

**AVALIAÇÃO DAS ETAPAS E DOS PROCEDIMENTOS NOS
CANTEIROS DE OBRAS E SUAS INFLUÊNCIAS NO DESPERDÍCIO
DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Fábia da Silva Dias

Dissertação apresentada ao Centro de Ciência e Tecnologia, da Universidade Estadual do Norte Fluminense, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Jonas Alexandre

CAMPOS DOS GOYTACAZES/RJ
DEZEMBRO – 2006

**AVALIAÇÃO DAS ETAPAS E DOS PROCEDIMENTOS NOS
CANTEIROS DE OBRAS E SUAS INFLUÊNCIAS NO DESPERDÍCIO
DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Fábia da Silva Dias

Dissertação apresentada ao Centro de Ciência e Tecnologia, da Universidade Estadual do Norte Fluminense, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Aprovada em 14 de Dezembro de 2006.

Comissão Examinadora:

Prof. Romeu e Silva Neto
(D.Sc., Engenharia de Produção) – CEFET – Campos

Prof^a. Maria da Glória Alves
(D.Sc., Geologia) – UENF

Rosane Toledo
(D.Sc., Engenharia e Ciências dos Materiais) – UENF
Co-orientadora

Prof. Jonas Alexandre
(D.Sc., Engenharia Civil) – UENF
Orientador

Dedico este trabalho aos meus filhos,
Marcos Aurélio Júnior e Marcos
Henrique, pelo tempo de convívio e
lazer que lhes foi subtraído.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela saúde e força para completar este trabalho.

Aos meus pais João Batista e Maria Celeste, pela formação pessoal, ensinamentos e todo o carinho e dedicação, a quem eu devo muito mais do que posso recompensar.

Ao meu esposo Marcos Aurélio, pelo companheirismo e apoio nos momentos difíceis.

Aos meus irmãos pelo incentivo e amizade.

Ao meu orientador Jonas Alexandre, pela paciência, pelas críticas e pela amizade.

À co-orientadora Rosane Toledo, pelos preciosos ensinamentos e dedicação do seu tempo.

Aos diretores das empresas, por permitir as pesquisas em suas construções.

Aos engenheiros e operários das obras visitadas, pela disposição em colaborar com o trabalho.

A todos os meus amigos, pois com sua amizade contribuíram de forma imensurável para a realização deste sonho.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiii
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Justificativa e relevância	2
1.2 Objetivos	3
1.3 Estrutura e organização da dissertação	4
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1 Construção civil e seu papel no desenvolvimento sustentável	5
2.1.1 Geração de resíduos	5
2.1.2 Consumo de materiais	6
2.2 Perdas de materiais	7
2.2.1 Conceitos	7
2.2.2 Classificação das perdas	8
2.2.3 Indicadores de perdas	12
2.2.3.1 Indicadores mensuradores	13
2.2.3.2 Indicadores explicadores	14
2.2.4 Principais pesquisas realizadas sobre perdas de materiais, seus indicadores, mensuração dos resíduos gerados e estimativa de custos de perdas	15
2.2.5 Indicadores de perdas de materiais para a construção de edifícios	25
2.2.5.1 Indicadores mensuradores	26
2.2.5.2 Indicadores explicadores	28
3 MATERIAIS E MÉTODOS	31
3.1 Caracterização das empresas construtoras	31

3.2 Identificação das obras monitoradas	32
3.2.1 Obra A	33
3.2.2 Obra B	33
3.2.3 Obra C	34
3.2.4 Obra D	34
3.2.5 Obra E	35
3.3 Técnicas de observação e análise	35
3.3.1 Aplicação de questionário básico	35
3.3.2 Entrevistas informais	36
3.3.3 Medições	36
3.3.4 Registros fotográficos	36
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	37
4.1 Implantação dos canteiros de obras	37
4.1.1 Dos procedimentos normatizados	37
4.1.2 Das observações feitas nas obras visitadas	38
4.1.3 Das perdas identificadas	40
4.2 Almoxarifado	40
4.2.1 Das observações feitas nas obras visitadas.....	40
4.2.2 Das perdas identificadas	41
4.3 Execução de formas	41
4.3.1 Dos procedimentos do recebimento e armazenamento das chapas de madeira	41
4.3.2 Das observações do recebimento e armazenamento das chapas de madeira	43
4.3.3 Das perdas do recebimento e armazenamento das chapas de madeira ...	44
4.3.4 Dos procedimentos da execução das formas	44
4.3.5 Das observações da execução das formas	44
4.3.6 Das perdas da execução das formas	46
4.3.7 Estimativa de perdas provenientes do aumento da seção dos pilares	46
4.3.8 Estimativa de perdas decorrentes do aumento da espessura das lajes	48
4.4 Execução da armadura	49
4.4.1 Dos procedimentos de recebimento e armazenamento das barras de aço	49
4.4.2 Das observações de recebimento e armazenamento das barras de aço ..	49
4.4.3 Das perdas de recebimento e armazenamento das barras de aço	50
4.4.4 Dos procedimentos da execução das armaduras	50
4.4.5 Das observações da execução das armaduras	50
4.4.6 Das perdas da execução	51
4.5 Argamassas e concretos	52
4.5.1 Dos procedimentos do recebimento e armazenamento	52
4.5.2 Das observações do recebimento e armazenamento	54
4.5.3 Das perdas de recebimento e armazenamento do cimento, cal, areia e brita	56
4.5.4 Dos procedimentos da produção de concreto	57
4.5.5 Das observações da produção de concreto	58
4.5.6 Dos procedimentos de produção de argamassas	58
4.5.7 Das observações de produção de argamassas	60
4.5.8 Das perdas da produção de concreto e argamassas	62

4.6 Alvenaria	63
4.6.1 Dos procedimentos do recebimento, armazenamento e transporte dos tijolos	63
4.6.2 Das observações do recebimento, armazenamento e transporte dos tijolos	65
4.6.3 Das perdas do recebimento, armazenamento e transporte dos tijolos	67
4.6.4 Dos procedimentos da execução das alvenarias	67
4.6.5 Das observações da execução das alvenarias	69
4.6.6 Das perdas da execução das alvenarias	75
4.7 Execução de revestimentos	76
4.7.1 Dos procedimentos da execução de revestimentos	76
4.7.2 Das observações da execução de revestimentos	77
4.7.3 Das perdas da execução de revestimentos	83
4.8 Instalações: hidro-sanitárias, elétrica, gás e telefone	83
4.8.1 Dos procedimentos das instalações	83
4.8.2 Das observações das instalações	84
4.8.3 Das perdas das instalações	86
4.9 Gesso	87
4.9.1 Dos procedimentos do uso do gesso	87
4.9.2 Das observações do uso do gesso	88
4.9.3 Das perdas do uso do gesso	89
4.10 Execução de contrapisos	89
4.10.1 Dos procedimentos da execução do contrapiso	89
4.10.2 Das observações da execução do contrapiso	90
4.10.3 Das perdas da execução do contrapiso	91
4.11 Assentamento de cerâmicas	92
4.11.1 Dos procedimentos de recebimento e armazenamento	92
4.11.2 Das observações de recebimento e armazenamento	93
4.11.3 Dos procedimentos para aplicação	94
4.11.4 Das observações de aplicação de cerâmicas	96
4.11.5 Das perdas de cerâmicas	97
4.12 Pintura	98
4.12.1 Dos procedimentos da aplicação da pintura	98
4.12.2 Das observações da aplicação da pintura	99
4.12.3 Das perdas da aplicação da pintura	99
4.13 Considerações finais	99
5 CONCLUSÕES E NOVAS PERSPECTIVAS	102
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	104
ANEXO A	108

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Associações de manifestações de perdas às suas causas e origens	11
Tabela 2	Perdas diretas de materiais, baseadas no estudo em 114 canteiros de obras	17
Tabela 3	Índices de perdas de material	18
Tabela 4	Índices de perdas verificados entre as datas VI (vistoria inicial) e VF (vistoria final)	19
Tabela 5	Estimativa de custo das perdas dos materiais isolados, considerando os demais custos (SOILBELMAN,1993)	20
Tabela 6	Dados relativos ao entulho gerado (PICCHI,1993)	21
Tabela 7	Estimativa das perdas em termos de custos (PICCHI, 1993)	21
Tabela 8	Perdas contabilizadas: estudo de caso (SANTOS,1995)	22
Tabela 9	Indicadores de perdas de materiais na obra, determinados na pesquisa Finep/Senai (AGOPYAN <i>et al.</i> , 1998)	24
Tabela 10	Indicadores de perdas para o cimento na obra ,determinados na pesquisa Finep/Senai (AGOPYAN <i>et al.</i> , 1998)	24
Tabela 11	Indicadores de perdas para materiais simples, usados em outros serviços determinados na pesquisa Finep/Senai (AGOPYAN <i>et al.</i> , 1998)	25
Tabela 12	Indicadores de perdas de materiais por serviço (SOUZA, 2005)	27
Tabela 13	Indicadores de perdas percentuais de materiais	27
Tabela 14	Indicadores de variação percentual de espessura de lajes e perdas globais de concreto para 29 obras	28
Tabela 15	Perdas globais de placas cerâmicas, em revestimentos de pisos e paredes, em relação aos seguintes fatores explicadores indutores:percentagem de placas cortadas e o tamanho das placas cerâmicas	29
Tabela 16	A variação das perdas de concreto em função do indicador caracterizador relativo ao equipamento auxiliar da operação de	

	nivelamento das lajes sendo moldadas (SOUZA,2005)	30
Tabela 17	Verificações e limites de tolerância para chapas de compensado (NBR 9532)	42
Tabela 18	Comparação de consumo de concreto devido a erros dimensionais de forma	47
Tabela 19	Principais dimensões nominais de blocos (NBR 7171)	63
Tabela 20	Altura máxima recomendada para pilhas de blocos e tijolos	64
Tabela 21	Perdas devido a sobresspessura de juntas de argamassas no serviço de alvenaria	69
Tabela 22	Espessuras recomendadas para os revestimentos de argamassa segundo a norma NBR 13749 (ABNT,1996)	77
Tabela 23	Comparação entre valores projetados e executados de espessura e volumes de revestimentos	80
Tabela 24	Lajes executadas com rebaixos	90
Tabela 25	Lajes executadas com mesmo nível	91

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Canteiro da obra C	38
Figura 2	Canteiro da obra E	39
Figura 3	Armazenamento de chapas de madeira ao ar livre da obra B	43
Figura 4	Rejeitos de madeira após montagem de formas da obra C	45
Figura 5	Rejeitos de madeira após montagem de formas da obra D	45
Figura 6	Rejeitos de barras de aço, devido aos cortes sem planejamento (obra C)	51
Figura 7	Estocagem dos sacos de cimento ao ar livre na obra E	54
Figura 8	Areia estocada ao ar livre - obra E	56
Figura 9	Utilização de padiolas para transporte de areia na obra D	61
Figura 10	Transporte de argamassa no carrinho de mão em locais desnivelados (obra C)	61
Figura 11	Rejeitos de argamassa endurecida da obra C	62
Figura 12	Transporte dos blocos	65
Figura 13	Acabamentos dos blocos estruturais - obra E	66
Figura 14	Blocos de cimento armazenados ao ar livre - obra E	66
Figura 15	Transporte dos blocos cerâmicos em carrinhos de mão - obra C .	67
Figura 16	Rejeitos de blocos cerâmicos e argamassas - obra C	71
Figura 17	Corte nos blocos de cimento para passagem de instalações - obra E	72
Figura 18	Rasgos para instalações após parede argamassada	72
Figura 19	Sobreconsumo de argamassa nas larguras das juntas horizontais - obra E	73
Figura 20	Sobreconsumo de argamassa nas larguras das juntas verticais -	

	obra B	74
Figura 21	Argamassa incorporada nos furos dos tijolos - obra E	74
Figura 22	Largura das juntas de argamassas	75
Figura 23	Sobrespessura no revestimento - obra E	78
Figura 24	Diferença da largura da viga e da alvenaria - obra D	79
Figura 25	Largura excessiva do revestimento - obra B	79
Figura 26	Espessura de argamassa no revestimento da fachada - obra B ...	81
Figura 27	Sobreconsumo de argamassa no revestimento da fachada - obra B	82
Figura 28	Fachada sem juntas de trabalho - obra B	82
Figura 29	Improvisação devido à falta de previsão de <i>shaft</i> nas tubulações - obra B	84
Figura 30	Utilização de <i>shafts</i> para passagem de instalações - obra C	85
Figura 31	Furo na laje para passagem de instalações - obra C	85
Figura 32	Sobras de eletrodutos - obra D	86
Figura 33	Sobrespessura de argamassa de gesso - obra B	88
Figura 34	Armazenamento inadequado das caixas de cerâmicas - obra B ...	94
Figura 35	Paginações com diferentes dimensões de piso em um mesmo compartimento	95
Figura 36	Recorte devido à existência de “dentes” nas paredes - obra B	96
Figura 37	Recortes no fechamento dos pisos - obra E	97

RESUMO

A indústria da construção civil tem sido apontada como a grande consumidora de recursos naturais e ao mesmo tempo a grande geradora de resíduos. Existem muitas discussões quanto à necessidade de se buscar maiores níveis de qualidade e eficiência nos processos através de uma racionalização da produção, para que as obras reafirmem o conceito de desenvolvimento sustentável. Com o objetivo de contribuir para a minimização dessas questões, o presente trabalho visou identificar os principais fatores de desperdícios gerados pela tecnologia construtiva tradicional aplicada no país. Para tal, a metodologia adotada envolveu visitas em cinco canteiros de obras em diferentes etapas como: estrutura, instalações e acabamentos, levando em consideração as particularidades de cada material nos diversos usos e situações em que são empregados. Os resultados, respaldados em referenciais teóricos adequados e em pesquisas já realizadas anteriormente, mostraram perdas significativas em etapas como recebimento, armazenamento, transporte e aplicação dos materiais, devido à falta de gerenciamento nos canteiros de obras, da padronização e detalhamento de projetos e da mão-de-obra desqualificada.

Palavras-chave: construção civil – racionalização – qualidade – obras – desperdício

ABSTRACT

The industry of the civil construction has been aimed as the great consumer of natural resources and at the same time the great generating of residues. There are many discussions about the necessity of searching larger quality levels and efficiency in the processes through a rationalization of the production, so that the workmanships reaffirm the concept of sustainable development. With the objective of minimizing these subjects and for the adequate planning of the physical resources of the civil construction, the present work intended to relate the main factors of the wastefulnesses generated by the traditional constructive technology applied at the country. For such, the adopted methodology involved visits at workmanships site in different stages as: structures, installations and finishes, taking in consideration the particularities of each material in the several uses and situations which they are used. The results, endorsed in adjusted theoretical references and in researches already accomplished previously, had shown significant losses in stages as act of receiving, storage, transportation and application of materials, due to the lack of management in the workmanships site, of the standardization and the detailing of projects and of the disqualified labor.

Key-Words: civil construction – rationalization – quality – workmanships – waste

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil ocupa uma posição de grande destaque na economia nacional, pois a cadeia produtiva em que se insere, responde por valores superiores a 15% do PIB (Produto Interno Bruto) nacional, sendo muito elevado o número de pessoas que direta ou indiretamente emprega (CONSTRUBUSINESS, 2003).

Por outro lado, é a indústria da construção civil que apresenta maior demanda em quantidade e diversidade de materiais se comparada a outras indústrias. Sendo, portanto, a que mais consome recursos naturais, é também a indústria que mais gera resíduo. Estima-se que este setor produtivo absorva até 50% do total de recursos naturais consumidos pela sociedade.

Em algumas cidades do Brasil, os resíduos da construção civil correspondem a 50% dos resíduos sólidos domiciliares, sendo uma mistura de materiais inertes com 63% de argamassa e 29% de concreto e blocos (GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS, 2005).

A geração de entulhos não ocorre somente em construções novas de grande porte sob a responsabilidade de grandes construtoras. As reformas e as construções de pequeno porte nas chamadas obras informais contribuem significativamente, quando analisadas em conjunto, para a geração de rejeitos.

A indústria da construção civil apresenta particularidades que criam obstáculos para que esta se torne uma indústria mais agressiva de máquinas e equipamentos nos canteiros de obras. Dentre essas particularidades podem ser destacadas: o caráter não homogêneo e não seriado de produção devido à singularidade de produto, a dependência de fatores climáticos no processo construtivo, o período de construção

relativamente longo e a complexa rede de interferências dos participantes (usuários, clientes, projetistas, financiadores e construtores), a significativa mobilidade da força de trabalho e o caráter semi-artesanal do processo construtivo.

Essa última característica traduz a realidade das edificações construídas no Brasil, que tem como marca a nítida separação entre concepção e execução, em que a falta de planejamento e de gerenciamento causa o imprevisto nas edificações, levando o operário a fazer e refazer várias vezes até achar a solução que lhe melhor convém. Quando o projetista deixa de dar as informações necessárias em planta, e o devido acompanhamento, ele transfere para o canteiro a decisão da melhor solução, o que muitas vezes traz grande desperdício.

As etapas de uma obra são inter-relacionadas, favorecendo a ocorrência de falhas que provocam consumos adicionais ao orçamento original. Por isso o estudo das perdas e consumos na indústria da construção civil é tão complexo. Haja visto que, um erro em uma alvenaria, por exemplo, pode somar perdas em várias outras etapas.

Contudo, pretendeu-se com este trabalho, verificar os erros que normalmente ocorrem nas obras causando o desperdício de materiais devido ao mau planejamento dos projetos e orçamentos, que envolve concepção, coordenação e acompanhamento de execução.

1.1 Justificativa e relevância

O presente trabalho é relevante por se tratar de um tema-problema, visto que a indústria da construção civil vem sendo cada vez mais responsabilizada pelo uso indiscriminado de matérias-primas naturais e de seu desperdício. Assim, torna-se necessário que a construção civil procure caminhos para o uso mais racional de seus produtos, buscando o desenvolvimento sustentável.

Além disso, a redução dos índices de perdas se faz indispensável tanto do ponto de vista ambiental como econômico. Sob o ponto de vista ambiental, busca minimizar a utilização de recursos naturais com a redução das perdas, além de evitar

contaminações com o descarte de resíduos. Já do ponto de vista econômico a importância da redução consiste na sobrevivência das empresas em um mercado muito competitivo e que permita a produção de habitações com preços mais acessíveis para diminuir a carência de moradias. Segundo a Fundação João Pinheiro (2001, *apud* COELHO, 2002), em 2001 havia uma necessidade de 6.656.526 unidades habitacionais no país.

Os altos índices de desperdícios são destaques, pois o consumo desnecessário de material resulta numa alta produção de resíduos, o que causa escassez de locais para a deposição dos entulhos, trazendo transtornos nas cidades e provocando uma demanda desnecessária no sistema de transporte, além da demanda de grandes investimentos financeiros públicos.

1.2 Objetivos

O presente trabalho tem como principal objetivo identificar as ocorrências de perdas de materiais e de produtividade durante a execução de obras, visando fornecer subsídios que venham contribuir para o desenvolvimento de ações adequadas para a maior eficiência no uso de materiais por parte dos agentes envolvidos como engenheiros, arquitetos, mestres de obras e operários.

Como parte integrante deste trabalho, destaca-se a observação de cinco obras em diversas fases do processo construtivo como estrutura, alvenaria, revestimentos instalações e acabamento, a fim de:

- verificar a geração de mecanismos para a identificação das causas imediatas de consumo desnecessário de materiais;
- identificar os principais fatores de desperdício, responsáveis pelo gerenciamento desfavorável;
- verificar o cálculo de perdas físicas exemplificando a porcentagem de desperdício em alguns serviços executados;
- apresentar métodos de execução baseados em normas técnicas e referenciais teóricos adequados.

1.3 Estrutura e organização da dissertação

A presente dissertação está organizada em 5 capítulos, sendo este o da Introdução, apresentando inclusive a justificativa e os objetivos do estudo. Os demais capítulos estão distribuídos da seguinte forma:

CAPÍTULO II – Faz uma revisão sobre os temas relevantes deste trabalho, começando pela discussão do papel da construção civil numa proposta de crescimento baseada nos conceitos de desenvolvimento sustentável, englobando pontos negativos como a geração de resíduos e o consumo exagerado de matérias-primas. Também foram desenvolvidos os principais conceitos e classificações que norteiam a discussão sobre perdas, onde se discorre sobre perda incorporada e entulho provocado pelos rejeitos gerados pela construção civil. Os principais autores e estudos realizados nessa área são abordados ainda neste capítulo. Por fim destacam-se os tipos de indicadores e os percentuais já levantados.

CAPÍTULO III – Apresenta os materiais e metodologias adotadas na pesquisa, bem como caracteriza as empresas e identifica as obras monitoradas.

CAPÍTULO IV – Dedicado à apresentação dos resultados e discussão das perdas observadas. Para um melhor entendimento das falhas e perdas resultantes identificadas, apresenta também alguns procedimentos normatizados. Estabelece assim, identidades entre as perdas e os consumos dos materiais relacionando-os com o modo de execução nas várias etapas e nos diversos tipos de materiais existentes nos canteiros de obras.

CAPÍTULO V – Último capítulo da dissertação; é destinado às conclusões de todo o trabalho desenvolvido, assim como sugestões e perspectivas para trabalhos posteriores.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Construção civil e seu papel no desenvolvimento sustentável

Atualmente o ramo da construção civil vem sofrendo questionamentos quanto à adequação de seus processos construtivos de forma a garantir um uso mais racional de seus materiais nos canteiros de obras (CARNEIRO, 2005). Isso acontece devido ao aumento de matérias-primas, geração de rejeitos e muita poluição.

Segundo Afonso (2005) existe uma necessidade de se buscar maneiras racionais de desenvolvimento, passando decisivamente pela inserção deste grande mercado na busca por soluções que minimizem os impactos ambientais provocados pelo setor.

2.1.1 Geração de resíduos

Nos últimos anos, as questões referentes às políticas da qualidade têm ocupado espaço significativo nas discussões do meio profissional da construção civil e a ocorrência de perdas em todo o processo da produção da edificação, tem tido presença constante nessas discussões sejam elas de materiais, mão-de-obra, equipamentos, etc. (FORMOSO, 1996).

Na construção civil, setor de maior geração de resíduos de toda a sociedade, estima-se que o volume do entulho de construção e demolição gerado seja até duas vezes superior que o volume de lixo sólido urbano (A CONSTRUÇÃO E O MEIO AMBIENTE, 2005).

As causas do grande desperdício originam-se em projetos não modulados e em pequenas modificações não previstas em orçamentos, acrescidos pela falta de processos construtivos racionalizados.

Segundo Afonso (2005), durante toda a vida útil de uma construção são gerados resíduos, desde o período da obra até a fase de manutenção ou em fases de formas, reparo, ampliação e, em certos casos, demolições.

Outro agravante é o fato das obras serem projetadas para uma vida útil de cerca de 50 anos, e muitas construções estão completando seu ciclo de utilização, quando então começarão as reformas, recuperações, demolições, etc. (A CONSTRUÇÃO E O MEIO AMBIENTE, 2005).

Na maioria das cidades brasileiras, as obras são projetadas e construídas sem considerar os impactos ambientais, resultando numa produção de grande quantidade de entulho depositada em aterros sanitários. Parte desse material é abandonada em locais inadequados, quase sempre clandestinos, provocando danos às áreas sadias, como o esgotamento e poluição de aquíferos, assoreamento das margens, poluição de cursos de água e proliferação de vetores (OLIVEIRA *et al.* 2001).

2.1.2 Consumo de materiais

Outro fator relevante nesta discussão é a agressiva utilização de recursos naturais, pois a construção civil consome grande parcela dos recursos naturais de uma sociedade. Segundo John (2000), de todos os recursos extraídos da natureza, um percentual de 15 a 50 é destinado à indústria da construção civil.

A construção civil consome cerca de dois terços da madeira natural extraída e a maioria das florestas não são manejadas adequadamente (A CONSTRUÇÃO E O MEIO AMBIENTE, 2005).

De acordo com ENBRI (European Network of Building Research Institute), a construção civil consome cerca de 4,5% do total de energia consumida no planeta, sendo 84% na fase de produção dos materiais para construção (JOHN, 2000). John (1995) afirma ainda que a produção de uma tonelada de cimento implica a mineração de 1,5 toneladas de matéria-prima, principalmente argila e calcário.

Em países desenvolvidos como o Reino Unido, o consumo de materiais de construção civil é de aproximadamente de 6 toneladas por ano para cada habitante. O

consumo de agregados naturais varia entre 1 a 8 toneladas por habitante/ano (A CONSTRUÇÃO E O MEIO AMBIENTE, 2005).

No Brasil, o consumo de agregados naturais somente para a produção de concreto e argamassas é de 220 milhões de toneladas (JOHN, 2000).

2.2 Perdas de materiais

2.2.1 Conceitos

Existe uma necessidade de formular conceitos tornando clara a referência a partir da qual o consumo excedente de recursos seja considerado como perda, pois dependendo da situação adotada, as perdas podem assumir valores distintos.

Segundo Souza (2005),

perda é toda quantidade de material consumida além da quantidade teoricamente necessária, que é aquela indicada no projeto e seus memoriais, ou demais prescrições do executor, para o produto que está sendo executado. Tal definição delimita a discussão das perdas ao âmbito da produção, isto é, uma vez definido o projeto, este seria a referência a ser buscada no processo de produção; portanto, haveria perda caso as atividades levassem a uma necessidade de materiais superior àquela calculada com base nas prescrições do projeto.

Para Santos (1996), as perdas devem ser entendidas como sendo qualquer ineficiência que reflita no uso de equipamentos, materiais e mão-de-obra em quantidades superiores àquelas necessárias a produção da edificação.

Ainda com relação ao conceito de perdas sob o ponto de vista amplo, insere-se, também, além da idéia de se comparar o consumo previsto e o consumo efetivamente realizado de recursos, a idéia de se avaliar o consumo de recursos efetivamente realizado sob a ótica da agregação de valor ao processo e, conseqüentemente, ao produto (PALIARI, 1999).

Assim, segundo Cunha (1987), as perdas podem ser definidas como sendo todo o recurso que se gasta para elaborar um produto sem agregar valor ao mesmo.

Portanto o conceito de perdas também está relacionado à qualidade do produto avaliada pelo cliente. Para Oliveira (1998), a noção de perdas se refere a “toda a falta de aproveitamento dos recursos para atingir custos menores e maior satisfação do cliente”.

2.2.2 Classificação de perdas

Segundo Andrade e Souza (2000), as perdas de materiais no canteiro de obras podem ser classificadas da seguinte forma:

- **Perdas segundo recurso consumido**

- Perdas físicas de materiais – quantidade adicional de materiais em relação ao projeto ou ao orçamento;

- Perdas físicas de mão-de-obra – homens/horas adicionais relativos à demora na execução, atraso na entrega de materiais etc.;

- Perdas físicas de equipamentos – horas de equipamentos adicionais em função de problemas nos equipamentos ou atraso de outros equipamentos;

- Perdas financeiras decorrentes das perdas físicas – mensuração dos custos associados às perdas físicas relativas a recursos físicos;

- Perdas estritamente financeiras – custo adicional relativo à utilização de um material com maior resistência, durabilidade, etc. do que o especificado.

- **Perdas segundo sua natureza**

Quanto à essência das perdas, as mesmas podem ser encontradas nas obras de três formas: podem estar aparentes na forma de entulho, podem estar incorporadas ao produto final, ou podem ser devidas a roubos na obra. Por exemplo, durante a execução do revestimento de parede, a argamassa que cai no chão e não é reaproveitada se transforma em entulho, a sobresspessura, porém, fica incorporada ao revestimento final.

O entulho pode ser gerado em vários serviços e ser relativo a diferentes materiais (por exemplo, geram-se, algumas vezes, quantidades não desprezíveis de entulho de gesso, de argamassa, de madeira serrada e compensada, etc.).

A perda incorporada, embora menos perceptível visualmente que a perda por entulho, pode representar a natureza de perdas de materiais mais presente da construção. Muitas atividades *in loco* geram incorporações de materiais superiores à teoricamente orçada e projetada: por exemplo, na execução de uma laje um pouco mais espessa que o indicado no projeto de formas, ou no aumento de espessura de um revestimento interno ou externo, tem-se perda incorporada.

- **Perdas segundo o seu controle**

Em vista da possibilidade econômica de se controlar ou reduzir o índice de perdas detectado, classificam-se as perdas em evitável ou inevitável. Considera-se desperdício, a perda cuja redução é economicamente viável. A diferença de desperdício em relação à perda inevitável, depende do estabelecimento de critérios, os quais não são normalmente de definição matematicamente generalizável; é aceitável que o desperdício seja a parcela das perdas técnica e economicamente evitável. Assim sendo, o limite entre o evitável e o inevitável variará de acordo com a empresa e com o nível de tecnologia vigente, da capacitação pessoal, do padrão da obra, etc.

- **Perdas segundo a sua causa**

Referem-se às diversas causas imediatas que originam as perdas, dentre as quais se têm:

- a sobra de vários pedaços de barras de aço que pode ter como causa, a não utilização das pontas remanescentes de cortes de barras de 12 metros;
- presença de muito entulho de blocos devido ao transporte inadequado ou ao uso de ferramentas impróprias para o corte;
- a espessura de um revestimento maior que a especificada pode ter como causa: um desaprumo das paredes revestidas, uma falta de esquadro entre as paredes contíguas, ou um desaprumo entre a face da viga de concreto armado e a face da alvenaria.

- **Perdas segundo o momento de incidência**

As perdas de materiais podem incidir nas várias fases de um empreendimento como:

- Concepção – A perda pode ocorrer na especificação e nas definições das

quantidades de material a compor o produto. Exemplo: especificação de uma taxa de aço por m³ de concreto, muito elevada em relação às preconizadas pelos padrões considerados corretos.

- Execução – Forma de utilização dos recursos para compor o produto que definirá a perda. Exemplo: produção de argamassa em quantidade superior à que será utilizada no dia de trabalho.

A fase de execução pode ainda subdividir-se em etapas que dizem respeito ao percurso do material, desde sua chegada ao canteiro até tornar-se parte do produto executado: recebimento, estocagem, transporte, processamento intermediário e aplicação. Por exemplo, uma deficiência no enchimento de um caminhão de areia, no local de extração, pode gerar uma entrega com menos material que o mencionado na nota fiscal, gerando uma perda no recebimento.

- Uso e manutenção – O consumo de material para providenciar reparos e manutenção incidirá também nas perdas. Exemplo: repintura de um prédio após um ano de uso, quando, em termos de durabilidade, poderia ser feita a cada três anos.

- **Perdas segundo sua forma de incidência**

Diz respeito à sua forma de manifestação. Durante a etapa de execução da obra, podem-se citar vários exemplos: peso real dos sacos menor que o especificado (recebimento); cimento empedrado devido à umidade (estocagem); consumo maior de cimento por m³ de argamassa produzida (processamento); material que cai no chão (transporte); e sobresspessura (aplicação).

- **Perdas segundo a sua origem**

Relacionam-se à etapa responsável pela ocorrência de perda, configurando-se na causa original, podendo dizer respeito a quaisquer fases do empreendimento: concepção, planejamento, aquisição de insumos, execução e uso/manutenção. Assim, uma perda com momento de incidência numa certa fase do empreendimento pode ter sido gerada em quaisquer das fases anteriores. A quebra excessiva de blocos durante a execução, por exemplo, pode ter origem na falta de modulação (concepção), na não previsão do recebimento de todos os blocos necessários até o momento da saída da

grua da obra (planejamento), na baixa qualidade dos componentes (aquisição) ou ainda, no uso de procedimentos de manuseio inadequados (execução).

Souza (2005) exemplifica as associações de manifestações de perdas às suas causas e origens (tabela 1).

Tabela 1 – Associações de manifestações de perdas às suas causas e origens

Manifestações das perdas	Causas	Origens	Fase do Empreendimento
Entulho de blocos de concreto	Corte com ferramenta e / ou técnica inadequadas	Falta de procedimento de produção formal para prescrição da ferramenta e da técnica adequadas para corte de blocos	Planejamento
		Falta de treinamento dos operários quanto ao procedimento a ser seguido	Produção
		Falta de compatibilização modular entre as dimensões das paredes e a dos componentes de alvenaria	Concepção
Entulho de placas cerâmicas	Corte com ferramenta e / ou técnica inadequadas	Falta de procedimento de produção formal para prescrição da ferramenta e da técnica adequadas para corte de placas cerâmicas	Planejamento
		Falta de treinamento de operários quanto ao procedimento a ser seguido	Produção
		Projeto especificando placas muito grandes para ambientes muito pequenos, gerando percentual elevado de placas cortadas	Concepção
Espessura média elevada do revestimento interno de paredes com argamassa	Falta de esquadro entre paredes projetadas para serem perpendiculares	Falta de treinamento do encarregado quanto aos procedimentos para inspeção do serviço	Produção
	Viga de concreto mais espessa que a alvenaria	Falta de coordenação de projetos	Concepção

2.2.3 Indicadores de perdas

Os índices de perdas cumprem a função de indicadores de desempenho dos processos produtivos. Esses indicadores podem servir de balizadores dos pontos fortes ou fracos de uma empresa, permitindo assim estabelecer programas de melhoria de qualidade.

O indicador poderá ainda servir de instrumento para controle de um processo em relação a um padrão estabelecido. O monitoramento de um indicador permite avaliar o desempenho do processo identificando desvios e corrigindo as causas.

Segundo Souza (2005) é necessário a padronização de linguagem e de procedimentos para se avaliar as perdas de materiais, por isso a utilização de indicadores favorecerá a discussão objetiva das perdas de materiais nos canteiros de obras. Os indicadores são informações que têm a função de medir e avaliar quantitativamente e qualitativamente as perdas.

Em outro trabalho, Souza (1998) referencia ainda que a produtividade pode ser considerada como sendo a eficácia na transformação de recursos em produtos, medida através dos indicadores e calculada por meio de uma relação entre as entradas necessárias e as saídas geradas durante a produção. Desta forma, a produtividade no uso de materiais pode ser definida como sendo a relação entre a quantidade de material utilizado e a quantidade de serviço realizado (equação 1).

$$Produtividade_{mat} = Consumo_{mat} = \frac{Quantidade_{real}}{Quantidade_{serviço}} \quad (1)$$

Onde,

$Produtividade_{mat}$ = produtividade do uso dos materiais

$Consumo_{mat}$ = consumo de material

$Quantidade_{real}$ = quantidade real de material utilizada

$Quantidade_{serviço}$ = quantidade de serviço realizada

Ainda na opinião do autor, os indicadores se dividem em indicadores relativos à mensuração ou quantificação das perdas e indicadores relativos à razão ou explicação das perdas, como será visto a seguir.

2.2.3.1 Indicadores mensuradores

Na fase de produção de um empreendimento, os indicadores globais mensuradores associados ao suprimento de materiais são avaliados pela eficiência do uso dos recursos físicos ou dos recursos financeiros.

- **Indicador de perda física global**

Obtendo a forma percentual para expressão das perdas, o indicador de perda física global (*IPM Glob %*) é expresso pela equação 2.

$$IPM\ Glob(\%) = \frac{QMR - QMT}{QMT} \times 100 \quad (2)$$

Onde:

QMR = quantidade de materiais realmente necessária

QMT = quantidade de materiais teoricamente necessária

- **Indicador de perda financeira**

O indicador de perda financeira de materiais global (*IPF Glob %*) é definido pela equação 3:

$$IPF\ Glob(\%) = \frac{QMoR - QMoT}{QMoT} \times 100 \quad (3)$$

Onde,

QMoR = quantidade monetária realmente necessária,

QMoT = quantidade monetária teoricamente necessária.

Tais indicadores *IPM Glob (%)* e *IPF Glob (%)* referem-se ao processo como um todo, incluindo todas as etapas do fluxograma.

As perdas físicas de materiais são mensuradas em unidades físicas, já as perdas físicas financeiras de materiais globais são mensuradas pela quantidade monetária.

As perdas financeiras podem ser subdivididas em estritamente financeiras e decorrentes de perdas físicas; portanto, sugere-se uma nova fórmula para a perda financeira de materiais global, *IPF Glob %*, equação 4.

$$1 + IPF\ Glob(\%) = \frac{(1 + IPM\ Glob(\%))}{100} \times \frac{1 + IPestrF\ Glob(\%)}{100} \quad (4)$$

Os indicadores de perdas de materiais globais podem ser subdivididos em várias parcelas, os chamados indicadores parciais de perdas. Tais indicadores permitem melhorar a eficiência na localização das perdas, através do fracionamento das etapas do fluxograma dos processos de produção.

2.2.3.2 Indicadores explicadores

Os indicadores explicadores servem para auxiliarem na tarefa de identificar as razões do nível de perdas constatado em um processo de produção. Dividem-se em várias classes: natureza percentual, fatores quantitativos, fatores indutores, e fatores caracterizadores.

Os fatores de natureza percentual revelam as parcelas de perdas encontradas sob cada natureza: furto, entulho ou incorporação.

Os fatores quantitativos apontam as formas de manifestação das perdas indicando também o seu valor. Esses procuram explicar as perdas através da mensuração das características do produto obtido, relacionando ao nível de perda detectado. Por exemplo, ao se quantificar a variação percentual da espessura de revestimento de argamassa de fachada, chega-se a um valor do indicador de perdas de argamassa de revestimento.

O conhecimento dos fatores indutores e caracterizadores é a principal informação para o gestor analisar as perdas, pois esses envolvem alternativas de tecnologia e gestão associadas ao processo de concepção e de produção das obras de construção. Como exemplo de fatores indutores, pode-se citar: a inexistência ou precariedade de procedimentos de produção; a falta de treinamentos dos operários; etc.. Para os fatores caracterizadores temos tais exemplos: tipo de ferramenta adotada para aplicação de argamassa no assentamento de alvenaria (bismaga, paleta ou colher de pedreiro); o tipo de fornecimento de blocos adotado (paletizados ou soltos); o uso de aço pré-cortado/dobrado ou de barras de 12 metros para o serviço de armação, etc.. Assim, os fatores indutores e caracterizadores procuram registrar as condições associadas ao serviço que possam representar possíveis causas ou origens das ocorrências das perdas (indutores) e características tecnológicas (caracterizadores).

2.2.4 Principais pesquisas realizadas sobre perdas de materiais, seus indicadores de perdas, mensuração dos resíduos gerados e estimativa de custos das perdas

Foi feito um levantamento de alguns trabalhos significativos de autores nacionais e internacionais, com o intuito de mostrar idéias, resultados e experiências realizadas em diversos canteiros de obras.

Alguns desses trabalhos apresentam valores para os indicadores de perdas físicas. É importante salientar que esses indicadores vêm de metodologias e escopos diferentes.

Trabalhos de autores como, Skoyles (1976, 1978) e Skoyles e Skoyles (1987), embora bastante antigos, são citações constantes dos pesquisadores, em geral devido ao extenso e intenso trabalho realizado por eles.

Esses autores efetivaram uma série de estudos relativos às perdas de materiais no Reino Unido, através do *Building Research Establishment* (BRE) e com a cooperação do *Chartered Institute of Building* (CIOB). Os primeiros estudos realizados pelo BRE sobre essa questão, datam do ano de 1963 e tem como principal objetivo os materiais utilizados na construção de edificações tradicionais.

A significativa diferença encontrada nessa pesquisa entre os valores orçados e os levantados, impulsionou um amplo estudo em 183 canteiros de obra no Reino Unido, cujos objetivos seriam levantar índices de perdas e analisar o porquê dos canteiros de obras similares apresentarem índices de perdas diferentes. Em 1980, através do CIOB, os autores estudaram mais 27 canteiros de obras na cidade de Londres e cidades vizinhas.

Os autores ao analisarem seus indicadores destacam alguns fatores relevantes:

- as perdas foram mais elevadas que as orçadas podendo significar riscos para os empreendimentos;
- existem grandes variações de perdas de um canteiro para outro canteiro, o que leva a concluir que são perdas passíveis de serem combatidas e reduzidas, visto que algumas obras conseguem ter índices baixos;
- verificou-se uma tendência de valores de perdas maiores em residências privadas do que para setor público ou outros setores;
- a indústria da construção civil não atua no sentido de prevenção das perdas, apresentando iniciativas às vezes, de controle das mesmas;
- as perdas de materiais são causadas por todos os envolvidos no processo da construção, inclusive na elaboração de projeto e na aquisição de materiais;
- para esses autores, o gerenciamento é o fator principal que interfere nos níveis de perdas.

A tabela 2 traz resumo de indicadores de perdas levantados em 114 canteiros de obras. Nota-se que tais indicadores representam essencialmente a perda por entulho.

Tabela 2 – Perdas diretas de materiais, baseadas no estudo em 114 canteiros de obras (Skoyles, (1976 *apud* PALIARI 1999, p. 77)

Material	Nº de Canteiros	Faixa de variação dos resultados	Índice de Perdas (%)	
			Real	Usual
Concreto em infra-estrutura	12	3 a 18	8	2,5
Concreto em superestrutura	3	–	2	2,5
Aço	1	–	5	2,5
Tijolos comuns	68	1 a 20	8	4,0
Tijolos à vista	62	1 a 22	12	5,0
Tijolos estruturais vazados	2	–	5	2,5
Tijolos estruturais maciços	3	9 a 11	10	2,5
Blocos leves	22	1 a 22	9	5,0
Blocos de concreto	1	–	7	5,0
Telhas (inclusive de cumeeira)	1	–	10	2,5
Madeira – tábuas	3	12 a 22	15	5,0
Madeira – compensados	2	–	15	5,0
Rev. argamassados – paredes	4	2 a 7	5	5,0
Rev. argamassados – tetos	4	1 a 4	3	5,0
Rev. cerâmicos – paredes	1	–	3	2,5
Ver. cerâmicos – pisos	1	–	3	2,5
Tubo cobre	9	–	7	2,5
Tubo PVC	1	–	3	2,5
Conexões de cobre	7	–	3	–
Vidro – chapas	3	–	9	5
Janelas pré-envidraçadas	2	–	16	–

Também no Brasil, vários autores realizaram pesquisas nesse âmbito. O primeiro deles foi Pinto (1989) que levantou resultados sobre o uso de indicadores a fim de avaliar as perdas de materiais na construção. Sua pesquisa analisou uma única obra, um edifício Flat Hotel, com 3.658 m² e 18 pavimentos localizados na cidade de São Paulo. O edifício apresenta estrutura em concreto usinado, a vedação em blocos de concretos celular autoclavado, revestimento interno em gesso e o revestimento externo em gesso argamassado (massa única).

O autor deu preferência para análise de materiais considerados por ele, geradores de perdas como: concreto, aço, componentes de vedação, cimento, cal hidratada, areia, argamassa colante e placas cerâmicas.

A tabela 3 apresenta o resumo dos indicadores determinados por Pinto (1989) em sua pesquisa. Esses valores correspondem à diferença percentual entre as quantidades de materiais compradas e as quantidades teoricamente necessárias. Este último, calculado a partir da mensuração dos serviços executados e multiplicados pelos indicadores de consumo de materiais citados anteriormente.

As perdas por incorporação e as perdas por entulho foram consideradas nesse trabalho.

Tabela 3 – Índices de perdas de material (PINTO,1989)

Materiais	Perda detectada (%)	Expectativa usual de perda (%)
Madeiras em geral	47,5	15
Concreto usinado	1,5	5
Aço 50/60	26,0	20
Componentes de vedação	13,0	5
Cimento CP 32	33,0	15
Cal hidratada	102,0	15
Areia lavada	39,0	15
Argamassa colante	86,5	10
Placas cerâmicas – parede	9,5	10
Placas cerâmicas – piso	7,5	10

Segundo o autor, as principais causas das perdas foram: alto consumo de madeira devido aos pilares curvos e à falta de reutilização das formas; o não aproveitamento das pontas geradas no corte das barras de aço; armazenamento inadequado dos aglomerantes e da areia, e à parcela de argamassa incorporada para cobrir desnivelamentos nos emboços do teto; ainda devido à necessidade de regularização do piso e no revestimento externo que apresentou sobressadura devido à má execução das formas.

Em termos financeiros as perdas acresceram um custo de 10% sobre a expectativa do custo final da obra.

O autor Soibelman (1993) realizou em conjunto com um grupo de pesquisadores do Núcleo Orientado à Inovação das Edificações (NORIE) um estudo em cinco canteiros de obras na cidade de Porto Alegre. Os objetivos da equipe seriam: levantar a incidência das perdas de materiais nos canteiros de obras, analisar as principais causas e propor diretrizes para o controle do desperdício em empresas de construção.

Para tal seria aplicada uma metodologia mais detalhada e com maior quantidade de verificações de campo, através do acompanhamento dos materiais nos canteiros de obras, contabilizando estoque e a quantidade de serviço executado com observações de caráter qualitativo e quantitativo a cerca das ocorrências das perdas.

Tabela 4 – Índices de perdas verificados entre as datas VI (vistoria inicial) e VF (vistoria final) (SOILBELMAN,1993)

Material	Obras					Média
	A	B	C	D	E	
Aço ⁴⁷	18,8	27,3	23,0	7,9	18,3	19,0
Cimento	86,1	45,2	36,5	109,8	135,4	82,6
Concreto	5,7	17,2	–	15,9	–	12,9
Areia	24,6	29,7	–	133,3	43,8	44,4
Argamassa	103,0	87,5	40,4	152,1	85,0	93,6
Tijolo furado	–	8,2	93,3	33,6	107,3	50,0
Tijolo maciço	43,5	15,2	–	47,2	109,9	54,0

Os resultados da pesquisa, conforme são mostrados na tabela 4, revelam um cenário de perdas físicas elevadas e demonstram existência de grandes variações dos indicadores em canteiro de obras diferentes.

Na tabela 5, o autor demonstra a estimativa de custo das perdas dos materiais avaliados, considerando os demais custos.

Ao finalizar o estudo nos cinco canteiros de obras, o autor concluiu que:

- as perdas foram maiores do que as aceitas, apresentando grande variação (de 0,8 a 8 vezes as perdas usuais admitidas);
- havia grande variação de índices de perdas de um mesmo material em diferentes obras, as chamadas perdas evitáveis, que podem se minimizadas com medidas simples nas etapas de recebimento, estocagem, manuseio e utilização;
- as perdas normalmente ocorreram por uma série de fatores e não por um fato isolado em uma operação. A falta de gerenciamento do canteiro é a grande causa dos altos índices de perdas nas obras;
- com relação às perdas físicas de materiais no âmbito financeiro, ocorreu um aumento de 5,06% a 11,62% sobre os custos orçados das obras estudadas.

Tabela 5 – Estimativa de custo das perdas dos materiais isolados, considerando os demais custos (SOILBELMAN,1993)

Insumo	Custo Teórico	Custo dos materiais = Custo teórico x 1 + perdas (%)				
		A	B	C	D	E
Aço	4,31	5,12	5,49	5,30	4,65	5,10
Cimento	5,24	9,25	7,61	7,04	13,19	11,15
Concreto	5,38	5,96	6,01	6,32	5,42	6,73
Areia	0,94	1,19	1,22	1,13	1,97	1,34
Argamassa	0,69	1,40	0,69	0,97	1,24	1,20
Tijolos furados	2,25	3,15	3,15	3,06	2,85	4,65
Tijolos maciços	0,27	0,39	0,31	0,32	0,34	0,52
Demais materiais + mão-de-obra	80,92	80,92	80,92	80,92	80,92	80,92
Total	100,00	107,38	105,40	105,06	110,58	111,62
Custo das perdas	–	7,38	5,40	5,06	10,58	11,62

Picchi (1993) estudou três obras de edifícios residenciais executados em estrutura convencional e tijolos cerâmicos furados, durante os anos de 1986 a 1987. O

autor avaliou o entulho gerado e retirado dos canteiros de obras, expressando em massa e volume, e estimou as perdas em termos de percentagem do custo da obra. Nesse enfoque considerou também as perdas de diversas naturezas como atrasos, reparos em obras, etc.. As tabelas 6 e 7 sintetizam as observações de Picchi.

Tabela 6 – Dados relativos ao entulho gerado (PICCHI,1993)

Obra	Área Construída (m ²)	Quant. Total de entulho (m ³)	Espessura média equivalente de entulho (cm)	Massa de entulho (t/m ²) (a)	Entulho/massa final projetada do edifício (%) (a)
A	7,619	606,5	7,9	0,095	11,2
B	7,982	707,7	8,9	0,107	12,6
C	13,581	1645,0	12,1	0,145	17,1

A massa de entulho variou entre 0,095 a 0,145 t/m², o que representa de 11 a 17% da massa total do edifício, considerando a massa específica adotada.

Tabela 7 – Estimativa das perdas em termos de custos (PICCHI, 1993).

Origens das perdas	Perdas estimativas (%) sobre o custo da obra
Entulho gerado	5,0
Espessuras adicionais de argamassa	5,0
Dosagens de argamassa e concreto não otimizadas	2,0
Reparos e retrabalhos não computados no entulho	2,0
Projetos não otimizados	6,0
Perdas de produtividade devido a problemas de qualidade	3,5
Custos devido a atrasos	1,5
Reparos em obras entregues a clientes	5,0
Total	30,0

Com relação à estimativa das perdas expressas em custo, Picchi (1993) estimou uma perda de 30% em relação ao custo total da obra, de acordo com as parciais apresentadas na tabela acima apresentada.

Com relação às perdas incorporadas de argamassas (não incluindo o entulho representado na tabela 7) o autor concluiu:

- o volume de argamassa realizado comparado com o projetado, a diferença corresponde a uma diferença de 81,3%. Isso ocorre devido à sobresspessura dos revestimentos avaliados (contrapiso e revestimentos de tetos, paredes internas e externas);
- adotando o valor da massa específica média de 1800 kg/m³, as perdas devido à sobresspessura dos revestimentos correspondem, em massa, a 146,4 kg/m², o que indica um acréscimo percentual de 17,2%, considerando como referência de massa projetada do edifício e adotada pelo autor de 0,85 t/m².

O principal enfoque na pesquisa realizada por Santos (1995) foi a intervenção no canteiro de obras de uma edificação composta por três blocos de edifícios residenciais construídos no sistema tradicional com tijolos e blocos cerâmicos para vedação e estrutura de concreto convencional, observando sistemas de movimentação e armazenamento dos materiais.

Avaliou também perdas de materiais nos serviços de alvenaria, chapisco e emboço (cimento, areia, tijolos maciços e de 6 furos).

Tabela 8 – Perdas contabilizadas: estudo de caso (SANTOS,1995)

Material	Perda (%)	Quantidade	U\$/un	Custo (U\$)
Cimento	79,6	3.163 sacos	5,67	17.934
Areia	42,5	325 m ³	10,19	3.312
Tijolo de 6 furos	5,4	27.500 um	0,11	3.025
Tijolo maciço	25,5	40.468 um	0,07	2.833
			Total	27,104

Santos (1995), como mostra na tabela 8, estabeleceu índices físicos contábeis (%) e perdas em termos financeiros.

Referência de consumo com perda nula:

- espessura emboço interno = 1,5 cm
- espessura de emboço externo = 2,5 cm
- espessura de junta argamassada = 1,5 cm

Esse trabalho tem sua importância também por apresentar causas e justificativas para as ocorrências de perdas mais significativas:

- no caso do cimento, cita a falta de compatibilidade entre a alvenaria e a estrutura (vigas de 12 cm e blocos com largura de 9 cm), originando 8% de aumento na sobresspessura do emboço. Foi observado que o transporte manual até o armazenamento ocasiona rasgamento dos sacos durante o recebimento e o transporte;
- as principais causas para os índices de perdas para a areia é a falta de compatibilidade entre a alvenaria e a estrutura e a falta de proteção contra a ação das chuvas na armazenagem;
- o meio de transporte inadequado, o armazenamento de pilhas instáveis, e o descarregamento manual, constituem-se nas principais causas notadas pelo autor para a quebra de tijolos.

Um grande projeto de pesquisa intitulado “Alternativas para a Redução do Desperdício de Materiais no Canteiro de Obras” foi realizado por 3 anos em 12 estados brasileiros em aproximadamente 100 canteiros de obras. Tal projeto foi coordenado pelo Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da USP (PCC-USP) com a parceria de pesquisadores de 15 universidades e com o apoio da Finep – Programa Habitar, do Senai e do Instituto Brasileiro de Tecnologia e Qualidade.

Iniciada no final de 1996, a pesquisa buscava um diagnóstico cada vez mais extenso e preciso quanto aos indicadores de perdas globais e parciais na construção de edifícios.

As tabelas 9, 10 e 11 agrupam as médias e as medianas das perdas determinadas para as várias obras e os principais serviços estudados.

Tabela 9 – Indicadores de perdas de materiais na obra, determinados na pesquisa Finep/Senai (AGOPYAN *et al.*, 1998)

Material na obra	Valor da Perda				Nº de casos estudados
	Média (%)	Mediana (%)	Mínima (%)	Máxima (%)	
Areia	76	44	7	311	28
Saibro	182	174	134	247	4
Cimento	95	56	6	638	44
Pedra	75	38	9	294	6
Cal	97	36	6	638	12

Tabela 10 – Indicadores de perdas para o cimento na obra, determinados na pesquisa Finep/Senai (AGOPYAN *et al.*, 1998)

Serviço	Valor da Perda				Nº de casos estudados
	Média (%)	Mediana (%)	Mínima (%)	Máxima (%)	
Emboço interno	104	102	8	234	11
Emboço externo	67	53	-11	164	8
Contrapiso	79	42	8	288	7

Após o término da pesquisa, os autores da pesquisa chegaram a algumas considerações como:

- os valores de perdas físicas são bastante relevantes, como já havia sido observado em trabalhos anteriores;
- as perdas são bastante variáveis de obra para obra; isso se deve principalmente ao nível de tecnologia empregada nos canteiros de diferentes cidades brasileiras, que vão desde processos quase artesanais até altas tecnologias semelhantes às linhas de montagem;

- os materiais moldados *in loco* que passam pelo processo de dosagem e misturas são os que apresentam maiores valores de perdas;
- os materiais usados na estrutura da obra apresentam valores de perdas inferiores aos usados em revestimentos, provavelmente isso ocorre devido aos revestimentos utilizados para resolverem falhas de produção de etapas inferiores;
- as perdas são bastante significativas nas etapas de execução de revestimentos;
- os sistemas prediais apresentam perdas não significativas.

Tabela 11 – Indicadores de perdas para materiais simples, usados em outros serviços determinados na pesquisa Finep/Senai (AGOPYAN *et al.*, 1998)

Material	Serviço	Valor da Perda				Nº de casos estudados
		Média (%)	Mediana (%)	Mínima (%)	Máxima (%)	
Concreto usinado	Estrutura	9	9	2	23	35
Aço	Estrutura	10	11	4	16	12
Blocos e tijolos	Alvenaria	17	13	3	48	37
Eletrodutos	Elétrica	15	15	13	18	3
Condutores	Elétrica	25	27	14	35	3
Tubos PVC	Hidráulica	20	15	8	56	7
Placas cerâmicas	Revestimento cerâmico	16	14	2	50	18
Gesso	Revestimento com gesso	45	30	-14	120	3

2.2.5 Indicadores de perdas de materiais para a construção de edifícios

Com base nas diversas obras estudadas do Projeto Finep/Senai e mais 50 obras estudadas no âmbito PCC/USP com mesma metodologia, Souza (2005) apresenta indicadores para servir de referência inicial para as avaliações das perdas de materiais nos canteiros de obras dos edifícios em geral.

2.2.5.1 Indicadores mensuradores

- **Indicadores de perda geral de materiais**

Para os indicadores de perda física global, Souza (2005) estimou, ao nível dos valores medianos determinados pelos estudos, a massa total de perdas e comparou-a com a massa teoricamente necessária para produção de um determinado edifício. Baseando-se ainda nas perdas físicas de um edifício hipotético, o autor supôs tais perdas, estimando as perdas financeiras decorrentes das perdas físicas e também deu valores para os materiais teoricamente necessários para a produção do edifício em questão. Comparando os dois valores, foi obtido o cálculo da perda financeira percentual decorrente da perda física.

- **Indicador de perda física de materiais** – para o mercado formal da construção de edifícios: aproximadamente 25%;
- **Indicador de perda financeira** – decorrente da perda física de materiais para o mercado formal de construção: aproximadamente 10% (custo de materiais perdidos em relação aos teoricamente necessários).

O autor destaca que do ponto de vista físico, as perdas de materiais são bastante elevadas, comprovando a necessidade de uma contínua intervenção na produção, a fim de melhores níveis de eficiência da utilização de materiais. As perdas foram calculadas tomando como referência perda nula.

- **Indicadores globais de perdas de materiais por serviço**

O referido autor reúne na tabela 12 as perdas de materiais para alguns serviços de construção. São apresentados os valores mínimos, medianos, e máximos, detectados no conjunto de obras compondo o banco de dados do autor.

Valor negativo de perda significa que se utilizou menos material que o teoricamente necessário.

Tabela 12 – Indicadores de perdas de materiais por serviço (SOUZA, 2005)

Material/Componente	Valor das perdas (%)		
	Mínima	Mediana	Máxima
Concreto usinado	1	9	33
Aço	0	10	16
Blocos e tijolos	0	10	48
Argamassa p/ revestimento interno de paredes	8	102	234
Argamassa p/ revestimento de fachada	-11	53	164
Argamassa p/ contra piso	8	42	288
Pasta de gesso	-14	30	120
Placas cerâmicas	1	13	50

- **Indicadores de perdas parciais de materiais**

Tabela 13 – Indicadores de perdas percentuais de materiais (SOUZA, 2005)

PERDAS GLOBAIS						
9,0						
Material	Recebimento	Transporte	Lajes	Vigas	Sobras	Outros
Concreto usinado (%)	1,5	1,0	3,0	1,5	1,0	1,0
10						
Material	Recebimento	Desbitolamento	Corte	Transporte excessivo		
Aço para estrutura de concreto armado (%)	0	0	8	2		
13						
Material	Recebimento	Estocagem	Transporte	Aplicação		
Blocos para alvenaria (%)	1	3	4	5		
42						
Material	Dosagem	Transporte	Sobrespessura	Entulho		
Argamassa para contra piso (%)	4	1	34	3		

No estudo de Souza (2005), as perdas percentuais de materiais foram listadas na tabela 13 para perdas globais distintas.

2.2.5.2 Indicadores explicadores

Souza (2005), para cada grupo de indicadores explicadores, toma como ilustração um exemplo de cada material específico, baseando-se em informações de um conjunto extenso de obras.

- **Indicador de natureza percentual**

Com base no estudo de várias obras de revestimento interno de paredes, foram obtidas as seguintes perdas de argamassa após seu processamento intermediário (de mistura):

- incorporação: 79%
- entulho: 21%

Esses indicadores são úteis para entender que ações visando minimizar perdas por incorporação podem ter efeitos significativos.

- **Indicadores quantitativos de perdas**

A tabela 14 demonstra a correlação entre indicadores explicadores quantitativos (no exemplo dado, a variação percentual da espessura de lajes de concreto) com as perdas globais de materiais.

Tabela 14 – Indicadores de variação percentual de espessura de lajes e perdas globais de concreto para 29 obras (SOUZA, 2005)

Varição percentual da espessura das lajes	Perda global de concreto mediana
≤ 5%	6%
> 5%	11%

No exemplo, nota-se que as obras onde se detectaram variações percentuais de espessura maiores (determinadas por meio da medição amostral das espessuras reais

das lajes e comparação dessas com as espessuras prescritas no projeto estrutural de formas) tiveram perda global de concreto também maior.

- **Indicadores indutores de perdas**

A tabela 15 ilustra a influência que alguns fatores podem exercer sobre a ocorrência de maiores ou menores perdas de certo material, a partir de um conjunto de resultados reais de obras estudadas na pesquisa Finep/Senai (1998 *apud* SOUZA, 2005).

Tabela 15 – Perdas globais de placas cerâmicas, em revestimentos de pisos e paredes, em relação aos seguintes fatores explicadores indutores: percentagem de placas cortadas e o tamanho das placas cerâmicas

Peças cortadas (PC)	Tamanho da placa (cm X cm)	Perdas globais – piso (%)	Perdas globais – parede (%)
PC ≤ 20%	≤ 20 X 20	5	8
	> 20 X 20	8	13
20% < PC ≤ 40%	≤ 20 X 20	18	14
	> 20 X 20	26	21
40% < PC ≤ 60%	≤ 20 X 20	18	13
	> 20 X 20	27	29

No exemplo apresentado, são propostos pelo autor dois fatores de indutores para explicar as perdas das placas cerâmicas utilizadas para revestir piso e parede:

- Quanto ao primeiro indutor, a porcentagem de placas cortadas durante a execução, imagina-se que quanto maior for a porcentagem, maior será a perda global, pois a operação de corte embute o risco de perda total ou parcial da placa;

- Quanto ao segundo indutor, o tamanho da placa, imagina-se que quanto maior for a placa, maior será a perda esperada, já que cada placa significa uma área maior de placas cerâmicas perdidas.

- **Indicadores caracterizadores**

A tabela 16 ilustra como diferentes procedimentos para a execução de um serviço podem influenciar o valor das perdas.

Tabela 16 – A variação das perdas de concreto em função do indicador caracterizador relativo ao equipamento auxiliar da operação de nivelamento das lajes sendo moldadas (SOUZA, 2005)

Caracterização da operação de nivelamento das lajes sendo moldadas	Mediana da perda global de concreto
Uso de nível laser ou nível alemão	7%
Utilização de mangueira de nível	10%

As perdas menores são registradas em concretagens executadas fazendo o uso de equipamentos mais precisos na operação de nivelamento superficial dos componentes. Portanto, um indicador caracterizador pode balizar a expectativa de perdas de uma determinada situação.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O desenvolvimento deste trabalho teve como princípio o acompanhamento de cinco obras pertencentes a três empresas diferentes, escolhidas de acordo com as etapas em que se encontravam. Foram observadas as etapas de recebimento, armazenamento, transporte dos materiais e execução de serviços como estrutura, alvenaria, revestimentos, instalações e acabamentos.

As etapas foram avaliadas seguindo recomendações da ABNT e procedimentos de manuais técnicos a fim de evidenciar as causas das perdas nos canteiros de obras.

3.1 Caracterização das empresas construtoras

A pesquisa foi realizada em cidades do interior do estado do Rio de Janeiro (Itaperuna e Campos). Devido à ausência de grandes empresas de construção na região, foram monitoradas pequenas empresas incorporadoras que construíam principalmente empreendimentos imobiliários residenciais.

Nenhuma das construtoras possuía certificado de programa de qualidade da ISO 9000¹, e somente uma empresa estava começando a implantar o sistema de qualidade PBQP-H² (Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade na Construção no Habitat).

¹ ISO 9000 é um conjunto de normas, procedimentos de garantia de qualidade preparados por peritos de mais de noventa países, membros do comitê técnico 176 da International Organization for Standardization (ISO). Os procedimentos servem como guia para elaboração, desenvolvimento e implementação de sistemas de qualidade nas empresas - NBR ISS 9001 (ABNT, 1994)

² PBQP-H tem como finalidade organizar o setor da construção civil através da melhoria da qualidade do habitat e a modernização produtiva. Os objetivos envolvem um conjunto amplo de ações, dentre eles temos: qualificação de construtoras e de projetistas, melhoria da qualidade de materiais, formação e requalificação de mão-de-obra, normalização técnica, capacitação de laboratórios, aprovação técnica de tecnologias inovadoras e comunicação e troca de informações (<http://www.cidades.gov.br/pbqp-h.htm>).

- **Da organização administrativa e dos operários**

As empresas possuíam características semelhantes de organização administrativa que em geral, eram compostas por: um diretor, um engenheiro, um técnico, um administrador e um contador. Devido ao número reduzido de pessoas trabalhando nos escritórios, principalmente da área técnica, as funções eram acumulativas. Por exemplo, o engenheiro responsável pelo orçamento também fazia a compra dos materiais e supervisionava as obras.

Também foi verificado que as empresas possuíam um quadro de operários fixos e registrados, porém eram trabalhadores que não detinham o conhecimento técnico, pois a aprendizagem era repassada simplesmente de operário para operário. As construtoras não ofereciam treinamento aos funcionários e não incentivavam a participação em palestras, cursos e treinamentos.

Algumas etapas das obras eram subempreitadas, como as instalações hidro-sanitárias, de gás, elétricas e de incêndio. Essas empresas contratadas, ditas “empresas especializadas”, na verdade eram empresas improvisadas, que não possuíam conhecimentos teóricos e treinamentos.

Para a realização dos projetos, as empresas contratavam escritórios especializados para a elaboração de projetos de arquitetura, estrutura e instalações, porém esses projetos não possuíam detalhes de execução como: coordenação modular entre estrutura e alvenaria, modulação de alvenaria, projeto detalhado de instalações e detalhes construtivos de execução.

3.2 Identificação das obras monitoradas

As cinco obras monitoradas localizavam-se no Estado do Rio de Janeiro, nas cidades de Campos dos Goytacazes e Itaperuna e se encontravam em diferentes etapas de execução. As construções observadas foram identificadas por letras (A, B, C, D e E) a fim de evitar constrangimento para as empresas construtoras.

3.2.1 Obra A

Edifício misto, residencial e comercial, localizado no município de Campos dos Goytacazes com 9.801,35 m² de área construída e 13 pavimentos, sendo lojas no térreo, garagens nos 2º e 3º pavimentos e nos demais apartamentos.

A obra foi monitorada na fase de estrutura durante o período de execução dos três primeiros pavimentos. Para a montagem das formas da estrutura foram utilizados madeirite plastificado e escoras de eucalipto, e para a concretagem da laje que era protendida, concreto usinado e bombeado.

A empresa responsável pela construção estava implantando o programa de qualidade PBQP-H.

3.2.2 Obra B

Edifício residencial localizado no município de Campos dos Goytacazes, com 1.704 m² de área construída e 6 pavimentos, sendo o térreo de garagem e os demais de apartamentos.

A obra foi monitorada nas seguintes fases: revestimento interno e externo, aplicação de pisos e revestimentos cerâmicos.

A alvenaria foi executada com blocos cerâmicos furados de 9x19x36 cm e para revestimento aplicou-se gesso sobre emboço sarrafeado, sendo que em alguns locais o gesso foi aplicado diretamente sobre a alvenaria. Nos banheiros e cozinhas foram utilizadas placas de gesso para o rebaixamento dos forros. A argamassa para o emboço era constituída de cimento, areia e cal e misturada em betoneira no próprio canteiro de obras.

3.2.3 Obra C

Edifício residencial localizado no município de Campos dos Goytacazes, com 5.487 m² de área construída e 13 pavimentos, sendo os três primeiros pavimentos de garagens.

A obra foi observada na fase de estrutura dos três últimos pavimentos e na fase de execução da alvenaria e dos revestimentos internos, nos primeiros três pavimentos.

As formas para a execução da estrutura eram montadas com madeirite plastificado, escoras de eucalipto e de ferro e para a concretagem da laje concreto usinado e bombeado.

A alvenaria dos apartamentos foi executada em blocos cerâmicos furados de 9x19x19 cm e 9x19x29 cm e blocos de concreto de 10x20x40 cm na caixa da escada e elevadores. No revestimento interno foi aplicado gesso sobre o tijolo e para o forro dos banheiros e cozinha utilizaram-se placas de gesso. As argamassas de revestimento eram constituídas de cimento, areia e cal e misturadas em betoneira no próprio canteiro de obras.

3.2.4 Obra D

Edifício misto, residencial e comercial localizado no município de Itaperuna, com 8.329,66 m² de área construída e 16 pavimentos, sendo o térreo de lojas comerciais, os primeiros cinco pavimentos de garagens, e os demais de apartamentos.

A obra foi monitorada nas fases de estrutura dos cinco primeiros pavimentos e na fase de execução da alvenaria nos dois primeiros pavimentos.

Para montagem das formas da estrutura foram utilizadas tábuas de pinos, e escoras de eucalipto e na concretagem das lajes, concreto usinado e bombeado. A alvenaria foi executada em blocos cerâmicos furados de 9x19x29 cm e revestimentos de argamassa composta por cimento, cal e areia misturada em betoneira no próprio canteiro de obras.

3.2.5 Obra E

Conjunto residencial localizado no município de Campos dos Goytacazes, sendo quatro blocos com 3 pavimentos e 2400 m² de área construída.

Nesta obra, as construções dos prédios estavam em fases distintas, foram observados três blocos na fase de revestimento e instalações e um bloco na fase de acabamentos (execução de cerâmica, forros de gesso e pintura).

O sistema de construção das edificações foi composto por: primeiro e segundo pavimento em alvenaria estrutural (blocos de concreto) e o terceiro pavimento em alvenaria de tijolos cerâmicos furados. A alvenaria foi revestida com argamassa composta por cimento, cal e areia misturada em betoneira no próprio local da obra. No rebaixamento dos banheiros e cozinha foram utilizadas placas de gesso.

3.3 Técnicas de observação e análise

A metodologia adotada nesta pesquisa envolveu a utilização das seguintes técnicas: aplicação de questionário padrão, entrevistas informais, medições e registros fotográficos.

3.3.1 Aplicação de questionário padrão

Foi aplicado um questionário padronizado, apresentado no apêndice A, que serviu de diretriz para identificar as causas das perdas investigadas. A elaboração do questionário foi baseada nos procedimentos e técnicas recomendadas pela ABNT e manuais técnicos da construção civil. Os resultados obtidos no questionário foram apresentados intrinsecamente na discussão dos fatores que influenciaram a geração de perdas.

3.3.2 Entrevistas informais

Além das questões respondidas no questionário adotado, foram feitas entrevistas informais com os engenheiros, mestres de obras e operários dos almoxarifados, complementando as informações obtidas, buscando conhecer os procedimentos intrínsecos de cada obra.

3.3.3 Medições

Como os projetos das obras não apresentavam detalhes construtivos, foram feitas as seguintes medidas, com o objetivo de comparar os valores obtidos com padrões exigidos pelas normas da ABNT:

- das dimensões dos pilares, das vigas e lajes, dos blocos cerâmicos e de cimento;
- das espessuras das alvenarias e aduelas;
- das larguras das juntas horizontais e verticais de assentamento,
- das espessuras dos revestimentos internos e externos;
- da altura dos contra-pisos.

3.3.4 Registros fotográficos

Foi utilizada máquina fotográfica digital Sony, modelo Dsc-w5 (5,1 mega *pixels*) para registrar as diversas etapas do processo construtivo das obras monitoradas, para facilitar a análise dos resultados e comprovar as perdas identificadas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Devido à quantidade de fatores que influenciam na geração de perdas do processo construtivo, bem como na complexidade de distingui-los, adotou-se apresentar alguns parâmetros e procedimentos neste capítulo, que estão de acordo com normas vigentes e manuais técnicos. Portanto, para cada etapa analisada, serão apresentados os procedimentos recomendados, acompanhados dos respectivos resultados, oriundos das observações feitas nas obras pesquisadas, para maior clareza na identificação das perdas.

4.1 Implantação dos canteiros de obras

4.1.1 Dos procedimentos normatizados

Conforme a norma reguladora 18 da Secretaria de Segurança e Saúde no Trabalho – NR 18 (1995), os canteiros de obras devem apresentar aspecto visual de organização e limpeza para reduzir os riscos de acidente de trabalho e tornar o ambiente mais eficiente da forma empresarial e operacional. A norma estabelece diretrizes de ordem administrativa, de planejamento e de organização visando à segurança nos processos construtivos, assim como, diretrizes que contribuem para a redução das possibilidades de ocorrência de perdas de materiais nos canteiros de obras durante a estocagem.

De acordo com essa norma, o armazenamento dos materiais deve seguir a seqüência de construção para diminuir ao máximo o possível manuseio, não devendo prejudicar o trânsito de pessoas e de trabalhadores, a circulação de materiais e o acesso aos equipamentos de combate a incêndio.

Para o recebimento e controle dos materiais a construtora deve estabelecer procedimentos padrões de forma a assegurar que os produtos entregues atendam aos requisitos especificados.

A estocagem também deve ser feita de modo a proporcionar a retirada dos materiais na seqüência de utilização planejada, sem prejudicar a estabilidade das pilhas.

4.1.2 Das observações feitas nas obras visitadas

Foi constatado em todas as cinco obras, que a produtividade da construção não ocorria com qualidade e segurança, devido à falta de um projeto de implantação de canteiros de obras que contemplasse estudos dos fluxos dos transportes e locais pré-definidos para o descarregamento, para a estocagem dos materiais e para a produção de serviços.

A falta do projeto e a improvisação fizeram com que os canteiros possuíssem um aspecto desorganizado e sujo, pois as baias de estocagem não eram individualizadas, não existiam locais pré-definidos para o armazenamento das sobras. As áreas para descarregamento atrapalhavam o transporte, e os acessos de carrinhos ou jericas não possuíam rampas, transbordando e perdendo o material durante o trajeto (Figura 1 e Figura 2).



Figura 1 – Canteiro da obra C

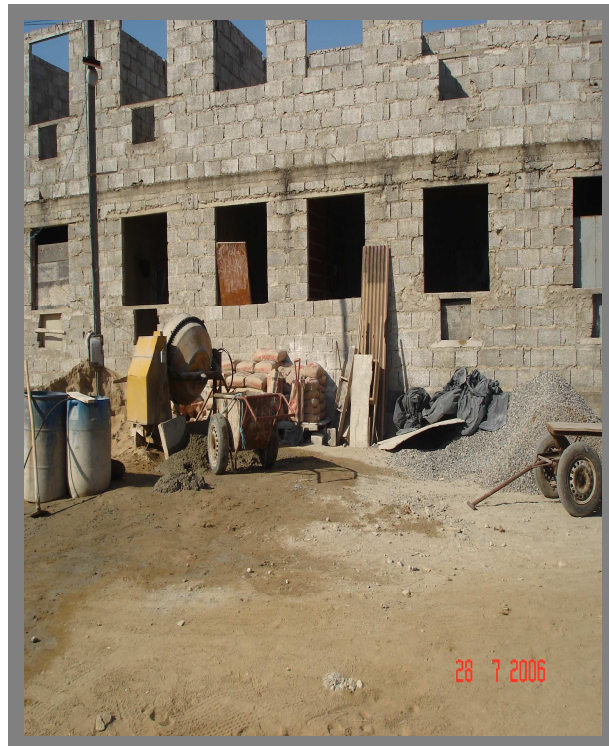


Figura 2 – Canteiro da obra E

A falta de critérios na disposição dos materiais também atrapalhava a circulação na obra, ocasionando espalhamento dos materiais devido ao trânsito de pessoas sobre os mesmos.

Os canteiros de obras também não eram eficientes devido à troca freqüente do posicionamento dos materiais que ocorria de forma aleatória, mediante a falta de planejamento do espaço físico, causando perda de mão-de-obra.

4.1.3 Das perdas identificadas

As figuras 1 e 2 ilustram as perdas físicas de duas das obras visitadas, inerentes aos problemas por falta de planejamento e implantação dos canteiros de obras, tais como:

- os materiais não eram armazenados adequadamente;

- as sobras não eram reaproveitadas;
- perdas de mão-de-obra por causa da troca freqüente de posicionamento da estocagem.

Ainda ocorreram perdas segundo a sua forma de incidência, pelas más condições de acesso dos equipamentos do transporte e perdas financeiras decorrentes das perdas físicas.

4.2 Almojarifado

4.2.1 Das observações feitas nas obras visitadas

Em entrevistas realizadas com os responsáveis pelos almojarifados das cinco obras, foi constatado que estes não recebiam nenhum tipo de orientação e treinamento quanto aos procedimentos corretos de receber e conferir os materiais; neste caso a quantidade e a qualidade nunca eram averiguadas. Esse assunto será mais detalhado nos próximos itens, quando serão abordados os materiais.

O escritório por sua vez, não expedia um romaneio de pedidos, isto é, uma listagem de serviços contendo especificações, quantidade e peso de mercadorias para que os almojarifes pudessem saber exatamente o que foi pedido. A verificação dos materiais recebidos na obra era feita somente pelas notas fiscais. Neste caso, os operários nunca sabiam se o que estava sendo entregue era realmente o especificado e a quantidade pedida.

4.2.2 Das perdas identificadas

A falta de inspeção no recebimento gerava perdas físicas de materiais e perdas financeiras decorrentes das mesmas, pois a quantidade de material entregue era sempre diferente que a quantidade especificada.

4.3 Execução de formas

4.3.1 Dos procedimentos do recebimento e armazenamento das chapas de madeira

Segundo a norma NBR 9532 (ABNT, 1986), as chapas recebidas nos canteiros de obras não devem apresentar defeitos sistemáticos, tais como: desvios dimensionais além dos tolerados, número de lâminas com espessuras inadequadas, desvios no esquadro ou defeitos nas superfícies, e baixa resistência à ação da água.

Segundo a NBR 9532 (ABNT, 1986), as dimensões padrão das chapas são de 1,10 x 2,20 m para chapas resinadas, 4,22 x 5,44 m para chapas plastificadas, apresentando espessuras de 6 mm, 9 mm, 12 mm, 18 mm, ou 21 mm.

Quanto ao armazenamento, a norma estabelece que as chapas de madeira devam ser estocadas em locais secos com cobertura, para evitar a ação das águas. O ambiente deverá ser bem ventilado e nivelado. Quando o armazenamento for feito em lajes, se faz necessária a verificação de sua capacidade de resistência para evitar sobrecarga na estrutura, sendo que a pilha de chapas não deverá exceder a 40 cm de altura.

Para melhor conservação das chapas, essas devem ser empilhadas na posição horizontal sobre três pontaletes de madeira, posicionadas no centro da chapa e a 10 cm de cada uma das bordas, evitando assim o contato com o piso.

As chapas de madeiras para as formas devem ser inspecionadas no momento de entrega da obra. Os lotes para conferência não devem ultrapassar ao limite de 500 chapas de um mesmo tipo, sendo que serão retiradas treze amostras por lote para análise segundo a tabela 17.

Tabela 17 – Verificações e limites de tolerância para chapas de compensado - NBR 9532 (ABNT, 1986)

Característica	Tolerância	Equipamento ou meio de verificação
Comprimento	± 2 mm	Trena metálica com precisão de 1 mm, tomando-se a medida no meio da chapa
Largura	± 2 mm	Trena metálica com precisão de 1 mm, tomando-se a medida no meio da chapa
Espessura	± 1 mm	Paquímetro com precisão de 0,1 mm, tomando-se a medida num ponto sem defeitos visuais, pelo menos 30 mm da borda da chapa.
Esquadro * Chapa (1,22x2,44) Diagonal= 272,8mm * Chapa (1,10x2,20) Diagonal= 246 mm	± 5 mm	Trena metálica com precisão de 1 mm, tomando-se a medida no meio da chapa
Número de Lâminas* Chapas de 6 mm Chapas de 9 ou 12 mm Chapas de 18 mm Chapas de 21 mm	Nº mínimo de lâminas: 3 Nº mínimo de lâminas: 5 Nº mínimo de lâminas: 7 Nº mínimo de lâminas: 9	Contagem visual pela borda da chapa
Presença de emendas	Resinado: até 2 emendas (face e contra face) Plastificado: máximo de 1 emenda por chapa	Verificação visual
Aspecto superficial	Resinado: faces firmes, sem falhas que prejudiquem o seu uso Plastificado: filme contínuo, liso e sem falhas ou incrustações	Verificação visual
Aspecto das bordas	Devem estar seladas, sem apresentar descolamento das lâminas	Verificação visual
Resistência à água	Não devem apresentar descolamento das lâminas após imersão ou fervura em água	Tomar uma chapa de amostra e retirar 10 corpos de prova de 10 x 10 cm. Imergi-los em água limpa por 12 horas, deixar secando ao sol por 12 horas, ou através de fervura dos corpos d'água em água limpa por 10 minutos.

4.3.2 Das observações do recebimento e armazenamento das chapas de madeira

As obras A, C e D que foram observadas na fase de montagem e execução de formas, evidenciaram o despreparo das construtoras para o recebimento e conferência dos materiais. Durante a entrega, as chapas de madeira não eram inspecionadas quanto aos requisitos básicos como largura, comprimento, espessura e esquadros. Por esse motivo muitas das chapas apresentavam defeitos sistemáticos que prejudicavam a planicidade, o esquadro e o nivelamento da estrutura.

As chapas de madeira eram armazenadas em locais abertos e sujeitas a ação da água das chuvas, o que ocasionava perdas de algumas chapas, devido aos empenos e apodrecimentos da madeira.

Como podem ser observadas na figura a seguir, as chapas também não eram apoiadas em pontaletes de madeira com o objetivo de proteção contra a umidade do solo.



Figura 3 – Armazenamento de chapas de madeira ao ar livre da obra B

4.3.3 Das perdas do recebimento e armazenamento das chapas de madeira

O recebimento e o armazenamento inadequados das chapas de madeira geraram perdas segundo ao recurso consumido (perdas físicas de materiais e perdas financeiras decorrentes), devido ao fato das chapas não receberem o armazenamento apropriado e perdas segundo a sua origem, ocasionadas pela falta de inspeção na conferência do material, no momento da entrega.

4.3.4 Dos procedimentos da execução das formas

A principal função de um sistema de formas é condicionar a geometria da estrutura de modo a não prejudicar etapas subseqüentes da construção, como alvenaria, revestimentos, e outras. O sistema deve oferecer características como resistência, durabilidade e funcionar como um equipamento, oferecendo praticidade, funcionalidade, custo operacional e pouca manutenção.

A norma NR 18 serve de referência para a montagem de uma carpintaria adequada, que contenha as características necessárias para um desempenho satisfatório.

4.3.5 Das observações da execução das formas

Na montagem das formas das obras A, C e D, observou-se muito desperdício de madeira devido às sobras que não eram reutilizadas decorrentes da falta de um projeto de otimização das chapas que compatibilizasse as dimensões da estrutura com as dimensões das chapas.

Verificou-se também que a falta de cuidado e a utilização de ferramentas inadequadas na desforma causava desperdício, pois inviabilizava a reutilização do material nos demais pavimentos, como são mostradas nas figuras 4 e 5.



Figura 4 – Rejeitos de madeira após montagem de formas da obra C



Figura 5 – Rejeitos de madeira após montagem de formas da obra D

4.3.6 Das perdas da execução das formas

Da montagem de formas, foram identificados diversos tipos de perdas, tais como:

- perdas físicas de materiais e decorrentes perdas financeiras, devido à sobra excessiva de material;
- perdas segundo sua natureza, geradas pelos rejeitos de chapas encontrados na obra;
- perdas segundo a sua causa, que foram relacionadas com a falta de um projeto de otimização das chapas (fase de planejamento);
- perdas segundo a sua origem, pelo uso inadequado de equipamentos para a desforma.

4.3.7 Estimativa de perdas provenientes do aumento da seção dos pilares

Nas obras analisadas, constatou-se também a má utilização do sistema de formas, que era montado de maneira a aumentar a seção das estruturas, em geral de 0,5 a 1 cm; quer seja pelos desaprumos das chapas ou pelo despreparo da mão-de-obra.

Esse aumento de seção que em um primeiro momento era insignificante, gerou uma grande perda quando contabilizado em toda a estrutura do prédio. Gastou-se mais volume de concreto desnecessariamente, visto que as dimensões previstas no projeto atenderiam às necessidades estruturais.

Tomando como base os pilares que compõem um apartamento da obra D, apresentados na tabela 18, foi feita a estimativa de perda, devido ao erro de dimensionamento de formas.

Tabela 18 – Comparação de consumo de concreto devido a erros dimensionais de forma.

COMPARAÇÃO DE UM APARTAMENTO DA OBRA D			
Pilares	Medidas (cm)		Quantidade de material excedente (cm ²)
	Projeto	Verificadas no local	
P1	60x25	60,5x25	12,50
P2	25x60	25x60,5	12,50
P3	25x60	25x60,5	12,50
P7	60x25	60,5x25,5	12,50
P8	35x70	35x71	35,0
P11	35x60	35x60,5	17,50
P12	30x60	30,5x61,5	75,75
P15	35x60	36x61	96
P16	35x60	35,5x60,5	47,75
P18	35x60	35.5x61	65,50
Total			387,50

Considerando o pé direito estrutural de 280 cm, obteve-se o valor de 108,50 cm³ para volume excedente em cada apartamento. Assim o gasto excedente em todo o prédio foi de 6.944,0 cm³, uma vez que o prédio é constituído de 64 apartamentos.

A previsão teórica de concreto necessário para a execução dos pilares seria de 334.208,00 cm³; com o aumento das dimensões das formas a quantidade de material gasto foi de 341.152,00 cm³.

Desta forma, utilizando-se a equação de perda física (equação 2) abordada no capítulo 2 e aqui apresentada para facilitar o estudo, obteve-se:

$$\text{Perda física} = \frac{\text{quantidade de material necessário} - \text{quantidade de material gasto}}{\text{quantidade de material necessário}} \times 100 \%$$

$$Perda \text{ física} = \frac{341.152,00 - 334.208,00}{341.152,00} \times 100 = 2,035 \%$$

Neste caso o desperdício gerado devido ao erro de dimensões na execução das formas foi de 2,035 %.

Conforme orçamento de concreto da obra D, o custo total de concreto para todos os pilares do prédio foi de R\$ 180.000,00. Nesse caso, uma perda de 2,66 % representou um custo adicional de R\$ 3.663,00.

4.3.8 Estimativa de perdas decorrentes do aumento da espessura das lajes

Com relação às lajes verificadas, observou-se grande perda, pois foram moldadas *in loco*, ocorrendo aumento das espessuras, representando um volume excedente do concreto previsto.

Tomando como base a espessura das lajes que compõem um pavimento de uma das obras analisadas (obra D), foi feita a seguinte estimativa de perda, devido a erro de dimensionamento de formas:

- Espessura da laje no projeto: 0,10 m
- Espessura de laje existente na obra: 0,11 m
- Quantidade de volume previsto por pavimento: 51,05 m³
- Quantidade de volume necessário por pavimento: 56,15 m³

Considerando que o prédio possuía 16 pavimentos, foi obtido 81,60 m³ de volume excedente em todo o prédio para a execução das lajes.

Assim se aplicando a equação de perda física, obtém-se:

$$Perda \text{ física} = \frac{\text{quantidade de material necessário} - \text{quantidade de material gasto}}{\text{quantidade de material necessário}} \times 100 \%$$

$$Perda \text{ física} = \frac{816,80 - 898,40}{816,80} \times 100 = 9,99 \%$$

Neste caso o desperdício gerado devido ao erro de dimensões na execução das formas foi de 9,99 % em cada pavimento.

Conforme orçamento de concreto da obra D, o custo total de concreto para todas as lajes do prédio foi de R\$ 260.000,00. Nesse caso uma perda de 9,99 % representou um custo adicional de R\$ 25.974,00.

4.4 Execução da armadura

4.4.1 Dos procedimentos de recebimento e armazenamento das barras de aço

As barras e fios de aço devem seguir a NBR 7480 (ABNT, 1996) atender as condições de resistência à tração, ao dobramento, e aderência ao concreto, de acordo com sua categoria e classe. Para a verificação da qualidade do aço, recomenda-se a realização de ensaios em laboratórios especializados.

Segundo a norma, para averiguação da quantidade de aço recebida no canteiro de obras, é necessário pesar o caminhão em balança neutra, antes e depois da recarga. A massa total de aço entregue é obtida pela diferença entre a massa do caminhão agregado e a massa do caminhão vazio.

As barras e fios de aço devem ser armazenados em baias separadas por diâmetro, e em ambientes protegidos das intempéries, coberto e sem contato direto com o solo.

4.4.2 Das observações de recebimento e armazenamento das barras de aço

Em todas as obras analisadas foi verificado que não existia a conferência na entrega do aço, devido à dificuldade da compra ser feita em massa, enquanto que as barras eram entregues e utilizadas em medidas lineares.

Nas obras A e C o aço era armazenado sem critérios e sem organização, ficando exposto a intempéries e sem proteção quanto à umidade do solo, o que causava

deterioração do material e perda de tempo, à medida que as barras necessitavam de limpeza antes de sua utilização.

4.4.3 Das perdas de recebimento e armazenamento das barras de aço

O recebimento e o armazenamento inadequados das barras de aço provocaram perdas segundo ao recurso consumido (perdas físicas de materiais, perdas físicas de mão-de-obra e perdas financeiras decorrentes).

4.4.4 Dos procedimentos da execução das armaduras

Segundo a NBR 6118 (ABNT, 1980), a potencialidade de otimização no corte pode ser averiguada através do dimensionamento do comprimento da armadura longitudinal de um pilar genérico. O comprimento total da armadura longitudinal será dado pelo somatório da altura do pavimento com o comprimento de ancoragem.

4.4.5 Das observações da execução da armadura

As obras A, C, e D, que foram observadas na fase de execução de armadura, não possuíam um plano de corte que planejasse primeiramente os cortes das peças maiores para em seguida efetuar os cortes das peças menores com as sobras das barras. A falta de planejamento gerou grande perda de material.

Na execução das armaduras das obras citadas anteriormente, foi observado que existiam parcelas de material que ficavam incorporadas à estrutura, como: comprimento de transpasse maior do que o previsto, diminuição entre espaçamentos das barras e substituição pelos armadores de bitolas menores pelas maiores.

Ainda, as sobras de aço não eram reutilizadas para pequenos serviços dentro da obra como execução de vergas e contra-vergas (figura 6).



Figura 6 – Rejeitos de barras de aço, devido aos cortes sem planejamento (obra C)

4.4.6 Das perdas da execução

A execução das armaduras gerou as seguintes perdas:

- segundo ao recurso consumido (perdas físicas de materiais e perdas financeiras decorrentes), devido às sobras excessivas de material;
- segundo sua natureza, geradas pelos rejeitos encontrados na obra (figura 6);
- segundo à sua origem, que está relacionada com a falta de um projeto de otimização das barras (fase de planejamento).

Vale ressaltar que para a redução das perdas referentes às sobras do aço, é importante que os projetistas estruturais se preocupem com a otimização do corte das barras, através do estabelecimento de um plano de corte.

4.5 Argamassas e concretos

4.5.1 Dos procedimentos de recebimento e armazenamento

Cimento e cal

Segundo a NBR 12655 (ABNT, 1996), os sacos de cimentos deverão ser inspecionados no recebimento segundo os seguintes itens:

- conferência da marca, nome do fabricante, tipo e classe do cimento;
- existência de sacos rasgados, furados, molhados ou manchados por produtos estranhos;
- verificação se há cimentos empedrados;
- pesagem em amostras, conforme os lotes.

Ainda segundo esta norma, o cimento deve ser armazenado em pilhas de no máximo 15 sacos, durante um período não superior a 15 dias, ou na altura de no máximo 10 sacos, quando for utilizado em um período superior ao mencionado. A preocupação em limitar a altura da pilha é devido à pressão exercida entre os sacos localizados na porção inferior da mesma, induzindo à hidratação do cimento.

A mesma norma estabelece que os sacos devam estar apoiados sobre estrado de madeira, a fim de se evitar que os mesmos entrem em contato direto com o piso, onde a umidade ascendente pode iniciar o processo de hidratação do cimento. O afastamento das paredes laterais do ambiente também é aconselhável.

É recomendado que o estoque seja feito de maneira a garantir que os sacos mais velhos sejam utilizados primeiro que os sacos recém chegados, evitando que os sacos antigos fiquem esquecidos por baixo da armazenagem.

A cal hidratada sofre as mesmas recomendações quanto à umidade, sendo que as pilhas desse material sejam de no máximo 20 sacos no prazo máximo de seis meses.

Areia e brita

Segundo a NBR 7200 (ABNT, 1982) para o recebimento correto dos agregados é necessária a verificação dos seguintes aspectos: conferência de volume, aspecto visual, ensaios físicos e classificação granulométrica.

Quanto à verificação do volume, essa deverá ser feita através da cubagem do material com trena metálica de acordo com a equação:

$$V = C \times L \times H \quad (5)$$

onde:

C = comprimento interno da carroceria em metros;

L = largura interna da carroceria em metros;

H = média de diversas alturas da carga em metros. (as alturas serão verificadas segundo inserção de ferro na carga).

O aspecto visual engloba a análise do material quanto ao seu aspecto geral que inclui a granulometria, cor, cheiro e existência de impurezas. As areias devem atender às especificações da norma NBR 7200 (ABNT, 1982), não devendo conter impurezas, matérias orgânicas, torrões de argila ou minerais que desagregam facilmente com o simples manuseio. A matéria orgânica em excesso é evidenciada no forte cheiro e na cor escura da areia.

Se houver dúvida quanto à qualidade da areia é necessário realizar ensaios de impureza, ensaio de determinação de teor de argila - NBR 7218 (ABNT, 1987) e o de impurezas orgânicas - NBR 7220 (ABNT, 1987).

Quanto às britas, essas devem ser limpas, inertes e isentas de materiais orgânicos. A forma adequada para utilização na construção civil é de grãos esféricos.

Quanto ao armazenamento, o local deverá ser limpo e localizado o mais próximo possível da central de produção. A NBR 7200 (ABNT, 1998) estabelece critérios para o armazenamento dos agregados em compartimentos separados, de acordo com a natureza e classificação granulométrica. Esses compartimentos deverão conter fundo inclinado, três contenções laterais e possibilidade de drenagem, para que não ocorra a

mistura dos materiais com o solo, que impossibilita a utilização dos mesmos e interfere no desempenho das argamassas e concretos produzidos.

O ideal é que a área de estocagem dos agregados fique próxima e de fácil acesso para o basculamento do caminhão e a altura máxima do estoque de 1,5 metros.

Em época de chuvas torrenciais é recomendada a cobertura do material com lonas plásticas, a fim de impedir o carreamento e a umidade excessiva da areia.

4.5.2 Das observações de recebimento e armazenamento

Cimento e cal

O cimento e a cal foram armazenados da seguinte forma:

- obras A, B e C, em almoxarifados “de ensacados”, isto é compartimento fechado somente para os produtos ensacados;
- obra D, o estoque localizava-se na laje do térreo;
- obra E, o armazenado ocorreu ao ar livre sem proteção contra ventos e chuvas (figura 7).



Figura 7 – Estocagem dos sacos de cimento ao ar livre na obra E
Como já foi citado anteriormente, os sacos de cimento e cal das obras A, B, C e

D, se encontravam em locais cobertos, porém os cimentos eram armazenados junto às paredes laterais, o que não é aconselhável, pois geraram perdas devido à umidade que era passada para o material.

Outro ponto observado foi que nas obras A e D, os sacos eram apoiados conforme a norma, em estrados de madeira (pontaletes e tábuas ou chapas de compensado), porém nas demais as pilhas eram depositadas em folhas de madeirite com pouca espessura, neste caso o contato era praticamente direto com o solo, por isso os sacos empedravam com facilidade.

Areia e brita

Em todas as obras monitoradas, o recebimento dos agregados não era realizado de forma correta: era inexistente a conferência do volume de areia e britas entregue através de cubagem dos caminhões, os operários aceitavam os valores de metragem contidos na nota fiscal sem nenhum questionamento.

A granulometria, a cor, o cheiro e a existência de impurezas dos agregados não eram avaliados nem pelos operários e nem pelos engenheiros, gerando muitas vezes usos indevidos de material em tipos diferentes de serviços.

Todas as obras também apresentaram armazenamento em locais inadequados. Os agregados eram depositados sem critérios e os locais de deposição não possuíam contenção lateral, contenção de fundos e drenagem, possibilitando o carreamento de material devido à ação das chuvas (figura 8).



Figura 8 – Areia estocada ao ar livre - obra E

4.5.3 Das perdas de recebimento e armazenamento do cimento, cal, areia e brita

O recebimento e armazenamento inadequados do cimento causaram as seguintes perdas:

- segundo ao recurso consumido (perdas físicas de materiais e perdas financeiras decorrentes), devido à impossibilidade de uso de alguns sacos de cimento e cal;
- segundo a sua forma de incidência, provocadas por cimentos empedrados provenientes da umidade (estocagem).

O recebimento e armazenamento inadequados dos agregados produziram também as seguintes perdas:

- segundo ao recurso consumido (perdas físicas de materiais e perdas financeiras decorrentes);
- segundo o momento de incidência, geradas pela falta de conferência no recebimento do material.

4.5.4 Dos procedimentos da produção de concreto

A minimização das perdas na produção de concreto começa na correta especificação dos traços, que deve ser analisada segundo os termos de propriedades do concreto endurecido e das facilidades relativas ao concreto fresco.

O lançamento deve diminuir os riscos de alterações na uniformidade do concreto fresco, assim como choques fortes que alterem as dimensões definidas pelas formas. Durante o processo de concretagem, é necessário tomar cuidado para que as formas não sofram alteração após o processo de vibração do concreto. Muitas vezes, as formas podem abrir nos vértices, o que gera desperdício de concreto e alteração na geometria da estrutura. O adensamento deve ser suficiente apenas para eliminar os vazios do concreto fresco.

Para garantir a planicidade através do sarrafeamento, normalmente executado a partir de uma referência de nível para a superfície final das lajes, deverão ser usadas taliscas e mestras de diversos materiais previamente dispostos nas formas, ou pela constituição de referenciais.

A concretagem deve ser planejada por meio de monitoramento das fases de execução e de prévio planejamento através de plantas de: pavimento indicando os painéis de concretagem e o sentido das mesmas, plantas indicando os níveis e posicionamento das taliscas, planta com posição das caixas de passagem e furos das lajes.

As lajes devem ser concretadas mediante a colocação de gabaritos metálicos ou de madeira para rebaixo de lajes e para locação de furos para as instalações, a fim de se evitar futuros cortes na laje para passagem de tubulações. Também é necessária, antes da concretagem das lajes, a conferência pelo engenheiro de todas as aberturas para as instalações.

E por fim, para se ter uma racionalização bem feita do sistema de execução de estruturas, é aconselhável o monitoramento das perdas realizando os cálculos do volume teórico de concreto, com base no projeto de estrutura. O volume de concreto

obtido pela cubagem deverá ser comparado com os volumes entregues e com os caminhões betoneiras relacionados na nota fiscal; a diferença entre o concreto utilizado e o volume teórico revela as perdas.

As sobras de concreto devem ser incluídas no orçamento, levando em consideração o volume do caminhão betoneira e a quantidade de concreto necessária para cada etapa da obra.

A concretagem bombeada apresenta um alto índice de perdas resultante das sobras de concreto na tubulação. Sendo assim, é conveniente que seja feito o planejamento para definir e preparar com antecedência, locais adequados para o uso das sobras de concreto. O volume de concreto que sobra na bola ou “biriba” pode ser reutilizado em calçadas, sapatas, contra-pisos, vergas, etc.

4.5.5 Das observações da produção de concreto

A principal causa das perdas em todas as obras analisadas foi a grande quantidade de sobra de concreto durante a concretagem dos elementos estruturais. O excesso de pedido de material e o não reaproveitamento das sobras do concreto em outros elementos estruturais como vergas, contra-vergas ou contra-pisos, provocaram gastos adicionais e rejeitos de materiais.

As construtoras também não realizaram a conferência quantitativa do volume de concreto entregue na obra através da cubagem de formas e não fizeram relatórios de controle de execução dos serviços de concretagem. A falta de monitoramento dos profissionais envolvidos, através de documentos de verificação e controle na execução dos serviços como concretagem e lançamentos, foi uma prática decisiva no fator das perdas.

4.5.6 Dos procedimentos de produção de argamassas

A produção de argamassa é a mistura ordenada dos materiais, nas proporções estabelecidas, por um determinado período de tempo. Conforme a NBR 13530 (ABNT,

1995), as formas de produção das argamassas são: argamassa preparada em obra (medição em massa ou volume), a industrializada, a dosada em central (medição mecanizada) e a mistura semi-pronta.

As dosagens feitas em massa têm uma menor probabilidade de perdas, devido à suposta maior precisão na dosagem, porém a dosagem em volume é imprecisa e incerta, pois pode se encher um litro de cimento com 0,8 kg ou 1,8 kg, conforme o grau de compactação.

Para as obras de médio porte pode-se usar um método prático que é o traço dos agregados em volume e do cimento e água em peso. Porém, em qualquer que seja o traço utilizado, é imprescindível o acompanhamento do engenheiro na determinação e execução das argamassas.

Para o melhor controle da produção das argamassas, algumas medidas podem ser tomadas:

- exposição dos traços nas obras em quadros didáticos (utilização de desenhos e cores, por exemplo);
- confecção de caixas (padiolas) para agregados e aglomerantes em cores diferentes, de acordo com as especificadas no quadro de traços, priorizando o uso de recipientes de volume conhecido para se fazer a dosagem, em lugar de uso de medidas imprecisas, tais como um certo número de “pás” de determinado material.

É recomendável que a central de produção de argamassa seja localizada nas proximidades do estoque de areia e do equipamento de transporte vertical, de preferência coberta, para viabilizar o trabalho em dias chuvosos, além da previsão de um tablado para o estoque de sacos de aglomerantes necessários para um dia de serviço. Quanto maior a distância entre o equipamento de transporte vertical e o local de produção, e quanto piores as condições de base do projeto, maior a probabilidade de incidência de perdas das argamassas e concreto produzidos.

Outras ações podem ser implementadas para se alcançar um nível de desempenho melhor na produção das argamassas: um controle mais rígido da liberação dos sacos de cimento do estoque, induzindo assim, um melhor cuidado no

uso do material e treinamento prévio dos operários envolvidos (mestre, almoxarife e encarregados).

Para o transporte horizontal da argamassa, realizado em jericas, as condições de base de trajeto devem apresentar condições de regularidade com rampas de boa inclinação, isentas de saliências ou depressões.

4.5.7 Das observações de produção de argamassas

A respeito de produção de argamassas verificou-se que:

- nas obras A,C, e E, não existiam quadros afixados no barracão com os traços das argamassas, sendo assim, esses foram feitos empiricamente pelos operários;
- nas obras B e D, os traços especificados pelos engenheiros não foram cumpridos, pois era comum os operários adicionarem mais água para dar trabalhabilidade às argamassas, indicando que existia falta de preparo e de treinamento da mão-de-obra que executava os traços;
- nas obras B, C e E, foram utilizados equipamentos inadequados para a dosagem como baldes de pedreiro e latas de tintas, etc.
- o transporte de areia para a confecção das argamassas, da obra D, foi feito adequadamente, através de padiolas (figura 9);
- nas obras B, C, D e E, os transportes de argamassa foram realizados em carrinhos de mão e em caminhos instáveis, facilitando o derramamento de material, como ilustra a figura 10.



Figura 9 – Utilização de padiolas para transporte de areia na obra D



Figura 10 – Transporte de argamassa no carrinho de mão em locais desnivelados (obra C)

Também foi observado que a produção de argamassas foi maior do que a necessária para a execução de serviços, causando geração de entulhos devido à produção em excesso (figura 11).

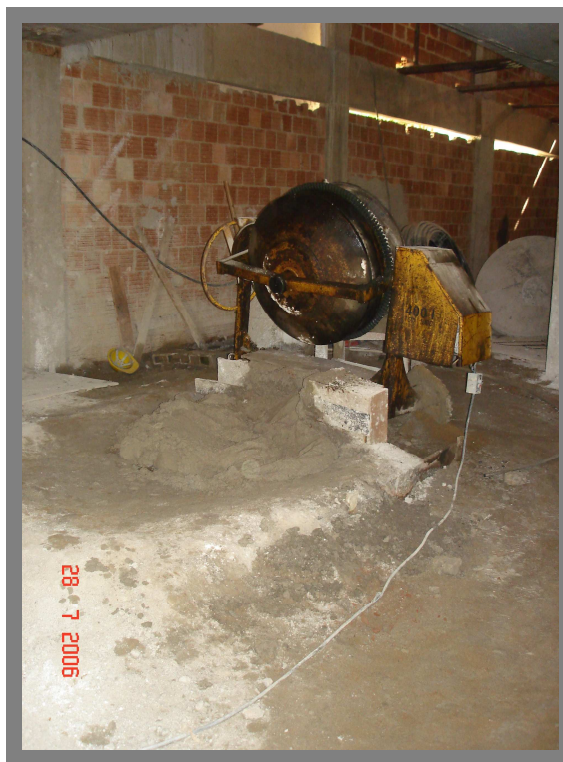


Figura 11 – Rejeitos de argamassa endurecida da obra C

4.5.8 Das perdas da produção de concreto e argamassas

A produção de argamassa e concreto provocou perdas segundo ao recurso consumido (perdas físicas de materiais e perdas financeiras decorrentes), devido ao uso adicional de material especificado e orçado e perdas segundo sua natureza, geradas pelo entulho de argamassas e concretos excedentes.

4.6 Alvenaria

4.6.1 Dos procedimentos do recebimento, armazenamento e transporte dos tijolos

No recebimento dos blocos cerâmicos e de cimento, esses devem ser avaliados visualmente quanto à existência de trincas, fraturas, superfícies irregulares, deformações, homogeneidade e uniformidades na cor.

As normas brasileiras NBR 7171 (ABNT, 1992) (bloco cerâmico) e NBR 7173 (ABNT, 1982) (bloco de concreto simples) estabelecem que as avaliações dimensionais e de planeza devam ser feitas segundo amostras de 24 unidades para tijolos cerâmicos e de 20 para blocos de cimento, coletados ao acaso de cada caminhão, antes da descarga. Os blocos deverão ser dispostos em filas e medidas as dimensões com uma trena metálica, com precisão de um milímetro.

Quanto às dimensões nominais, o lote deverá ser aceito somente se o comprimento, a largura e a altura das médias dos blocos atenderem as especificações da norma, com tolerância de 3 mm para mais ou para menos. Os blocos para acabamentos em gesso deverão também atender não só a variação dimensional média, mas também a variação individual com limite de 3 mm. Os blocos que não se adequarem às normas deverão ser rejeitados. A tabela 19 apresenta as dimensões exigidas pela norma NBR 7171 (ABNT, 1992).

Tabela 19 – Principais dimensões nominais de blocos - NBR 7171 (ABNT, 1992)

Tipo (L x H x C) (cm)	Largura (L) (mm)	Altura (H) (mm)	Comprimento (C) (mm)
10 x 20 x 20	90	190	190
10 x 20 x 30	90	190	290
10 x 20 x 40	90	190	390

Quanto à planeza das faces deverá aproximar uma régua metálica plana na linha diagonal da superfície dos blocos. O lote será rejeitado em caso de oito ou mais blocos encontrados defeituosos. O lote também só será aceito no caso da soma do número de tijolos defeituosos de duas amostras for igual ou inferior a 11 unidades.

A queima dos blocos cerâmicos pode ser verificada pelo teste do som gerado pelo choque de um objeto metálico pequeno contra os blocos. Um som forte e vibrante indica que a queima foi bem feita, enquanto um som abafado denota que os blocos não foram bem queimados. O teste de cozimento auxilia em caso de dúvida no teste do som: colocam-se alguns blocos em um tambor cheio de água durante quatro horas, não poderá ocorrer desmanche ou esfarelamento. O lote deverá se rejeitado se forem constatados blocos mal queimados.

Na estocagem, o local deve ser planejado adequadamente no sentido de evitar que esses componentes sejam colocados fora do canteiro de obras, evitando, assim, que recebam umidade, principalmente para os blocos de concretos que sofrem mais com a ação das chuvas, devido à porosidades dos mesmos.

A estocagem dos blocos deve ser de preferência junto ao equipamento de transporte vertical e evitar locais com más condições como terrenos inclinados.

Quanto ao empilhamento dos blocos, devem-se respeitar as alturas máximas recomendadas (tabela 20), a fim de evitar instabilidade nas pilhas e respectivamente quebra.

Tabela 20 – Altura máxima recomendada para pilhas de blocos e tijolos (PALIARI,1999)

Fonte	Componente	Altura recomendada (m)
NBR 8798 (ABNT, 1995)	Bloco de concreto vazado simples para alvenaria estrutural	Menor ou igual a 2,0

Nos casos dos blocos cerâmicos e blocos de cimento para a otimização das perdas durante o transporte, é necessário que tais materiais sejam entregues embalados (sobre estrados e envoltos em plásticos) e paletizados no canteiro de obras facilitando a locomoção dentro da construção através de gruas ou de carrinhos porta-paletes, conforme mostra Souza *et al.* (1996, p. 153), figura 12.

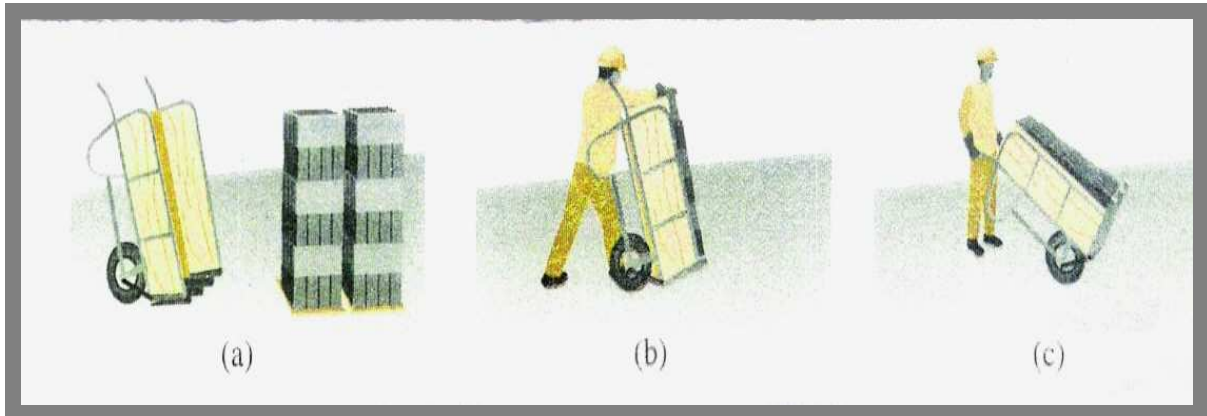


Figura 12 – Transporte dos blocos

- a) Carrinho vazio e *mini-pallet* de blocos preparado para o transporte;
- b) encaixe do *mini-pallet*;
- c) transporte

4.6.2 Das observações do recebimento, armazenamento e transporte dos tijolos

Em todas as obras estudadas, os tijolos não foram entregues paletizados e embalados para evitar quebras durante o manuseio, por se tratar de material frágil. Neste caso, a conferência tanto quantitativa como qualitativa (materiais em condições de uso) não foram realizadas, pois os responsáveis pelo almoxarifado aceitavam os blocos quebrados, alegando que o fornecedor mandava material a mais.

Outro problema encontrado em todas as construções foi a diferença de medidas dos tijolos, tanto de um bloco para o outro, que variavam até 5 mm, como na falta de padronização das medidas segundo a NBR 7171 (ABNT, 1992). As diferenças dimensionais chegaram a atingir valores de 1,5 a 2 cm; ou seja, os tijolos especificados com espessura de 9 cm apresentaram espessura entre 7 e 7,5 cm. Os tijolos cerâmicos também apresentaram superfícies irregulares, deformações e não-uniformidade de cor.

Na obra E (figuras 13 e 14), os tijolos de cimento foram fabricados na própria obra, por mão-de-obra desqualificada e não atendiam requisitos básicos das normas, como: acabamentos adequados, nivelamento e variações dimensionais. Nessa obra, os blocos de cimento e de cerâmica foram armazenados ao ar livre.



Figura 13 – Acabamento dos blocos estruturais - obra E



Figura 14 – Blocos de cimento armazenados ao ar livre - obra E

Em todas as obras, o transporte dos tijolos foi realizado em jericas ou carrinhos de mão, que são equipamentos inadequados, visto que esses apresentam forma arredondada, enquanto que os tijolos têm forma de paralelepípedo, proporcionando assim, a quebra das arestas. A figura 15 mostra o transporte em carrinhos de mão, em uma das obras analisadas.



Figura 15 – Transporte de blocos cerâmicos em carrinhos de mão - obra C

4.6.3 Das perdas do recebimento, armazenamento e transporte dos tijolos

O recebimento, o armazenamento e o transporte inadequados dos tijolos e dos blocos de cimento produziram perdas: segundo ao recurso consumido (perdas físicas de materiais e perdas financeiras decorrentes), segundo a sua origem e segundo a sua forma de incidência.

4.6.4 Dos procedimentos da execução das alvenarias

De acordo com Souza *et al.* (1996), para evitar perdas na execução das paredes, existe a necessidade de uma modulação da alvenaria através da elaboração de projeto específico em coordenação com outros projetos. É essencial o gerenciamento dos

projetos para identificar as interferências com outros sistemas, como de arquitetura, instalações elétricas, hidráulicas e estruturas.

O projeto de modulação de alvenaria deverá apresentar detalhes que incluam:

- planta identificando interfaces com os subsistemas de instalações elétricas e hidráulicas;
- elevação de cada alvenaria contendo as posições dos eletrodutos e caixas das instalações elétricas;
- elevação de cada alvenaria contendo as posições das tubulações hidrosanitárias;
- elevação de cada alvenaria contendo a definição de quais juntas verticais são argamassadas ou não;
- planejamento e seqüência de execução de alvenaria.

O projeto de alvenaria deve contemplar blocos com larguras variáveis, além de componentes pré-fabricados e peças complementares para modulação.

O cálculo do material necessário para a execução do serviço e do material gasto é muito importante, pois facilita no controle das perdas. A quantidade teórica necessária para a execução de alvenaria de vedação será obtida através do projeto de alvenaria, enquanto a quantidade dos blocos realmente utilizada em cada pavimento será obtida pelo levantamento dos blocos destinados aos pavimentos.

Para o melhor controle das perdas na execução das alvenarias é necessário prover o pavimento somente com a quantidade exata de blocos/tijolos a ser utilizado. O transporte para os blocos deve ser em carrinhos com suportes adaptados e em *mini-pallets*.

As locações de primeira fiada de assentamento dos tijolos deverão corrigir eventuais desaprumos ou desalinhamentos da estrutura, procurando sempre minimizar a espessura do revestimento.

A argamassa para assentamento dos blocos deverá ser aplicada com uma bisnaga, formando cordões de cerca de 1,5 cm de diâmetro, dos dois lados dos blocos, em suas laterais. As juntas horizontais devem apresentar espessuras que variam de 8 mm a 14 mm, admitindo uma tolerância de ± 3 mm. A argamassa aplicada com

desempenadeira estreita também evita o desperdício. Pode-se ainda utilizar para o assentamento a tabuinha e a meia-cana.

Para o bloco de concreto de dimensões nominais de 9x19x39 cm com dois furos, assentado com bisnaga, a tabela 21 permite estimar a quantidade de material incorporado aos furos (PALIARI, 1999):

Tabela 21 – Perdas devido à sobresspessura de juntas de argamassa no serviço de alvenaria

Parcela de Perda	Considerações	Volume (litros/m)	Perda Incorporada (%)
Sobresspessura (junta horizontal)	Sobresspessura de 1 cm	0,117	100,0
Argamassa Incorporada nos furos dos blocos	Acúmulo de 0,5cm de argamassa numa área total de 2,38 cm ² (2x0.7x1,7) relativa aos dois furos	0,119	101,7
Sobrelargura das juntas horizontais	1 cm de sobrelargura em apenas um dos lados de cada filete	0,156	133,4
Total	–	0,392	335,1
Situação de referência	1 filete de argamassa (espessura de 1 cm, largura de 1,5 cm) volume = 2 cm (3.9x15x0,1)		

4.6.5 Das observações da execução das alvenarias

Na execução das alvenarias foi observado que as falhas de recebimento, estocagem e transporte dos blocos afetaram diretamente a construção de paredes.

Na execução das paredes de todas as obras foi observada incompatibilidade das dimensões dos blocos e das dimensões dos vãos da estrutura, tanto na altura como no comprimento. Em todas as construções não havia projetos específicos de alvenaria de

vedação, com modulação de componentes, como blocos seccionáveis, sendo necessário efetuar cortes nos tijolos para adequar às alturas e aos comprimentos da parede.

A partir da altura do pé-direito estrutural e das alturas das vigas previstas no projeto de um dos apartamentos analisados (obra D), observou-se a falta de preocupação com a modulação, sendo necessário corte nos tijolos, como por exemplo:

• **Caso 01**

Altura da viga: 50 cm – 10 cm de laje = 40 cm

Pé direito estrutural: 280 cm

Altura dos blocos cerâmicos usados na obra: 19 cm

Considerando juntas horizontais de 1 cm, seriam utilizados 11,89 blocos até a viga para a construção da parede.

• **Caso 02**

Altura da viga: 40 cm – 10 cm de laje = 30 cm

Pé direito estrutural: 280 cm

Altura dos blocos cerâmicos usados na obra: 19 cm

Considerando juntas horizontais de 1 cm, seriam utilizados 12,37 tijolos até a viga para a construção da parede.

• **Caso 03**

Altura da viga: 60 cm – 10 cm de laje = 50 cm

Pé direito estrutural: 280 cm

Altura dos blocos cerâmicos usados na obra: 19 cm

Considerando juntas horizontais de 1 cm, seriam utilizados 11,36 tijolos até a viga para a construção da parede.

Nos três casos, não houve preocupação com a modulação da alvenaria, por isso foram efetuados cortes de blocos para completar as alturas existentes, mesmo considerando as alturas de fixação que variava de 1,5 a 3,5 cm, vistos que os tijolos utilizados apresentaram somente uma altura.

A necessidade de cortes se agravava, pois eram utilizados equipamentos inadequados, como colher de pedreiro ao invés de uma serra elétrica manual ou uma serra de bancada com disco refratário para corte de blocos.

Em todas as obras foi observado, que foi grande a geração de entulho na execução das paredes (figura 16), principalmente após o término da execução das mesmas, através de rasgos para adequação das instalações como as de hidráulica e de elétrica, ilustrados nas figuras 17 e 18.



Figura 16 – Rejeitos de blocos cerâmicos e argamassas - obra C



Figura 17 – Corte nos blocos de cimento para execução de instalações - obra E



Figura 18 – Rasgos para instalações após parede argamassada

Ainda na execução da alvenaria foi observado que as juntas horizontais e verticais para assentamento dos tijolos não apresentavam espessura uniforme, conforme figuras 19 e 20. Em todas as obras, as variações das juntas horizontais variavam de 1 cm a 4 cm, e as juntas verticais variavam de 0,5 cm a 3 cm, ocorrendo sobreconsumo de argamassa.

Na obra E, o problema foi ainda maior, chegando algumas juntas horizontais a possuírem de 5 a 7 centímetros de espessura, como é apresentado na figura 19.



Figura 19 – Sobreconsumo de argamassa nas larguras das juntas horizontais - obra E



Figura 20 – Sobreconsumo de argamassa nas larguras das juntas verticais - obra B

Em todas as obras observou-se que devido aos assentamentos dos tijolos serem realizados com a colher de pedreiro, uma grande quantidade de argamassa ficava incorporada nos furos (figura 21). Quando o assentamento ocorre com a bisnaga, desempenadeira estreita, tabuinha ou meia-cana a argamassa é aplicada somente nos filetes laterais, ilustrado na figura 22.



Figura 21 – Argamassa incorporada nos furos dos tijolos - obra E

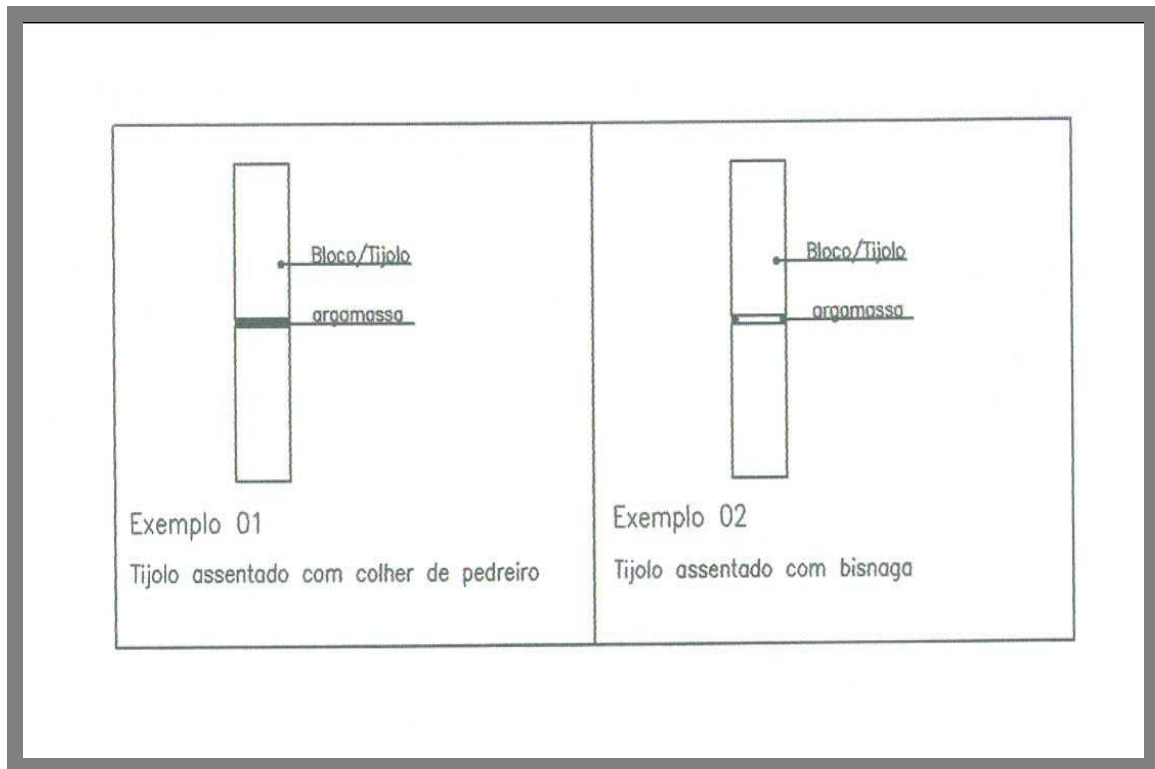


Figura 22 – Largura das juntas de argamassas

Exemplo 01 – Argamassa preenchendo toda a largura do bloco;

Exemplo 02 – Argamassa preenchendo somente os filetes laterais.

4.6.6 Das perdas da execução das alvenarias

A execução da alvenaria gerou as seguintes perdas:

- segundo ao recurso consumido (perdas físicas de materiais e perdas financeiras decorrentes), devido ao uso de material a mais do que o orçado;
- segundo sua natureza, pelo entulho de sobras de tijolos;
- segundo a sua causa, proveniente dos cortes dos tijolos sem critérios e do transporte inadequado;
- segundo a sua origem, pela falta de modulação da alvenaria (planejamento).

4.7 Execução de revestimentos

4.7.1 Dos procedimentos da execução de revestimentos

A verdadeira função do revestimento não é dissimular imperfeições grosseiras da base, que se apresenta desaprumada e desalinhada devido à falta de cuidado no momento de execução da estrutura e da alvenaria, isso muitas vezes tem comprometido o cumprimento adequado das reais funções do revestimento.

Segundo a norma NBR 13530 (ABNT, 1995), o revestimento de paredes é formado por três camadas, que auxiliam a vedação vertical e servem de base para o acabamento:

- chapisco: camada de preparo da base, aplicada de forma contínua ou descontínua, com a finalidade de uniformizar a superfície quanto à absorção e melhorar aderência do revestimento;
- emboço, camada de revestimento executada para cobrir e regularizar a superfície da base ou chapisco, proporcionando uma superfície que permita receber outra camada, de reboco ou revestimento decorativo ou que se constitua no acabamento final;
- reboco: camada de revestimento utilizada para cobrimento do emboço, propiciando uma superfície que permita receber o revestimento decorativo ou que se constitua no acabamento final.

A camada única (massa única) pode ser usada para substituir o emboço e o reboco. Esse revestimento constitui-se em um único tipo de argamassa, aplicado sobre a base de revestimento, em uma ou mais demãos. Atualmente, a camada única tem sido adotada nas construções em geral, como medida econômica.

A tabela 22 apresenta faixa de espessuras de revestimentos, de acordo com a norma da ABNT. Nos revestimentos do tipo emboço e reboco, a camada de reboco deve ter no máximo 5 mm, sendo o restante da espessura referente à camada de

emboço. No revestimento tipo massa única, a espessura admissível é relativa a essa camada.

Tabela 22 – Espessuras recomendadas para os revestimentos de argamassa, segundo a norma NBR 13749 (ABNT, 1996)

Revestimento	Espessura (mm)
Parede Interna	Entre 5 a 20 mm
Parede externa	Entre 20 a 30 mm
Tetos	20 mm

As argamassas de revestimento externo sofrem mais a ação das intempéries, e por ser uma área maior e contínua a ser revestida, exige a execução de juntas verticais e horizontais na camada de emboço ou massa única.

Para os revestimentos externos é aconselhável o posicionamento de anteparos no andaime fachadeiro entre a base do mesmo e o substrato a ser revestido para reaproveitamento imediato da argamassa, minimizando o desperdício durante a aplicação e sarrafeamento da argamassa.

O consumo de argamassa deve ser controlado pelo número de sacos que saem do almoxarifado e pela quantidade de sacos destinados a cada serviço. Com base na quantidade de cimento consumida e na área de revestimento feita pela equipe de operários, pode-se calcular o consumo unitário de cimento e transformá-lo de massa para volume.

4.7.2 Das observações da execução de revestimentos

Na observação dos serviços de revestimentos das paredes de alvenaria destacam-se grandes desperdícios na utilização das argamassas que foram incorporadas aos mesmos para encobrir defeitos de execução.

Nas obras B, C e D, as espessuras das argamassas variaram de 2 cm a 4 cm em áreas secas e de 2,5 cm a 5 cm em áreas molhadas (preparadas para revestimentos cerâmicos). Na obra E verificou-se até 7 cm de argamassa no revestimento interno dos locais aonde se desejavam esconder os tubos hidráulicos (figura 23).



Figura 23 – Sobrespessura no revestimento - obra E

Uma das principais causas da sobrespessura dos revestimentos foi a falta de coordenação entre projetos como estrutura e alvenaria, alvenaria e instalações, ausência de detalhes construtivos e de indicação das espessuras dos revestimentos.

A incompatibilidade entre esses projetos trouxe problemas que não foram detectados previamente e que foram sanados nas obras pelos operários, através do aumento das espessuras dos revestimentos.

A diferença de largura das vigas e das paredes foi um exemplo muito comum, encontrado nas obras visitadas, de sobrespessura de revestimento. Nestes casos as espessuras eram maiores do que as especificadas para solucionar o problema, conforme exemplifica a figura 24.



Figura 24 – Diferença da largura da viga e da alvenaria - obra D

No monitoramento das obras, foi observado também, que devido aos desaprumos das alvenarias e das estruturas, como falta de nivelamento das lajes e das paredes e ausência de esquadro entre as paredes perpendiculares, os operários aumentavam a espessura dos revestimentos para fazer o nivelamento.



Figura 25 – Largura excessiva do revestimento - obra B

Ao comparar as espessuras especificadas em projeto com as medidas dos revestimentos em um determinado apartamento da obra D, foram obtidos os valores para a diferença de espessura e volume revestido mostrados na tabela a seguir:

Tabela 23 - Comparação entre valores projetados e executados de espessuras e volumes de revestimentos

Compartimento	Espessura		Diferença de espessura (cm)	Volume Revestido	
	projeto (cm)	executado (cm)		Projeto (m³)	Executado (m³)
Sala	1,0	2,0	1,0	0,558	1,116
Suite	1,0	2,0	1,0	0,467	0,933
Quarto 01	1,0	2,5	1,5	0,377	0,943
Quarto 02	1,0	2,5	1,5	0,339	0,848
Circulação	1,0	2,0	1,0	0,112	0,223
Banheiro Social	2,0	3,5	1,5	0,447	0,782
Banheiro Suíte	2,0	3,5	1,5	0,468	0,819
Cozinha	2,0	4,0	2,0	1,147	2,293
Total				3,915	7,96

Ao aplicar a equação de perda física obtém-se o seguinte percentual de perda:

$$Perda\ física = \frac{\text{quantidade de material necessário} - \text{quantidade de material gasto}}{\text{quantidade de material necessário}} \times 100 \%$$

$$Perda\ física = \frac{3,915 - 7,960}{3,915} \times 100 = 103 \%$$

Portanto, o percentual de perda no apartamento estudado foi de 103 % para os revestimentos internos.

Conforme orçamento de concreto da obra D, o custo total de argamassas para o revestimento interno de um apartamento seria de R\$ 4.037,60. Neste caso uma perda de 103 % representou um custo adicional de R\$ 4.158,73 em cada apartamento e um custo excedente em todo o prédio de R\$ 266.158,72.

O desperdício nos revestimentos de fachada foi ainda maior que no revestimento interno. Nas obras B e E, que se encontravam nessa fase de observação, os revestimentos externos possuíam uma espessura que variava de 5 cm a 7 cm, devido a desaprumos e incompatibilidade da estrutura como ilustram as fotos das figuras 26.e 27.

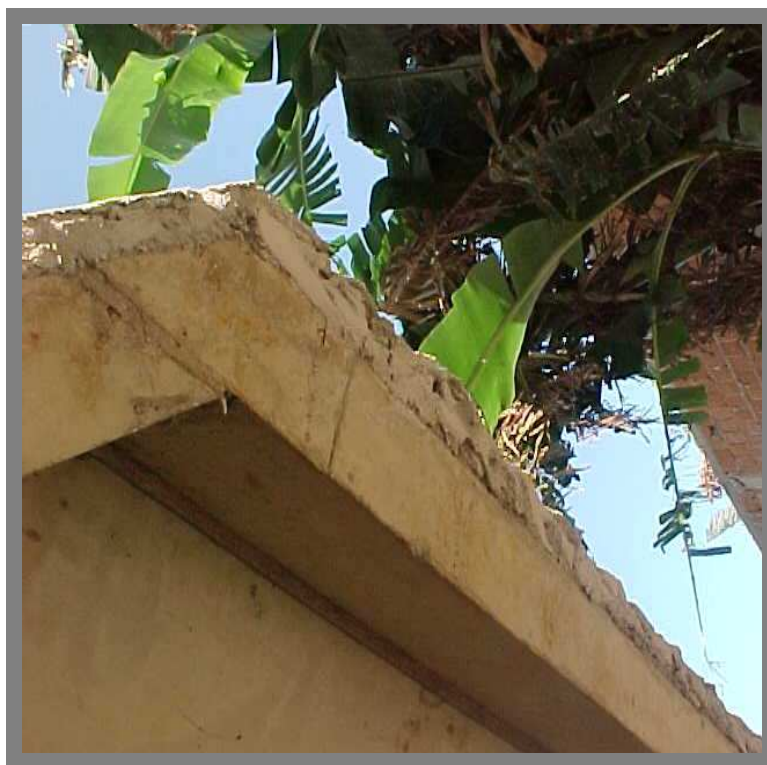


Figura 26 – Sobreconsumo de argamassa no revestimento da fachada - obra B



Figura 27 – Espessura de argamassa no revestimento da fachada - obra B

Em todas as obras analisadas, também não havia um projeto específico de fachada que contemplasse itens como: localização das juntas de trabalho, detalhes de execução das juntas, especificação de revestimento (traço e materiais), etc., exemplificada na foto da figura 28.

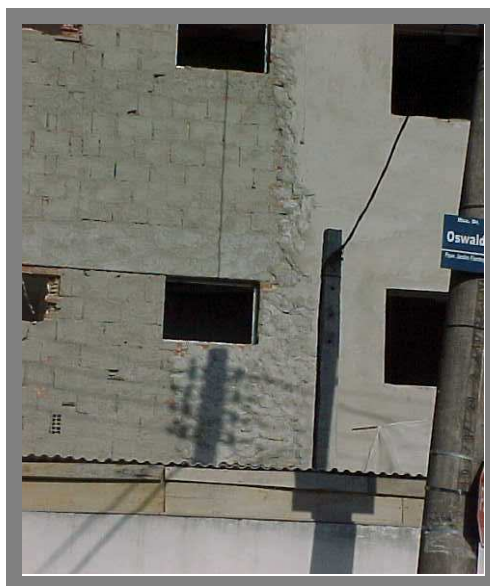


Figura 28 – Fachada sem juntas de trabalho - obra B

Na observação das obras B e E, quanto ao aproveitamento de argamassa que caía no chão, este procedimento era feito, porém não eram tomadas precauções simples como a colocação de uma chapa de madeira compensada durante a execução dos serviços, evitando assim, que se reaproveitasse argamassa com impureza.

4.7.3 Das perdas da execução de revestimentos

Durante a execução dos revestimentos constataram-se várias perdas, dentre elas:

- perdas segundo ao recurso consumido (perdas físicas de materiais, perdas físicas de mão-de-obra, perdas financeiras decorrentes), devido à sobresspessura de revestimento maior do que a orçada e a especificada;
- perdas segundo sua natureza, devido à quantidade de argamassa incorporada ao produto final;
- perdas segundo a sua causa, devido aos desaprumos da alvenaria e estrutura;
- perdas segundo a sua origem, pela falta de modulação entre alvenaria e estrutura (planejamento).

4.8 Instalações: hidro-sanitárias, elétrica, gás e telefone

4.8.1 Dos procedimentos das instalações

Para a execução de uma instalação bem planejada são essenciais alguns procedimentos básicos como:

- projeto com elevação das alvenarias com o traçado e posições das instalações;
- previsão de *shafts* (aberturas verticais em toda a extensão do prédio) para fácil acesso das instalações;
- planejamento de cortes dos tubos e eletrodutos;

- previsão de local para estocagem das sobras de maneira organizada e identificada, facilitando, assim, o reaproveitamento das sobras.

Os cortes dos tubos devem ser planejados de forma que existam critérios de cortes como por exemplo: primeiro deve-se cortar as dimensões maiores para só depois as tubulações menores, desta forma o reaproveitamento das tubulações será otimizado.

Quanto aos eletrodutos, deve-se ter cuidado durante a concretagem da laje a fim de se evitar retrabalhos desnecessários.

4.8.2 Das observações das instalações

As obras C, D e E, que se encontravam na fase de instalações, não possuíam projetos com as elevações das alvenarias e as marcações dos percursos das instalações. Neste caso, como não havia detalhes e fiscalização das instalações, os operários decidiam por conta própria pontos relevantes para o bom funcionamento de uma obra como por exemplo: melhor trajeto das tubulações e eletrodutos; posições e alturas das caixas elétricas, posição dos pontos de gás, água e esgoto. A figura 29 mostra a improvisação do posicionamento de instalações devido à falta de planejamento; por outro lado, as fotos das figuras 30 e 31 ilustram casos de instalações planejadas.

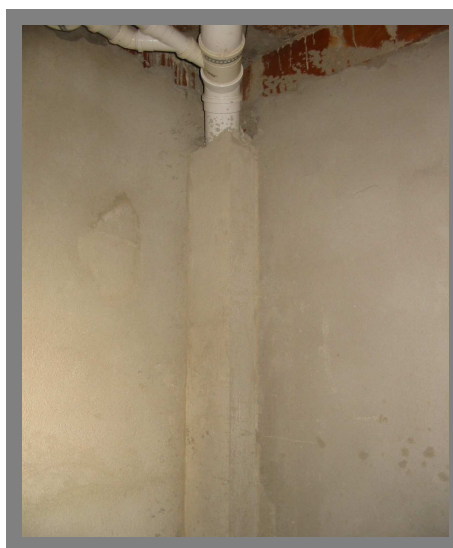


Figura 29 – Improvisação devido à falta de previsão de *shaft* nas tubulações - obra B



Figura 30 – Utilização de *shafts* para passagem de instalações - obra C



Figura 31 – Furo na laje para passagem de instalações - obra C

As alterações de projetos de instalações trazem para a empresa um custo adicional, com os projetos *as built* (como construído), que consistem em revisão do

projeto original, baseada nas modificações realizadas na obra. Quando o projeto “as *builts*” não é realizado, existe uma grande dificuldade por parte do condomínio para executar serviços de manutenção, causando prejuízos também para os proprietários, que muitas vezes atingem tubulações na colocação de armários, boxes, espelhos, quadros, etc.

Quanto à utilização de moldes metálicos ou de madeira para abertura dos vãos nas lajes, na passagem das instalações, somente foi verificada nas obras C e D. Na obras C e E, os cortes eram feitos depois da execução das lajes, ocasionando resíduos e gastos desnecessários de material.

As sobras dos tubos e das conexões não eram organizadas por bitolas e diâmetros, dificultando o reaproveitamento das tubulações, eletrodutos e fiações em outros compartimentos e em outros pavimentos; exceto para a obra D, ilustrada na figura 32.

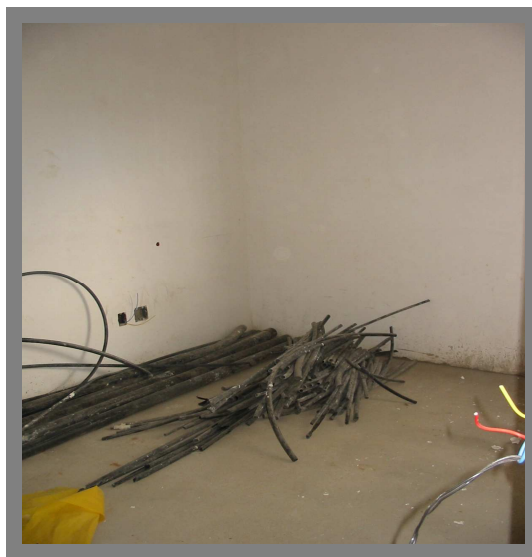


Figura 32– Sobras de eletrodutos - obra D

4.8.3 Das perdas das instalações

A ausência de detalhamento dos projetos de instalações e a falta de fiscalização do engenheiro responsável proporcionou nas construções modificações consideradas,

provocando perdas, como: alterações de traçado, substituição de um diâmetro por outro e não reaproveitamento das sobras, etc.

Os problemas detectados durante as instalações provocaram para as empresas:

- perdas físicas de materiais e perdas financeiras decorrentes, devido ao desperdício de suprimentos;
- perdas segundo a sua natureza, por causa da sobra dos materiais inutilizados;
- perdas segundo a sua causa, geradas pelo não reaproveitamento das sobras;
- perdas segundo a sua origem, pela falta de planejamento dos cortes.

4.9 Gesso

4.9.1 Dos procedimentos do uso do gesso

O gesso para construção pode ser encontrado na forma de pó, blocos ou placas, podendo ser utilizado para várias aplicações como: revestimento de paredes, fixação de placas para forro, painéis de gesso acartonado para forros e divisórias.

O gesso aplicado como revestimento produz grande quantidade de resíduos, devido à rápida velocidade de endurecimento. Segundo Souza *et al.* (1996), deve então, ser misturado lentamente até se formar uma pasta homogênea. A mistura deverá descansar cerca de 15 minutos, aguardando o ponto ideal para aplicação. A pasta deve ser utilizada em um prazo máximo de 25 minutos após o período de descanso da mistura. Após esse prazo não existe possibilidade de reaproveitamento desse material, visto que já reagiu com a água sofrendo o processo de hidratação. Por isso, é necessário que se controle a quantidade de material gasta naquele determinado período para evitar desperdícios desnecessários.

O consumo do gesso para revestimento e as perdas são bastante influenciados pelo tipo de base em que o revestimento é aplicado. Na aplicação do gesso sobre o

emboço, a incidência de perdas é menor, devido à possibilidade de menor espessura do revestimento da ordem de 0,5 a 1 cm.

Quanto às placas de gesso acartonado e placas para forros, estas devem ser moduladas para reaproveitamento das sobras em outros ambientes e até mesmo em outras obras. As placas de gesso acartonado apresentam mais dificuldades de aproveitamento devido às furações existentes.

Para o reaproveitamento das sobras será necessário um armazenamento dividido em baias de acordo com as dimensões das sobras existentes.

4.9.2 Das observações do uso do gesso

Foi observado nas obras B e E, que o gesso aplicado como revestimento nas alvenarias gerava muitas sobras endurecidas, devido à mão-de-obra não ser especializada e não possuir conhecimentos teóricos sobre a melhor forma de aplicação do gesso.

Outro ponto de perda a destacar foi a demasiada espessura do revestimento de 3 a 4 cm, aplicado sobre a alvenaria, devido às imperfeições de prumo e esquadro das paredes, como mostra a figura a seguir.



Figura 33 – Sobrespessura de argamassa de gesso - obra B

Os forros de gesso também geraram muitos entulhos de placas de gesso devido às sobras de tiras de placas não reaproveitadas em outros ambientes.

4.9.3 Das perdas do uso do gesso

Durante a aplicação do gesso, constataram-se várias perdas, dentre elas:

- perdas segundo ao recurso consumido (perdas físicas de materiais, perdas físicas de mão-de-obra, perdas financeiras decorrentes), devido à sobresspessura de revestimento maior do que a orçada e a especificada;
- perdas segundo sua natureza, devido à quantidade de gesso incorporada ao produto final e ao entulho gerado;
- perdas segundo a sua causa, devido aos desaprumos da alvenaria e estrutura;
- perdas segundo a sua origem, pela falta de modulação entre alvenaria e estrutura que originavam a sobresspessura.

4.10 Execução de contrapisos

4.10.1 Dos procedimentos da execução do contrapiso

Para que a construtora execute um bom serviço de contrapiso, o ideal é a elaboração de um projeto específico com os seguintes itens:

- especificação de nível de referência;
- posicionamento das taliscas;
- indicação da declividade e desníveis;
- espessura dos contra-pisos;
- legenda com os tipos de revestimentos;
- especificações de traços das argamassas.

4.10.2 Das observações da execução do contrapiso

Nas obras B, C e D, as lajes foram projetadas para serem executadas no mesmo nível, compensando as alturas com o contra-piso. Por exemplo, a diferença do nível dos pisos da cozinha, banheiro e varanda, seria de 2 cm para os demais compartimentos, nesse caso, foi necessário elevar o piso de toda a construção devido a esse desnível. A espessura desses contra-pisos, variou de 4 a 6 cm em função dos desníveis necessários entre ambientes e do tipo de acabamento decorativo.

Na obra E, as lajes foram rebaixadas nos banheiros e cozinhas, porém, o contra-piso foi executado com altura de 8 a 10 cm devido às tubulações improvisadas de piso.

As tabelas 24 e 25 ilustram o consumo de material para o contra-piso de um mesmo apartamento, porém com duas propostas diferentes de execução de laje.

Tabela 24 - Lajes executadas com rebaixos

Compartimentos	Espessura do contra-piso (m)	Área a ser executada (m²)	Volume a ser executado (m³)
Sala/ quartos/ circulação	0,03	70,27	2,108
Banheiros e cozinha	0,03	28.63	0,856
Total			2.967

Tabela 25 - Lajes executadas com mesmo nível

Compartimentos	Espessura do contra-piso (m)	Área a ser executada (m ²)	Volume a ser executado (m ³)
Sala/ quartos/ circulação	0,06	70,27	4,22
Banheiros e cozinha	0,04	28,63	1,14
Total			5,36

Assim, se utilizarmos a equação de perda física teremos:

$$Perda\ física = \frac{\text{quantidade de material necessário} - \text{quantidade de material gasto}}{\text{quantidade de material necessário}} \times 100\%$$

$$Perda\ física = \frac{2,967 - 5,360}{2,967} \times 100 = 80,6\%$$

Comparando as duas tabelas, verifica-se que uma laje executada no mesmo nível pode onerar o custo do contrapiso em 80,6 %.

Quando o projeto estrutural concebe propostas de lajes contemplando as diferenças de níveis previstas no projeto arquitetônico, como por exemplo, diferenças de níveis da sala para varandas, da sala para os banheiros ou cozinha, têm-se um consumo de argamassa de contra-piso muito menor.

4.10.3 Das perdas da execução do contrapiso

A execução dos contra-pisos provocou as seguintes perdas:

- segundo ao recurso consumido (perdas físicas de materiais e perdas financeiras decorrentes), devido ao uso de material além do orçado;
- segundo sua natureza, devido ao material incorporado;

- segundo a sua causa, pelo nivelamento das lajes e passagem de tubulações no piso;
- segundo a sua origem, pela falta de projetos específicos.

4.11 Assentamento de cerâmicas

4.11.1 Dos procedimentos de recebimento e armazenamento

Para um recebimento adequado das caixas de cerâmicas, é necessário verificações quanto às identificações do produto na embalagem, seguindo os itens padronizados, listados a seguir:

- A – marca do fabricante;
- B – identificação de primeira qualidade;
- C – tipo de revestimento cerâmico;
- D – tamanho nominal (N) e tamanho de fabricação (W), modular ou não;
- E – natureza da superfície – esmaltada (GL) e não esmaltada (UGL)
- F – classe de abrasão PEI para pisos esmaltados;
- G – nome e número de produtos;
- H – tonalidade do produto;
- I – código de rastreamento do produto – dia e hora e turno de fabricação;
- J – unidade fabril;
- L – espessura recomendada para juntas.

As placas cerâmicas devem ser avaliadas principalmente quanto ao nome, número, tonalidade e código de rastreamento do produto. As caixas devem ser do mesmo lote de fabricação e da mesma tonalidade para evitar transtornos após a execução.

O armazenamento deverá ser bem feito a fim de evitar quebras ou lascamentos de cantos por problemas de manuseio e empilhamento. As recomendações são as seguintes:

- proteção contra intempéries (umidade e acúmulo de pó), pois podem prejudicar as características de aderência;
- estoque isolado em locais de difícil acesso para evitar roubos;
- possuir base plana;
- a altura das pilhas deve ser limitada a 1,50 metros, em pilhas entrelaçadas para garantir sua estabilidade;
- as pilhas devem possuir um mesmo material de uma mesma dimensão.

4.11.2 Das observações de recebimento e armazenamento

Durante o monitoramento das obras B e E, que se encontravam na fase de colocação de cerâmica, observou-se que não existia inspeção no recebimento do produto com relação às identificações nas embalagens como: tipo de lote, cor, tamanho, etc. Na obra E, a falta do controle acarretou assentamento de pisos da mesma cor, porém com tonalidades diferentes, (queima diferente do produto) em um mesmo compartimento. Este erro só foi detectado após o assentamento do produto, sendo necessário a troca das cerâmicas diferentes.

Quanto ao estoque das obras verificou-se a falta de um local com condições adequadas para o armazenamento das caixas de placas cerâmicas, ilustrado na figura a seguir.



Figura 34 – Armazenamento inadequado das caixas de cerâmicas na obra B

Os materiais eram transportados por carrinhos de mão até o elevador de carga, que por sua vez os transportavam até os pavimentos. Não havia nenhum cuidado no transporte, facilitando, então, a quebra de algumas cerâmicas.

O monitoramento do uso das placas cerâmicas enviadas a cada pavimento não era realizado, possibilitando o uso das cerâmicas sem nenhum controle de desperdício.

4.11.3 Dos procedimentos para aplicação

Para o ideal assentamento das cerâmicas, o operário responsável pelo assentamento deve estar de posse do projeto de paginação de piso, recomendações do fabricante da cerâmica, recomendações da argamassa colante e recomendações da argamassa de rejunte.

O projeto de paginação para cada ambiente deverá indicar as regiões de placas cortadas e também o seu reaproveitamento. Deve se procurar sempre compatibilizar as dimensões das placas com as das paredes e pisos revestidos, pois quanto maior as placas cerâmicas, maior é a perda, devido aos cortes excessivos.

Na necessidade de cortes, esses devem ser executados com equipamentos adequados como serra elétrica com disco adiantado, furadeira elétrica provida de serra-copo, riscador e furadeira manuais com vídea, evitando assim quebras das placas cerâmicas e garantindo arremates perfeitos com o cobrimento dos cortes pelas canoplas de instalações hidráulicas, dos espelhos das caixas de instalações elétricas e outros acessórios de acabamento.

As peças enviadas ao pavimento devem ser exatamente as necessárias para a realização do serviço sem perdas excessivas, assim sendo, os operários são instruídos e treinados a fazer o reaproveitamento das peças evitando o corte desnecessário de cerâmicas inteiras. O controle deve ser feito através de apontamentos do material enviado aos ambientes e dos pedidos adicionais ou de sobras remanejadas para outros ambientes.

É possível verificar na figura 35, a possibilidade de diferentes dimensões de sobras de placas cerâmicas e de perdas de placas em um mesmo compartimento.

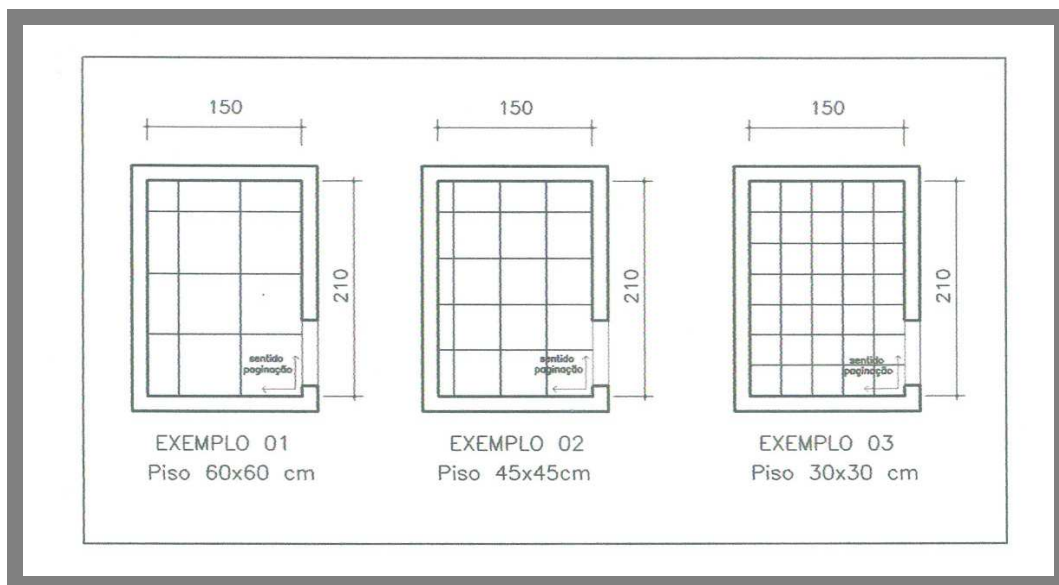


Figura 35 – Paginações com diferentes dimensões de piso num mesmo compartimento

Exemplo 01 – assentamento com piso 60x60 cm. Nesse caso, as dimensões das tiras de placas provenientes das sobras são maiores; portanto, como as sobras não seriam reaproveitadas, a perda seria maior.

Exemplo 02 – assentamento com piso 45x45 cm. As dimensões das placas cerâmicas e do compartimento são incompatíveis. Ocorreram perdas, porém, estas foram menores que no exemplo 01.

Exemplo 03 – assentamento com piso 30x30 cm. As dimensões das placas cerâmicas e do compartimento são compatíveis. Não ocorreu perda, pois não houve sobras de placas.

4.11.4 Das observações de aplicação de cerâmicas

Quanto à aplicação das cerâmicas, não se verificou perdas significativas referentes aos cortes das placas, pois os operários trabalhavam com cuidado utilizando equipamentos adequados para os cortes.

Uma das perdas mais relevantes foi constatada nos cortes feitos para aplicação das cerâmicas em dentes provenientes de estrutura ou de tubulações hidro-sanitárias (figura 36).

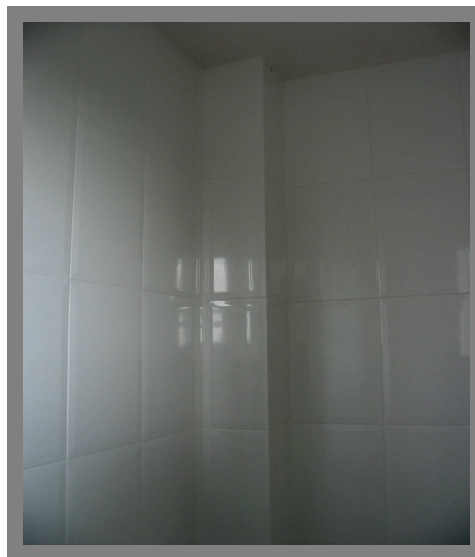


Figura 36 – Recorte devido à existência de “dentes” nas paredes - obra B

A falta de modulação e de planejamento também acarretou a necessidade de cortes dos revestimentos cerâmicos, principalmente nas proximidades das paredes, apresentada na foto da figura 37.



Figura 37 – Recortes no fechamento dos pisos - obra E

Durante a aplicação, também notou-se a falta de compatibilização entre as dimensões dos pisos com os vãos dos locais que foram empregados. Por exemplo, utilizavam-se cerâmicas de dimensões maiores em compartimentos menores.

4.11.5 Das perdas de cerâmicas

O transporte inadequado e a aplicação das cerâmicas geraram perdas, tais como:

- segundo ao recurso consumido (perdas físicas de materiais e perdas financeiras decorrentes), devido ao uso adicional de material em relação ao orçado;
- perdas segundo sua natureza, provenientes dos rejeitos das sobras de placas cerâmicas;
- perdas segundo a sua origem, pela falta de paginação dos compartimentos.

4.12 Pintura

4.12.1 Dos procedimentos da aplicação da pintura

As construtoras devem estar atentas quanto ao prazo de validade durante o armazenamento, pois segundo manuais de pintura, a estocagem prolongada das tintas sob calor ou frio intenso pode provocar reações químicas que levam à inutilização das mesmas.

Para a execução da pintura os revestimentos internos devem estar concluídos com uma antecedência mínima de 30 dias. O acabamento pode ser aplicado diretamente sobre a parede (emboço, reboco ou gesso) ou sobre base preparada e previamente tratada com massa corrida. Em ambos os casos as bases devem ser lixadas e um selador ou um fundo preparador aplicado para paredes à base de solventes e diluídos em aguarrás na proporção indicada pelo fabricante. Após preparação da base deve-se aplicar a tinta diluída convenientemente em recipientes adequados.

No caso de revestimentos de gesso, devido o substrato ser muito liso e pouco coeso, é recomendável a aplicação de um fundo preparador para paredes.

Analisando os manuais de pintura, constata-se que o percentual de diluição pode variar entre 10 a 20 % de água. A diluição incorreta da tinta pode ter reflexos de maiores consumos na sua utilização, além de ocasionar problemas estéticos e de durabilidade como cobertura insuficiente, escorrimento da tinta, no caso de diluição excessiva ou dificuldades de aplicação devido à falta de água na diluição.

A proporção entre a quantidade de tinta e o diluente depende do tipo de tinta, do número de demãos previstas, das ferramentas de aplicação, das condições ambientais, entre outros aspectos.

4.12.2 Das observações da aplicação da pintura

Nas obras B e E, que estavam na fase de pintura, a quantidade de material recebido e as especificações (marca, cor e tipo) foram conferidas através da contagem de latas que chegavam ao canteiro de obras e de especificação enviada pelo escritório, porém não havia verificação quanto ao prazo de validade das latas de tintas e das massas corridas.

O local de estocagem não era fechado, por isso não havia controle de saída do material e do local do uso da tinta. Devido às precárias condições de estocagem as latas também ficavam amassadas.

Um outro ponto negativo observado foi a diluição de muita água nas tintas látex, ocasionando perdas em função da cobertura insuficiente.

Quanto à aplicação da pintura, foi observado que as bases não eram devidamente limpas (retirada de poeiras), lixadas e seladas, por isso as bases eram muito absorventes.

4.12.3 Das perdas da aplicação da pintura

A aplicação das tintas gerou perdas segundo ao recurso consumido (perdas físicas de materiais e perdas financeiras decorrentes), devido ao uso de material excedente e perdas segundo a sua origem, diluição demasiada de água nas tintas e pelas bases muito absorventes.

4.13 Considerações finais

Além das observações feitas nas cinco obras monitoradas e apresentadas neste capítulo, destacam-se algumas considerações relevantes:

- durante as entrevistas, os operários e profissionais envolvidos, apesar de estarem um pouco apreensivos quanto à pesquisa, não mostraram

nenhuma resistência na avaliação feita sobre as perdas e o modo de execução. O contato com tais pessoas enriqueceu a pesquisa e elas ainda se mostraram receptivas a aprenderem novos procedimentos que possam contribuir com a melhoria do panorama do setor construtivo;

- as perdas se refletiram em custos adicionais significativos, devido à falta de profissionais de gerenciamento e coordenação de obra como engenheiros, técnicos em edificações, arquitetos etc. Os profissionais envolvidos, não faziam o devido acompanhamento das obras, pois exerciam várias funções ao mesmo tempo como: especificações de materiais, orçamento, compra de material e outros;
- a falta de treinamento e de mão-de-obra qualificada também foram responsáveis por gerar parte das perdas;
- o recebimento e a estocagem corretos dos materiais não eram realizados pelo fato dos construtores não estarem atentos para as vantagens da conferência dos materiais, bem como de terem locais de estocagem adequados, organizados e previamente planejados, embora as recomendações presentes nas normas técnicas sejam simples e de baixos custos;
- a ausência de projetos detalhados como: modulação de alvenaria, elevações de alvenaria com indicações das instalações, paginações de pisos e detalhes construtivos em geral também contribuíram para a geração de perdas, em decorrência das improvisações empíricas;
- constatou-se que há possibilidade de redução do desperdício de materiais na construção civil com baixos investimentos, através da execução de serviços com melhorias técnicas para que a produção tenha um bom desempenho com economia de tempo e custos;
- Outro ponto importante foi a falta de levantamentos próprios de indicadores de perda de cada obra, através de procedimentos objetivos e quantitativos, essenciais para o monitoramento dos materiais e serviços em questão.

Portanto, nas obras visitadas foram detectadas falhas, tais como: falta de gerenciamento dos canteiros, projetos inadequados, falta de especificações e detalhamentos, ausência de orçamentos, falta de modulação dos projetos e inexistência de coordenação entre os mesmos, além de mão-de-obra desqualificada. Para a minimização das perdas em um canteiro de obras seria necessário que as empresas implementassem ações simples de controle e organização, alcançando assim, ótimos níveis de desempenho nas funções que seus fornecedores e operários exercem.

4 CONCLUSÕES E NOVAS PERSPECTIVAS

A gestão de controle de consumo de materiais nos canteiros de obras foi o grande alvo deste trabalho, porém com uma nova perspectiva: a observação de etapas e procedimentos como instrumento para a melhoria contínua dos serviços. Nesse aspecto, os resultados da pesquisa mostraram que há possibilidades potenciais de redução de rejeitos no próprio canteiro, através da execução de serviços com técnicas aplicadas adequadamente em todas as etapas da obra, tais como recebimento, armazenamento, transporte e aplicação dos materiais.

As análises obtidas neste trabalho, tiveram a finalidade de identificar as causas e perdas mais comuns nas diversas etapas do processo construtivo de cinco obras distintas, sendo a etapa de revestimento, a principal responsável pelo custo adicional em todas as obras, devido à necessidade de encobrir erros em etapas anteriores à fase mencionada.

Outra constatação foi que a obra E apresentou o maior índice de desperdício, decorrente de perdas em etapas distintas como: falta de critérios no recebimento, armazenamento e transporte dos materiais. Foram, portanto, observados blocos irregulares e desuniformes confeccionados em desacordo com as normas da ABNT, quebra excessiva de tijolos e blocos para modulação da alvenaria e passagem das instalações, sobresspessura elevada das argamassas nas juntas e nos revestimentos e na aplicação de gesso e ainda nas fases de acabamento como aplicação de cerâmica e pintura.

Em todas as obras monitoradas a falta de: gerenciamento, coordenação das obras, projetos detalhados e modulados e profissionais treinados e qualificados foram as causas das perdas, contribuindo para as improvisações empíricas nas obras.

No que se refere à questão financeira, constatou-se que as perdas consideradas desprezíveis quando avaliadas isoladamente, traziam para as construtoras custos adicionais bastante elevados, se incluídas nas proporções de toda a construção.

A necessidade de oferecer produtos de qualidade a um preço competitivo poderá ser um incentivo para que as empresas busquem a melhoria do processo, através do conhecimento dos recursos físicos nos canteiros de obras.

Além dos aspectos financeiros e dos aspectos de interesse direto das empresas da construção civil, pode-se destacar a questão da geração de entulhos, da economia de energia, para que possamos viver em uma sociedade baseada no desenvolvimento sustentável.

Nesse sentido, acredita-se que este trabalho tenha contemplado não só com a observação das perdas, mas com as indicações de suas causas, bem como com os procedimentos adequados, permitindo que as empresas tomem conhecimento de seus problemas, podendo corrigi-los através da padronização das ações para o aperfeiçoamento.

Finalmente, para complementar esta pesquisa, é de grande importância novos estudos que abordem com profundidade a coleta de dados numéricos dentro de um canteiro, destacando novos materiais e sua forma de execução, o que seria de grande relevância para a obra em questão, possibilitando a identificação de seus próprios erros e acertos.

Neste caso, devido sua especificidade, poderá ser levada em consideração a questão financeira, abordando a avaliação de outros recursos físicos como equipamentos de transporte de entulho, custo da mão-de-obra etc., envolvendo diversos setores como orçamentos, elaboração e coordenação de projetos e o próprio canteiro de obras.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afonso, W. M. (2005) *Caracterização de resíduo de corte de rochas na produção de argamassas*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Campos dos Goytacazes-RJ, Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense.
- Agopyan V.; Souza, U. E. L.; Paliari, J.C.; Andrade, A.C. (1998) Pesquisa. *Alternativas para a redução do desperdício de materiais nos canteiros de obra*. Relatório final. V.2. Metodologia. EPUSP/FINEP/ITQC. São Paulo.
- Andrade, A. C.; Souza, U. E. L. (2000) *Método para quantificação de perdas de materiais nos canteiros de obras de construção de edifícios: superestrutura e alvenaria*. BT/PCC/250 – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo.
- A construção e o meio ambiente. *Meio ambiente: um grande problema*. Disponível em: <<http://www.recycle.pcc.usp.br/artigos1.htm>>. Acesso em 05 jul. 2005.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (1980). Projeto e execução de obras em concreto armado - procedimento: NBR 6118. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (1982). Revestimento de paredes e tetos com argamassas. Materiais, preparo, aplicação e manutenção - procedimento: NBR 7200. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (1982). Blocos vazados de concreto simples para alvenaria sem função estrutural - especificação: NBR 7173. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (1986). Chapas de madeira compensada – especificação: NBR 9532. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (1987). Determinação de teor de argila em torrões e materiais friáveis – método de ensaio: NBR 7218. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (1987). Determinação de impurezas húmicas em agregados miúdos – método de ensaio: NBR 7220. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (1992). Bloco cerâmico para alvenaria – especificação: NBR 7171. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (1994). Normas de gestão da qualidade e garantia da qualidade - diretrizes: NBR ISS 9001. Rio de Janeiro.

- Associação Brasileira de Normas Técnicas (1995). Condições e meio ambiente do trabalho na indústria da construção: NR 18. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (1995). Revestimentos de paredes e tetos em argamassas inorgânicas - classificação: NBR 13530. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (1996). Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – especificação: NBR 13749. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (1996). Barras e fios de aço destinados a armaduras para concreto armado – especificação: NBR 7480. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (1996). Concreto: Preparo, controle e recebimento - procedimento: NBR 12655. Rio de Janeiro.
- Baía, L.L.M., Sabbatini, F.H. (2000) *Projeto e execução de revestimento de argamassa*. 3.ed. São Paulo: O Nome da Rosa.
- Carneiro, F.P.(2005) *Diagnóstico e ações da atual situação dos resíduos de construção e demolição da cidade do Recife*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba.
- Coelho, W.R. (2002) *O déficit das moradias: instrumento para avaliação e aplicação de programas habitacionais*. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade São Paulo.
- Construbusiness 2003 – Produto Interno Bruto. Disponível em: <<http://www.portaldaconstrução.com.br/construbusiness.htm>>. Acesso em 03 out. 2005
- Cunha A. (1987) Tecnologias aplicadas a construção popular: 44 fatores de erros e desperdícios de recursos nas obras populares no Brasil. In: *Jornadas de Engenharia dos países de língua Oficial Portuguesa*. Rio de Janeiro.
- FINEP/USP/ITQC (2005) *Alternativas para a redução do desperdício de materiais nos canteiros de obras*. Disponível em: <<http://www.pcc.usp.br/Pesquisa/Perdas.htm>>. Acesso em 10 abr. 2005.
- Formoso, C.T. (1996) As perdas na construção civil: conceitos, classificações e seu papel na melhoria do Setor. *Apresentando ao Seminário Desperdício na Construção*. São Paulo: SINDUSCON/SP.
- Gestão de resíduos sólidos (2005). Disponível em: <http://www.ibam.org.br/desenvolvimento_urbano_e_ambiental.htm>. Acesso em 01 abr. 2005.
- Jonh, V.M. (1995) Cimento de escória ativada com silicatos de sódio. Tese (Doutorado) – São Paulo, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. *apud* Afonso W. M. (2005)

- Jonh, V.M. (2000) Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. Tese (livre docência) – São Paulo, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. *apud* Afonso W. M. (2005)
- Oliveira et al (1998). A busca da qualidade do processo construtivo através de um programa de medição de perdas. In: *VII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*, 7. Florianópolis, 1998. Anais. Florianópolis, UFSC, 1998. v.2, p. 515-523.
- Oliveira, M. J. E.; Mattos, J. T.; Assis, C. S. (2001) Resíduos de concreto: classe III versus classe II. Ibracon. In: *IV Seminário de desenvolvimento sustentável na construção civil : materiais reciclados e suas aplicações*. São Paulo.
- Paliari, J.C. (1999) *Metodologia para a coleta e análise de informações sobre consumos e perdas de materiais e componentes nos canteiros de obras de edificações*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – São Paulo, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- Picchi, F.A. (1993) *Sistema de qualidade: uso em empresas de construção de edifícios*. Tese (Doutorado) – São Paulo, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- Pinto, T.P. (1989) *Perdas de materiais em processos construtivos tradicionais*. Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos – UFSCar.
- Pinto, T.P. (1992) Entulho de Construção: problema urbano que pode gerar soluções. *Revista Construção*. São Paulo, v.9, n. 2325, p.23-2.
- Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (2006). Disponível em: <<http://www.cidades.gob.br/pbqp-h/apresentação.htm>>. Acesso em 21. set. 2006.
- Santos, A. (1995) Método de intervenção em obras de edificações enfocando o sistema de movimentação e armazenamento de materiais: um estudo de caso. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Porto Alegre - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Santos, A. (1996) *Método de intervenção para redução das perdas na construção civil: Manual de utilização*. Porto Alegre.
- Skoyles, E.R. (1976) *Materials wastage: a misuse of resources*. Building Research and Practice, jul/aug. *apud* Paliari, J. C. (1999)
- Skoyles, E.R. (1978) *Site accounting for waste of materials*. Building Research Establishment, CP 5/78. *apud* Paliari, J. C. (1999)
- Skoyles, E.R., Skoyles, J. (1987) *Waste prevention on site*. London: Mitchell. *apud* Paliari, J. C. (1999)

- Soibelman, L. (1993) *As perdas de materiais na construção de edificações: Sua incidência e controle*. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil, Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 127 p.
- Souza, R.; Mekbekian, G. (1996) *Qualidade na aquisição de materiais e execução de obra*. São Paulo: Pini.
- Souza, U. E. L., Paliari, J. C., Andrade, A. C., Agopyan, V. (1998) *Perdas de materiais nos canteiros de obras: a quebra do mito*. *Qualidade na construção*, v.2, n.13, p.10-5. São Paulo.
- Souza, U. E. L. (2005) *Como reduzir perdas nos canteiros: manual de gestão do consumo de materiais na construção civil* – São Paulo: Pini.
- Tintas Sherwin Williams (2005). Catálogo de Produtos.
- Tintas Suvinil (2005). Manual de pintura SUVINIL.
- Tintas Ypiranga (2005). Manual técnico.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO PARA LEVANTAMENTO DE DADOS SOBRE EXECUÇÃO DE OBRA

Nome da obra:

Endereço:

Número de pavimentos:

Área total:

1 – DESCRIÇÃO DA EMPRESA

- ✓ Qual o sistema da obra (incorporações imobiliárias, condomínio, etc.)?
- ✓ A empresa passou ou passa por programa de qualidade?
- ✓ A empresa se preocupa com desperdício em obras?
- ✓ Existem engenheiros ou técnicos em tempo integral na obra? Quantos?
- ✓ Existe departamento de compras na empresa?
- ✓ Existe departamento de coordenação de projetos na empresa?
- ✓ Os projetos são feitos por empresas terceirizadas?

2 – DESCRIÇÃO DA EXECUÇÃO

- ✓ Tipo estrutura:
- ✓ Tipo alvenaria:
- ✓ Tipo revestimento interno (emboço, reboco, massa única ou gesso):
- ✓ Tipo revestimento externo (emboço, reboco, massa única):

- ✓ Tipo de argamassa: (preparada em obra, industrializada, dosada em central):

3 – AREIA

3.1 – Recebimento

- ✓ A conferência do volume é feita somente pela nota fiscal?
- ✓ Existe procedimento para conferência no recebimento da areia (por exemplo: cubagem na caçamba ou nos boxes)?
- ✓ Existe um romaneio dos pedidos de escritório para averiguação da entrega?
- ✓ É realizado algum ensaio ou verificação para aceite do produto? Se a resposta for afirmativa, quais?
- ✓ A areia é descarregada no local definido de armazenagem?

3.2 – Estocagem

- ✓ Existe local pré-definido dentro do canteiro para a estocagem?
- ✓ A areia está protegida de chuvas e de ventos no local de estocagem?
- ✓ Existe drenagem no local da estocagem?
- ✓ Os materiais de estoque são separados através de baias?
- ✓ Descreva os boxes de estocagem da areia. Estes possuem fundo, laterais e contrapiso de concreto?

3.3 – Transporte

- ✓ Como é feito o transporte do local de recebimento até o local de estocagem?
- ✓ Como é feito o transporte do local de estocagem até a central de produção?

4 - BRITA

4.1 – Recebimento

- ✓ A conferência do volume é feita somente pela nota fiscal?
- ✓ Existe procedimento para conferência no recebimento da brita (por exemplo: cubagem na caçamba ou nos boxes)?
- ✓ Existe um romaneio dos pedidos de escritório para averiguação da entrega?
- ✓ É realizado algum ensaio ou verificação para aceite do produto? Se a resposta for afirmativa, quais?
- ✓ A brita é descarregada no local definido de armazenagem?

4.2 – Estocagem

- ✓ Existe local pré-definido dentro do canteiro para a estocagem?
- ✓ Existe drenagem no local da estocagem?
- ✓ Os materiais de estoque são separados através de baias?
- ✓ Descreva os boxes de estocagem da brita. Estes possuem fundo, laterais e contrapiso de concreto?

4.3 – Transporte

- ✓ Como é feito o transporte do local de recebimento até o local de estocagem?
- ✓ Como é feito o transporte do local de estocagem até a central de produção?

5 – CIMENTO

5.1 – Recebimento

- ✓ A conferência da quantidade é feita somente pela nota fiscal?

- ✓ Existe um romaneio dos pedidos de escritório para averiguação da entrega?
- ✓ É realizada alguma verificação para aceite do produto (tipo de cimento, existência de cimentos empedrados, sacos rasgados)?
- ✓ O cimento é descarregado no local definido de armazenagem?

5.2 – Estocagem

- ✓ Existe local pré-definido dentro do canteiro para a estocagem?
- ✓ Existe compartimento fechado para o armazenamento dos ensacados?
- ✓ Qual a altura das pilhas?
- ✓ Qual a base utilizada para o armazenamento dos sacos (cotrapiso, madeirite, estrado de madeira)?
- ✓ Existe espaçamento lateral entre os sacos e as paredes?
- ✓ Como é feito a reposição dos sacos de cimento?

5.3 – Transporte

- ✓ Como é feito o transporte do local de recebimento até o local de estocagem?
- ✓ Como é feito o transporte do local de estocagem até a central de produção?

6 – CAL

6.1 – Recebimento

- ✓ A conferência da quantidade é feita somente pela nota fiscal?
- ✓ Existe um romaneio dos pedidos de escritório para averiguação da entrega?
- ✓ É realizada alguma verificação para aceite do produto? Quais?
- ✓ A cal é descarregada no local definido de armazenagem?

6.2 – Estocagem

- ✓ Existe local pré-definido dentro do canteiro para a estocagem?
- ✓ Existe compartimento fechado para o armazenamento dos ensacados?
- ✓ Qual a altura das pilhas?
- ✓ Qual a base utilizada para o armazenamento dos sacos (Por exemplo, estrado de madeira)?
- ✓ Existe espaçamento lateral entre os sacos e as paredes?

6.3 – Transporte

- ✓ Como é feito o transporte do local de recebimento até o local de estocagem?
- ✓ Como é feito o transporte do local de estocagem até a central de produção?

7 – AÇO

7.1 – Recebimento

- ✓ A conferência da quantidade é feita somente pela nota fiscal?
- ✓ Existe um controle da quantidade recebida do material?
- ✓ Existe um romaneio dos pedidos de escritório para averiguação da entrega?
- ✓ É realizada alguma verificação para aceite do produto? Se a resposta for afirmativa, quais
- ✓ O aço é descarregado no local definido de armazenagem?

7.2 – Estocagem

- ✓ Existe local pré-definido dentro do canteiro para a estocagem?
- ✓ O material está protegido de chuvas ?
- ✓ Há proteção contra umidade no local de estocagem?
- ✓ O material é dividido em baias de acordo com a bitola?

7.3 – Montagem de Armadura

- ✓ Há um lay-out da produção da armadura no canteiro?
- ✓ Existe um plano de corte das barras de aço?
- ✓ Qual o tipo de mão-de-obra contratada (própria ou terceirizada)?
- ✓ Os armadores têm o costume de cortar as peças de dimensões maiores primeiro, para maior aproveitamento do material?
- ✓ Existe um local próprio para o armazenamento das sobras das barras de aço? Se existe, este local é dividido por bitolas?
- ✓ Utilizam-se espaçadores para a garantia do cobrimento da armadura?
- ✓ Existem relatórios de execução e controle da montagem das armaduras?

8 – CHAPAS DE MADEIRA

8.1 – Recebimento

- ✓ A conferência do material é feita somente pela nota fiscal?
- ✓ Existe um romaneio dos pedidos de escritório para averiguação da entrega?
- ✓ É realizado algum ensaio ou verificação para aceite do produto (por exemplo: largura, comprimento, espessura e esquadro)? Se a resposta for afirmativa, quais?
- ✓ As chapas são descarregadas no local definido de armazenagem?

8.2 – Estocagem

- ✓ Existe local pré-definido dentro do canteiro para a estocagem?
- ✓ As chapas estão protegidas de chuvas no local de estocagem?
- ✓ Existe proteção contra umidade no local da estocagem?
- ✓ Existe local pré-definido para o armazenamento de sobras das chapas?

8.3 – Execução das Formas

- ✓ Qual o material utilizado para as formas?
- ✓ Qual o tipo de mão-de-obra contratada (própria ou terceirizada)?
- ✓ As formas são executadas de forma a aumentar a seção das estruturas?
- ✓ As mesmas formas são utilizadas em quantos pavimentos?
- ✓ As lajes foram concretadas com as espessuras previstas em projeto.
- ✓ Existem relatórios de execução e controle da execução das formas?

9 – CONCRETO

9.1 – Aplicação

- ✓ Existe um esquema de conferência do concreto entregue através da cubagem das formas?
- ✓ Os traços são especificados pelos engenheiros?
- ✓ Existe excesso no pedido do concreto?
- ✓ Existe o reaproveitamento das sobras de concreto em outras peças estruturais?
- ✓ Na concretagem das lajes, as mesmas são demarcadas com gabaritos metálicos ou de madeira para efetuar os desníveis e a locação dos furos?
- ✓ Há projetos específicos indicando os painéis de concretagem?
- ✓ Existem projetos com as marcações dos furos nas lajes?
- ✓ Existem relatórios de execução e controle da concretagem?

10 – ARGAMASSAS

10.1 – Mistura dos componentes

- ✓ Qual o tipo de argamassa utilizada (preparada em obra, industrializada ou dosada em central)?

- ✓ Existe um *lay-out* da produção da argamassa nos canteiros?
- ✓ Existe definição dos traços de acordo com o serviço?
- ✓ As dosagens são feitas em massa ou volume?
- ✓ Qual o tipo de mão-de-obra contratada (própria ou terceirizada)?
- ✓ Os traços especificados são cumpridos?
- ✓ Os quadros estão expostos nos locais de produção?
- ✓ Existe identificação nos equipamentos de medida?
- ✓ Existe controle da umidade da areia?
- ✓ Qual o equipamento utilizado para a dosagem? Está localizado perto dos estoques e do transporte vertical?
- ✓ A produção de argamassas é feito a mais, gerando entulhos?
- ✓ Existem documentos registrados de execução e controle da produção de argamassas?

10.2 – Transporte

- ✓ Qual o transporte vertical utilizado?
- ✓ Qual o transporte horizontal utilizado?
- ✓ Existem caminhos pré-definidos para o transporte horizontal?
- ✓ Quais as condições da base do trajeto da argamassa? São niveladas? Existem rampas?
- ✓ As rampas existentes possuem boa inclinação?

11 – BLOCOS, TIJOLOS E ALVENARIA

11.1 – Recebimento

- ✓ A conferência é feita somente pela nota fiscal?
- ✓ Existe procedimento para conferência no recebimento dos blocos/tijolos?
- ✓ Existe variação dimensional entre os blocos ou tijolos?
- ✓ Existe desvio em relação ao esquadro e a planeza ?

- ✓ Quais as dimensões dos blocos ou tijolos? Estes estão de acordo com as normas?
- ✓ Existe um romaneio dos pedidos de escritório para averiguação da entrega?
- ✓ É realizado algum ensaio ou verificação para aceite do produto? Se a resposta for afirmativa, quais?
- ✓ O material é descarregado no local definido de armazenagem?
- ✓ O material é entregue paletizado e embalado?

11.2 – Estocagem:

- ✓ Existe local pré-definido dentro do canteiro para a estocagem?
- ✓ Os blocos e tijolos estão protegidos da ação de chuvas no local de estocagem?
- ✓ A base de armazenagem é plana?
- ✓ Qual a altura máxima do empilhamento do material?
- ✓ Cada pilha é constituída pelas mesmas dimensões e tipo de material?

11.3 – Transporte:

- ✓ Como é feito o transporte do local de recebimento até o local de estocagem?
- ✓ Como é feito o transporte do local de estocagem até os pavimentos
- ✓ Existe algum dispositivo como carrinhos ou pallets para efetuar os transportes?
- ✓ O caminho do transporte é regular, com rampas de boa inclinação?

11.4 – Execução das alvenarias

- ✓ Existe projeto específico de alvenaria? Caso a resposta afirmativa anotar os itens que compõe o projeto.
- ✓ Existe projeto detalhado com as elevações e modulações das alvenarias ?
- ✓ Qual o tipo de mão-de-obra contratada (própria ou terceirizada)?
- ✓ Existe planejamento na seqüência da execução da alvenaria? Se a resposta for afirmativa, descreva-o.

- ✓ A quantidade de material é levada ao pavimento na quantidade exata a ser utilizada?
- ✓ Existem documentos registrados da execução e controle da alvenaria?
- ✓ Os blocos utilizados são seccionados?
- ✓ Quais as dimensões dos blocos usados?
- ✓ O mapeamento da laje é feito antes do assentamento da primeira fiada?
- ✓ Existe incompatibilidade entre a estrutura e a alvenaria, exigindo cortes demasiados?
- ✓ Qual o equipamento utilizado para os cortes dos tijolos e blocos?
- ✓ Qual o instrumento utilizado para o assentamento dos blocos ou tijolos?
- ✓ Especificar as espessuras das juntas verticais e horizontais.

12 – REVESTIMENTOS

12.1 – Execução

- ✓ Existe projeto específico de revestimento das paredes? Se a resposta for afirmativa, descreva.
- ✓ Qual o tipo de revestimento interno (chapisco, emboço e reboco; chapisco e massa única; chapisco, emboço e gesso; gesso sobre alvenaria)?
- ✓ Qual o tipo de mão-de-obra contratada (própria ou terceirizada)?
- ✓ Qual a espessura dos revestimentos internos?
- ✓ Qual a espessura dos revestimentos externos?
- ✓ Existe incompatibilidade entre a estrutura e a alvenaria, exigindo aumento das espessuras?
- ✓ A argamassa que cai no chão é reaproveitada, através da colocação no chão de chapas de madeira ou outro dispositivo?
- ✓ Faz-se o taliscamento das paredes a serem revestidas? Qual o material utilizado para as taliscas?
- ✓ O desempenho do revestimento é feito levando em consideração as exigências do tipo de acabamento?

- ✓ Nos compartimentos que serão rebaixados com forros de gesso, os revestimentos vão somente até a altura do forro?
- ✓ Existem procedimentos documentados de controle dos revestimentos?

13 – CONTRAPISOS

13.1 – Execução

- ✓ Existe projeto específico de contrapiso? Se a resposta for afirmativa, descreva.
- ✓ Qual o tipo de mão-de-obra contratada (própria ou terceirizada)?
- ✓ Qual a espessura média dos contrapisos?
- ✓ As lajes possuem desníveis para diminuir a espessura do contrapiso?
- ✓ Antes da execução, tomam-se os níveis em vários pontos do ambiente?
- ✓ É realizado o taliscamento prévio da laje?
- ✓ Existem procedimentos documentados de controle dos contrapisos

14 – CERÂMICAS

14.1 – Recebimento

- ✓ A conferência é feita somente pela nota fiscal?
- ✓ Existe procedimento para conferência no recebimento do produto? Quais?
- ✓ Existe variação dimensional entre as placas?
- ✓ Existe um romaneio dos pedidos de escritório para averiguação da entrega?
- ✓ É realizado algum ensaio ou verificação para aceite do produto? Se a resposta for afirmativa, quais?
- ✓ O material é descarregado no local definido de armazenagem?

14.2 – Estocagem

- ✓ Existe local pré-definido dentro do canteiro para a estocagem?
- ✓ As caixas cerâmicas estão protegidas de intempéries (umidade e acúmulo de pó) no local de estocagem?
- ✓ A base de armazenagem é plana?
- ✓ Qual a altura máxima do empilhamento do material?
- ✓ Cada pilha é constituída pelas mesmas dimensões e tipo de material?
- ✓ O estoque do material é isolado, ou seja, de difícil acesso a maioria das pessoas, devido a roubos e extravios?

14.3 – Transporte

- ✓ Como é feito o transporte do local de recebimento até o local de estocagem?
- ✓ Como é feito o transporte do local de estocagem até os pavimentos?
- ✓ Existe muita quebra no transporte do material?

14.4 – Aplicação das placas cerâmicas

- ✓ Existe projeto específico de paginação de piso e paginação de paredes?
- ✓ Existe projeto com detalhes construtivos de soleiras, acabamento de quinas, peitoris, etc.?
- ✓ Qual o tipo de mão-de-obra contratada (própria ou terceirizada)?
- ✓ Entrega-se o número exato de caixas para cada compartimento?
- ✓ Há procedimentos documentados de verificação e controle da execução dos revestimentos cerâmicos?
- ✓ Qual o equipamento utilizado no corte das cerâmicas?
- ✓ Existe muita quebra no corte das placas cerâmicas?
- ✓ As sobras das placas cerâmicas são reaproveitadas?

15 – INSTALAÇÕES

15.1 – Recebimento

- ✓ A conferência é feita somente pela nota fiscal?
- ✓ Existe procedimento para conferência no recebimento do produto? Quais?
- ✓ Existe um romaneio dos pedidos de escritório para averiguação da entrega?
- ✓ É realizado algum ensaio ou verificação para aceite do produto? Se a resposta for afirmativa, quais?
- ✓ O material é descarregado no local definido de armazenagem?

15.2 – Estocagem

- ✓ Existe local pré-definido dentro do canteiro para a estocagem?
- ✓ O armazenamento é feito através de separação por bitolas?
- ✓ O estoque do material é isolado, ou seja, de difícil acesso a maioria das pessoas, devido a roubos e extravios?
- ✓ Existe local pré-definido para armazenagem das sobras, conforme as bitolas e dimensões?

15.3 – Execução

- ✓ Existe projeto específico de elevações de alvenaria com o trajeto das instalações?
- ✓ Existe a previsão de *shafts* para a passagem das instalações? Em quais locais?
- ✓ Qual o tipo de mão-de-obra contratada (própria ou terceirizada)?
- ✓ Existe alteração do projeto de instalações pelos empreiteiros? Os engenheiros possuem conhecimento dessas modificações?
- ✓ Há procedimentos documentados de verificação e controle da execução das instalações?

16 – GESSO

16.1 – Recebimento

- ✓ A conferência é feita somente pela nota fiscal?
- ✓ Existe procedimento para conferência no recebimento do produto (marca e tipo)?
- ✓ Existe um romaneio dos pedidos de escritório para averiguação da entrega?
- ✓ É realizado algum ensaio ou verificação para aceite do produto? Se a resposta for afirmativa, quais?
- ✓ O material é descarregado no local definido de armazenagem?

16.2 – Estocagem

- ✓ Existe local pré-definido dentro do canteiro para a estocagem?
- ✓ Existe local pré-definido para armazenagem das sobras?

16.3 – Execução

- ✓ Qual o tipo de mão-de-obra contratada (própria ou terceirizada)?
- ✓ Qual a espessura do revestimento de gesso?
- ✓ Existe muito desperdício devido ao tempo de endurecimento do gesso?
- ✓ Existe muita sobra de placas de gesso utilizadas para os forros?
- ✓ As sobras das placas de gesso são reaproveitadas em outros compartimentos?
- ✓ Há procedimentos documentados de verificação e controle da execução dos revestimentos e forros de gesso?

17 – PINTURA

17.1 – Recebimento

- ✓ A conferência é feita somente pela nota fiscal?
- ✓ Existe procedimento para conferência no recebimento do produto (marca, cor e tipo)?
- ✓ Existe um romaneio dos pedidos de escritório para averiguação da entrega?
- ✓ É realizado algum ensaio ou verificação para aceite do produto? Se a resposta for afirmativa, quais?
- ✓ O material é descarregado no local definido de armazenagem?

17.2 – Estocagem

- ✓ Existe local pré-definido dentro do canteiro para a estocagem?
- ✓ O estoque do material é isolado, ou seja, de difícil acesso a maioria das pessoas, devido a roubos e extravios?
- ✓ Existe local pré-definito para armazenagem das sobras?

17.3 – Execução

- ✓ Existem documentações específicas de esquema de pintura?
- ✓ Qual o tipo de mão-de-obra contratada (própria ou terceirizada)?
- ✓ Os revestimentos estão concluídos a pelo menos 30 dias?
- ✓ As paredes são seladas devidamente?
- ✓ As paredes são lixadas antes da aplicação da tinta?
- ✓ São utilizados os manuais de pintura do fabricante para averiguação dos procedimentos a seguir (diluição, lixamento, etc.)?
- ✓ Existe proteção os pisos contra os possíveis respingos?

Há procedimentos documentados de verificação e controle da execução dos revestimentos cerâmicos?