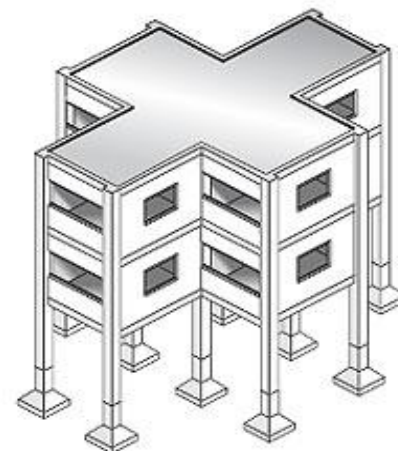
Impermeabilização

As consequências do descuido com essa etapa aparecem na forma de infiltrações e mofo, portanto, não vale a pena economizar tempo na aplicação desses produtos.



Revestimento e acabamentos

Muitas vezes essas etapas são penalizadas por prazos irreais de ciclos de produção. Projeção mecanizada de argamassa, por exemplo, ajuda a ganhar tempo, mas, de forma geral, os revestimentos têm limitações para serem abreviados sob o risco de comprometer sua vida útil. Além disso, alguns serviços, como assentamento de revestimentos, ainda são realizados de forma quase artesanal.



ANEXOS B

Chapisco de alvenaria externa.



Camada de emboço



Fonte: Google/imagens.com.br

Mistura da argamassa



Aplicação da argamassa colante



Fonte: Google/imagens.com.br

Assentamento da cerâmica.



Limpeza das juntas



Fonte: Google/imagens.com.br

ANEXO II

DELIMITAÇÃO DAS ZONAS DE ADENSAMENTO

ZONA	DELIMITAÇÃO
ZAB 1	INICIA À FOZ DO CANAL DO BAIRRO INDUSTRIAL, SUBINDO POR ESSE ATÉ A AV. ANTÔNIO CABRAL, E POR ESSA AO SUL, ATÉ A AV. COELHO E CAMPOS E POR ESSA, À OESTE, PROSSEGUINDO PELA AV. SÃO PAULO, AV. SANTA GLEIDE E SEU PROLONGAMENTO ATÉ O RIACHO PALAME, DIVISA DO MUNICÍPIO DE ARACAJU COM NOSSA SENHORA DO SOCORRO, PROSSEGUINDO PELOS LIMITES MUNICIPAIS DESDE O OESTE, O NORTE, ATÉ O LESTE, FINANDO NA FOZ DO CANAL DO BAIRRO INDUSTRIAL, ÀS MARGENS DO RIO SERGIPE, EXCLUSIVE A ÁREA DO PARQUE JOSÉ ROLLEMBERG LEITE.
ZAB 2	INICIA NA AV. BEIRA MAR, ESQUINA COM AV. FRANCISCO PORTO, ATRAVESSANDO A “PONTE DO SHOPPING”, DOBRANDO A RUA RT-14 EM DIREÇÃO À FOZ DO RIO SERGIPE, PROSSEGUINDO PELA AV. SANTOS DUMONT, AO SUL, ATÉ A ÚLTIMA RUA DO LOTEAMENTO ARUANA E POR ESTA A OESTE ATÉ A RODOVIA DOS NÁUFRAGOS E POR ESSA À NORTE ATÉ A FAIXA DO OLEODUTO DA PETROBRÁS E POR ESSA À OESTE ATÉ A AV. CANAL SANTA MARIA E POR ESSA À SUL ATÉ A ÚLTIMA RUA DO CONJ. SANTA MARIA E POR ESSA À OESTE ATÉ A DIVISA MUNICIPAL COM SÃO CRISTÓVÃO E POR ESSA DIVISA, AO NORTE, ATÉ O PROLONGAMENTO DA AV. SANTA GLEIDE, E POR ESSA, À LESTE E PELA AV. SÃO PAULO ATÉ A RUA PARAÍBA, E POR ESSA, AO SUL, PROLONGANDO-SE NA TRAVESSA CHILE ATÉ A RUA DA ARGENTINA E POR ESSA A LESTE ATÉ A RUA R.C. ANDRADE, E POR ESSA ATÉ A RUA CAMPO DO BRITO, PROSSEGUINDO, À LESTE, PELO MURO DE DIVISA NORTE DA ANTIGA FÁBRICA DE CIMENTO VOTORANTIM ATÉ A AV. AUGUSTO FRANCO, E POR ESSA AO SUL, ATÉ AV. EDÉSIO VIEIRA DE MELO, E POR ESSA, À LESTE, ATÉ A RUA RAFAEL DE AGUIAR E POR ESSA, À SUDOESTE ATÉ A RUA SÃO JUDAS TADEU E POR ESSA, À LESTE, ATÉ A RUA JOÃO R. SOBRINHO E POR ESSA, AO SUL, ATÉ A RUA ARQUIBALDO MENDONÇA LEAL E POR ESSA, À LESTE, ATÉ A ESQUINA DA RUA POÇO VERDE, DOBRANDO À DIREITA E PROSSEGUINDO PELA RUA ARQUIBALDO MENDONÇA, ATÉ A AV. HERMES FONTES E POR ESSA, AO SUL, ATÉ A CIDADE DOS FUNCIONÁRIOS, CONTORNANDO-A DO NORTE AO LESTE ATÉ A RUA HUMBERTO PINTO, CONTORNANDO OS LIMITES SUL DO LOTEAMENTO JARDIM ALVORADA ATÉ O CANAL TRAMANDAÍ E POR ESSE, À LESTE, ATÉ A RUA ÁLVARO BRITO E POR ESSA ATÉ A AV. FRANCISCO PORTO, PROSSEGUINDO À LESTE ATÉ A AV. BEIRA MAR.

APÊNDICE I

QUESTIONÁRIO APLICADO

1. É realizado o controle geométrico¹³ em e Quais os equipamentos utilizados para realização do controle geométrico?
2. Quais os equipamentos utilizados para realização do controle geométrico?
3. Quais os métodos de controle?
4. Qual o controle sobre as dimensões de desvios entre pavimentos durante a execução?
5. Existe um controle em relação a conferência do aperto, prumo das fôrmas, no dia da concretagem? Caso a resposta seja negativa, quando é feito?
6. Existe a percepção¹⁴ das imperfeições¹⁵ (desaprumo ou desalinhamento) antes da etapa do serviço? Ou não se observa?
7. A espessura das fachadas quando divergentes das previstas em projeto são atribuídas a que?
8. Existe Projeto de fachada? O projeto de fachada é consultado a que tempo?
9. Verificado, compatibilizado, corrigido antes da execução?
10. Como são tratadas as divergências referentes ao controle geométrico da fachada entre projeto x execução?
11. Quais informações existentes no projeto de fachada que são observadas durante o controle geométrico do empreendimento? A espessura dos serviços de revestimentos argamassados (chapisco, emboço e reboco) estão definidas em projeto?
12. Quando a espessura prevista em projeto diverge da constatada por plano de fachada quais as providências adotadas para realização dos serviços de revestimentos argamassados?
13. Quando se utiliza o dispositivo da aplicação de telas? Quais as implicações do seu uso na execução da obra?
14. Em relação ao projeto de fachada as juntas de movimentação e dessolidarização são respeitadas?
15. Quando inexistente projeto de fachada como ocorre a definição e o estabelecimento das juntas de movimentação e dessolidarização?
16. É realizado mapeamento dos pontos de maior espessura na fachada?
17. A espessura da mestra encontrada na fachada está conforme o projetado? Caso negativo, qual a espessura máxima e mínima de emboço do empreendimento?

¹³ O controle geométrico é uma atividade que tem como objetivo a fiscalização da realização de atividades por pessoas, para que estas não desviem das normas preestabelecidas.

¹⁴ O termo percepção tem origem etimológica no latim *perceptione*, que significa compreensão, faculdade de perceber; ver (HOUAISS, 2002)

18. Existem fichas de verificação de serviço do controle geométrico? Como são preenchidas?
19. Qual a localização dos pontos de maior espessura de mestra do empreendimento?
20. Em relação ao serviço de revestimento argamassado das fachadas (chapisco, emboço e reboco) existe programação de serviços x tempo? As implicações no custo com relação as perdas de materiais, mão de obra, equipamentos e atrasos de serviços da fachada são antevistas?
21. A empresa acompanha a evolução das divergências entre projetado e executado em relação a: a. Controle geométrico? b. Serviços do Revestimento argamassado? c. Materiais orçados para os revestimentos argamassados?; d. Tempo estimado?
22. Como controla o custo do serviço de CGE e do revestimento Da fachada? Como se dá o monitoramento do custo entre projeto - previsto e execução?
23. Como identifica os materiais e serviços que serão necessários e não estão previstos no projeto?
24. O custo do emboço está baseado no projeto de fachada?
25. São estimados possíveis acréscimos na espessura de emboço (chapadas)?
26. Qual a espessura de emboço utilizada para cálculo do custo deste serviço?
27. Qual a área de fachada (m^2) que é realizado o emboço?
28. Nos pontos da fachada em que foi detectado maior espessura de emboço, como se dá o controle do número de chapadas?
29. Qual o intervalo de tempo que decorre para aplicação das chapadas em pontos de maior espessura?
30. Qual o procedimento executivo adotado para a fixação das telas, caso utilizem?
31. Como é feito o controle dessas “chapadas” quanto ao custo?
32. Qual o preço do m^2 do emboço da fachada, de acordo com o orçamento prévio?