

MÉTODO PARA MEDIR O CUSTO DAS PERDAS EM CANTEIROS DE OBRAS

Iamara Rossi Bulhões (1); Carlos Torres Formoso (2);

Marcos Jorge Almeida Santana (3)

(1) Pesquisadora da UEFS e bolsista do CNPq, iamara@ufba.br

(2) Professor do NORIE/UFRGS, formoso@vortex.ufrgs.br

(3) Professor do MEAU/UFBA, marjoras@ufba.br

RESUMO

O artigo trata do desenvolvimento de um método para medir os custos das perdas em construção civil e discute a sua aplicação em dois estudos de caso na cidade de Salvador - Ba. Objetivando uma visão mais ampla do problema, adotou-se neste trabalho o conceito de perdas da Nova Filosofia de Produção (*Lean Production*), segundo o qual as perdas são associadas à ocorrência de atividades que não agregam valor ao cliente. O método proposto reúne elementos dos métodos de custeio padrão e o baseado na atividade - ABC (*Activity Based Costing*), permitindo a retroalimentação de processo de produção. São geradas informações referentes a perdas financeiras e também relativas à eficiência e qualidade do sistema de produção.

O presente artigo apresenta uma revisão conceitual sobre o tema, os elementos básicos do método proposto, assim como os resultados obtidos nos dois estudos de caso..

Palavras-chaves: perdas, gerenciamento de custos, controle, custeio baseado em atividades.

1. INTRODUÇÃO

Diversos estudos sobre perdas na construção têm sido realizados no Brasil nos últimos anos (Soibelman, 1993; Agopyan et al., 1998), os quais apontaram alguns valores típicos de perdas de materiais e indicaram algumas diretrizes gerais para a sua redução. Em que pese terem chamado à atenção para a importância do problema, existem poucos estudos que abordam com mais profundidade a implementação de mecanismos para o controle das perdas, que possam ser adotadas pelas empresas de construção. Outra limitação dos estudos anteriores foi o fato de que somente as perdas de materiais foram analisadas, deixando de lado outros tipos de perdas.

O presente trabalho adota uma visão mais ampla do conceito de perdas, semelhante ao que é adotado na indústria manufatureira há várias décadas. Além disso, busca introduzir na gestão da produção indicadores de custo das perdas, evitando que a tomada de decisão seja baseada somente através de indicadores de consumo de recursos.

A importância de se acrescentar à mensuração dos custos ao estudo das perdas pode ser justificada por três fatores. Primeiro, a expressão das perdas em termos de custos é necessária para que os empresários do setor mobilizem-se para a aplicação de medidas que efetivem sua diminuição e/ou eliminação. Segundo, é importante que se defina prioridades nos programas de melhorias que deverão ser adotados pelas empresas. Essas prioridades, nesse caso, podem ser dadas às parcelas das perdas que representem maior impacto financeiro às empresas. Terceiro, ao se utilizar medidas de custos, pode-se agregar as perdas de diferentes naturezas, tendo como resultados, indicadores de desempenho global.

O presente artigo apresenta os resultados de um trabalho de pesquisa cujo objetivo foi o desenvolvimento de um método para medir os custos das perdas em processos de produção da construção civil, baseado na adaptação de sistemas de custeio utilizados em outras indústrias. O método poderá ser utilizado para auxiliar o processo de análise e melhoria interna dos processos produtivos.

2. CONCEITOS FUNDAMENTAIS DA GESTÃO DE PRODUÇÃO

2.1 Processo

Utilizou-se neste trabalho o conceito de processo proposto por Koskela (2000), segundo o qual processo é entendido como um fluxo de material ou informação desde a matéria-prima até o produto final. Neste fluxo existem as atividades de processamento, que representam a conversão na produção, e as atividades de inspeção, movimento e espera denominadas de atividades de fluxos (Koskela, 2000).

Um aspecto importante relacionado a este conceito de processo é a introdução do tempo como recurso de ‘entrada’ a ser transformado no processo (Koskela, 2000). Neste contexto, a redução do tempo consumido em todo o processo produtivo passa a ser um importante objetivo. Como consequência, passa a ser relevante a diferenciação de dois tipos de atividades: de transformação e outra de não transformação (Koskela, 2000). As atividades de não transformação – movimento, espera e inspeção – são desnecessárias do ponto de vista do cliente e devem ser reduzidas ou eliminadas do processo de produção tanto quanto possível. São chamadas, também, de atividades que não agregam valor ou, por outros autores, de perdas (Koskela, 2000). As atividades de transformação devem ser realizadas da maneira mais eficiente possível e são ditas que agregam valor ao produto.

2.2 Operações

Para se entender o conceito de operações, é fundamental a introdução do conceito do Mecanismo da Função Produção (MFP). Segundo Shingo (1996), o MFP considera que os sistemas de produção constituem-se em uma rede funcional de processos e operações, que se posicionam ao longo de eixos (X e Y) que se interseccionam. Os processos, como citado no item anterior, referem-se ao fluxo de produtos de um trabalhador para outro, ou seja, representam os estágios pelos quais a matéria-prima se move até se tornar um produto. As operações referem-se ao estágio distinto no qual um trabalhador pode trabalhar em diferentes produtos, isto é, existe um fluxo humano temporal e espacial, que é firmemente centrado no trabalhador (Shingo, 1996).

A função produção, anteriormente à visão de Shingo (1996), consistia de operações que se diferenciavam dos processos apenas no que se referia ao tamanho das unidades de análise. Desta consideração, admitia-se que melhorando as operações, a produção como um todo também melhoraria. Em contraste a este pensamento, Shingo (1996) propôs que sejam priorizadas as melhorias nos processos em relação às operações e, mais do que isto, afirmou que apenas os processos relativos ao processamento agregam valor ao produto, e que todas as outras atividades, são perdas e devem ser eliminadas da produção.

As operações são classificadas, de acordo com Shingo (1996):

- i. Operações de *setup*: preparação antes e depois das operações, tais como a remoção e ajustes de matrizes e ferramentas;
- ii. Operações principais: execução do trabalho necessário. Pode ser dividida em duas subcategorias: operações essenciais e auxiliares. As operações essenciais constituem-se na execução do processo de produção em si, enquanto que as operações auxiliares constituem-se na execução de atividades que se encontram imediatamente antes e depois da realização das operações essenciais;
- iii. Folgas marginais ou não ligadas ao pessoal: são os tempos nos quais os operários não estão realizando qualquer operação e suas causas não estão ligadas à ação direta das pessoas.
- iv. Folgas ligadas ao pessoal: não se relacionam à operação e são relativas às necessidades do operador. Podem ser por fadiga e por necessidades pessoais.

2.3 Perdas

Foi utilizado no presente trabalho o conceito de perdas proposto por Ohno (1997), segundo o qual se divide o movimento dos trabalhadores em trabalho e perdas. O trabalho reúne duas categorias de operações: (a) as que agregam valor; e (b) as que não agregam valor, mas que são essenciais ao processo sem uma mudança de método de trabalho. A perda corresponde às operações que não agregam valor, mas que podem ser eliminadas do processo.

No conceito de perdas adotado neste trabalho, valor está sendo analisado do ponto de vista do cliente que recebe o produto executado de acordo com o projeto, não sendo levado em conta todos os requisitos do cliente final. Num empreendimento imobiliário, tipicamente este cliente corresponde à figura do incorporador. Ao se levar em conta os requisitos do cliente final, deveriam ser levados em consideração também as perdas ocorridas no processo de projeto.

Considerou-se que só as operações de processamento podem agregar valor ao produto, sendo as mesmas denominadas de produtivas. Contudo, assumiu-se que neste tipo de operação também existem perdas, resultante de uma eficiência média de produção inferior àquela considerada normal num sistema de produção. Estas perdas são principalmente causadas por “condições sub-ótimas”, conforme sugerida por Koskela (1999), e também por outros fatores como, por exemplo, falta de motivação dos funcionários, chuvas e temperaturas extremas. Ou seja, assume-se que existem perdas mesmo nas atividades que agregam valor.

Com relação a operações vinculadas a processos secundários, como por exemplo, *setup* foram consideradas como auxiliares. Admitiu-se que parte delas são essenciais para a sua conclusão, considerando um determinado patamar de desenvolvimento do processo e que a outra parte pode ser considerada como perda, da mesma forma que as operações de inspeção, movimento, estocagem dos processos principais.

As operações improdutivas são as que não agregam valor ao produto final e neste trabalho foram consideradas como perda na sua totalidade. Parte dessas atividades são as operações classificadas como folgas e movimento dos funcionários. Ressalta-se que algumas das operações improdutivas são impossíveis de serem totalmente eliminadas do processo de produção, inclusive por que estão relacionadas com folgas devido ao cansaço físico e às necessidades pessoais e movimentos essenciais ao trabalho.

Em relação às perdas de materiais utilizou-se o mesmo conceito de perda adotado nos estudos de Soibelman (1993) e Agopyan et al. (1997). Assim a perda de materiais é dada pela diferença entre a quantidade realmente empregada na execução do trabalho e a quantidade necessária segundo o projeto. A figura 1 representa esquematicamente o desdobramento das perdas adotado no presente trabalho

3. SISTEMAS DE CUSTEIOS

Os sistemas de controle de custos compreendem a associação de um princípio de custeio com um método de custeio. O princípio trata da forma com que os **custos fixos** (aqueles que, no curto prazo, permanecem constantes, qualquer que seja o volume da produção da empresa) e **variáveis** (aqueles constantes por unidade, mas que flutuam no seu total de maneira diretamente proporcional às variações no volume de produção) são determinados.

Neste artigo, serão abordados dois princípios de custeio: o total e o por absorção. Nestes dois princípios, assume-se que os custos e as despesas indiretas fixas são incluídos nos estoques e nos custos dos produtos vendidos. Consideram-se como custos dos produtos tanto os custos variáveis quanto os custos fixos, que são incorporados aos custos dos produtos (Kliemann e Muller, 1994).

A grande diferença entre os princípios do custeio total e do custeio por absorção está na consideração do nível de atividade da empresa. Pelo custeio integral rateia-se a totalidade dos custos fixos aos produtos, independentemente do nível de atividade da empresa. No custeio por absorção, distribui-se aos produtos apenas uma parcela ideal dos custos fixos, isto é, aquela relativa ao nível de atividade normal da empresa (Kliemann e Muller, 1994).

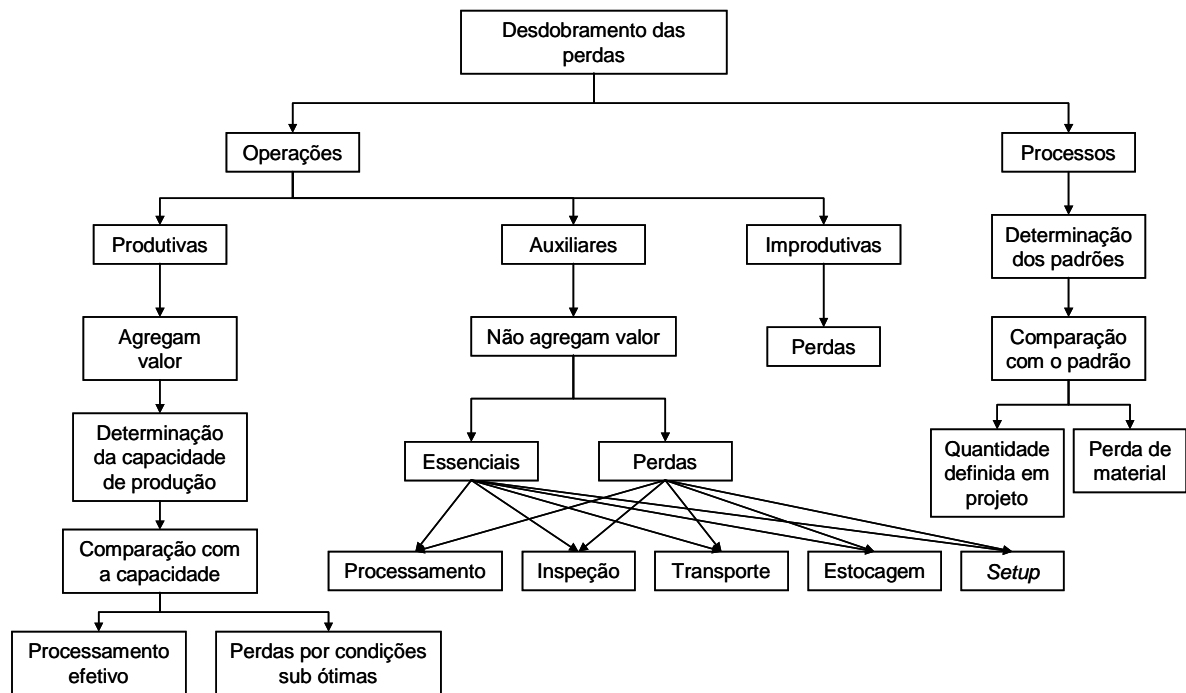


Figura 1: Desdobramento das perdas

Os métodos de custeio definem, a forma como são alocados os **custos diretos** (aqueles facilmente atribuíveis a um determinado produto, como, por exemplo, os custos das matérias-primas) e **indiretos** (aqueles que apresentam algum grau de dificuldade para serem atribuídos aos produtos ou às atividades produtivas, como, por exemplo, os salários dos supervisores) da empresa aos produtos.

Dois dos principais métodos de custeio existentes são o **padrão** e o **custeio baseado na atividade** (ABC - *Activity Based Costing*). O método do custeio padrão fornece um padrão de comportamento para os custos, ou seja, fixa quais deveriam ser os montantes para, ao final da apuração dos custos do período, se proceder a comparação com os custos reais. O método ABC permite que os custos indiretos sejam direcionados primeiro a atividades e processos e, depois, a produtos, serviços e clientes. Os sistemas de custeio ABC são usualmente desenvolvidos com base em quatro etapas:

- Desenvolver o dicionário de atividades: a empresa identifica inicialmente as atividades que estão sendo executadas por seus recursos indiretos e de apoio.;
- Determinar quanto a organização está gastando em cada uma das atividades: no sistema ABC, desenha-se um mapa onde são vinculadas às despesas relacionadas aos vários recursos utilizados na execução da determinada atividade à própria atividade, usando para isto, os geradores de custos de recursos;
- Identificar produtos, serviços e clientes da organização: é neste momento que as organizações devem se questionar sobre a necessidade de se executar as atividades e processos;
- Selecionar geradores de custos da atividade que associam os custos da atividade aos produtos, serviços e clientes da organização.

Para se medir o custo das perdas, utilizou-se apenas com as duas primeiras etapas. Admitiu-se que a alocação dos custos das atividades aos produtos é irrelevante no processo para medição dos custos das perdas, pois o potencial de melhoria dos processos produtivos das empresas relaciona-se com as atividades executadas. Para medição dos custos das perdas foram adotados os princípios por absorção e o total. Segundo Borna (1995), o princípio por absorção tem alta relevância no processo de mensuração de perdas, pois os custos fixos relacionados com a capacidade de produção da empresa não utilizada (ociosidade ou ineficiência) são lançados no período como perdas, e não são atribuídos aos produtos, como no princípio de custeio total. Contudo, neste trabalho optou-se, também, pela utilização do custeio total, pois tem uma lógica bastante semelhante ao custeio por absorção, apesar de não separar os custos fixos relacionados à capacidade não utilizada da empresa. Esta decisão ocorreu em função da dificuldade de determinação da capacidade de produção de algumas atividades.

Foi utilizado o método de custeio padrão para os custos e perdas relacionadas aos materiais diretos, pois é o único método que possibilita análises referentes aos materiais. Através da comparação entre padrões e reais, pode-se segregar as perdas incorridas no custo das matérias primas (Bornia,1995). O emprego do ABC é mais adequado para a parcela relacionada às atividades desenvolvidas para a produção dos serviços (despesas administrativas da empresa, custos indiretos de fabricação e mão-de-obra direta). Com a lógica de separação e análise das atividades, há um grande potencial para a mensuração e auxílio à redução das perdas (Bornia,1995). Mais que simplesmente custear as atividades desenvolvidas, o método ABC permite a análise destas atividades, ou seja, a identificação de tarefas que são realizadas no processo produtivo da empresa, mas que não agregam valor ao produto e podem ser eliminadas.

4. MÉTODO DE PESQUISA

Para se avaliar e ajustar o sistema proposto foram realizados dois estudos de caso em obras na cidade de Salvador, os quais tiveram um caráter preponderantemente exploratório. No primeiro estudo aplicou-se o método inicialmente proposto para medir os custos de perdas e o segundo teve como objetivo refinar o método e as ferramentas utilizadas.

4.1 Escolha das empresas e do sub-sistema de produção

Selecionaram-se empresas que tinham envolvimento com programas de melhorias de processos e preocupação com planejamento e controle do seu sistema de produção. Levou-se em conta também o interesse que as empresas manifestaram pela pesquisa. A empresa A atua no ramo de construção civil desde 1969, atuando principalmente, em incorporação e construção de edifícios residenciais e comerciais na região metropolitana de Salvador. A empresa B atua no ramo de construção civil desde 1970 sendo que, a partir de 1999, passou a atuar no segmento de incorporação e construção de edifícios residenciais. Ambas empresas podem ser consideradas de grande porte, de acordo com a classificação do SEBRAE (possuem mais de 500 funcionários).

A escolha do sub-sistema a ser estudado levou em conta o interesse da empresa e, também, o estágio em que a obra escolhida se encontrava. Nas duas obras, escolheu-se a produção de alvenaria, pois se considerou este sub-sistema importante para a obra como um todo, tanto em termos de custos, como também por seu papel integrador de vários outros sub-sistemas. Havia também interesse por parte das empresas em estudar este processo.

4.2 Método proposto

Foi definido um conjunto de ferramentas, métodos e técnicas para a coleta de dados que possibilitassem a alocação dos custos às despesas e, também, a determinação da produtividade da mão-de-obra e do consumo de materiais. A seguir estão apresentados as ferramentas, métodos e técnicas utilizadas para a coleta de dados:

- Diagrama do processo: utilizada com o objetivo de explicitar detalhadamente o processo de produção de alvenaria.
- Amostragem do trabalho: essa técnica consiste em fazer observações instantâneas, intermitentes e espaciais ao acaso em um certo período (Santos, 1995). Obtém-se uma estimativa da proporção de tempo despendido por cada operário, em um dado tipo de atividade, pela relação entre o número de registros desta atividade e o número total de observações. Conseguem-se, desta forma, evidências de problemas no processo, orientando a implantação de melhorias relacionadas à racionalização do trabalho.
- Cartão de produção: consiste na apropriação da quantidade produzida pelo operário ou pela equipe num determinado período (Santos, 1995). Na mesma planilha pode ser registrado também o tempo gasto para sua execução, tornando possível o cálculo da produtividade. Sua utilização nesse trabalho teve como objetivo a obtenção de dados para consumo de materiais e também possibilitar a análise das perdas referentes às atividades de processamento.
- Entrevistas: foram realizadas com objetivo de obtenção de percepções por parte da gerência da obra para o cálculo de alguns geradores de custos;

- Controle de viagens verticais: foi elaborada uma planilha na qual eram anotados, pelo guincheiro, o número de viagens realizado diariamente e o material transportado;
- Controle dos traços das argamassas: foi elaborada uma planilha na qual era registrado pelo betoneirista, diariamente, o número de traços processados para a execução de alvenaria;
- Documentação de imagens: o processo foi registrado através de fotos de forma a explicitar as causas das perdas;
- Observações diretas dos pesquisadores: a observação direta contribui para selecionar e calcular os geradores de custos e também para a identificação das causas das perdas.

No quadro 1 é apresentado um modelo genérico de classificação das operações envolvidas na alvenaria, os geradores de custos que associam esses recursos às operações e as ferramentas utilizadas para a obtenção dos geradores de custos. Na figura 2 está apresentado um esquema do método proposto. Este é dividido em três fases distintas: preparação da coleta de dados, coleta de dados propriamente dita (fase compreendida entre as datas VI e VF) e processamento e análise de dados.

Quadro 1: Relação entre operações, ferramentas e geradores de custos

Operação	Gerador de Custo	Ferramenta
Administração	Tempo	Entrevistas, observações diretas
Suprimentos	Tempo e quantidades de notas fiscais	Entrevistas. Observações diretas
Estocar	Tempo	Amostragem do trabalho
Setup	Tempo	Amostragem do trabalho
Transportar horizontalmente	Tempo	Amostragem do trabalho
Transportar verticalmente	Nº de viagens	Controle de viagens verticais
Produzir argamassa	Nº de traços produzidos	Controle de traços de argamassa
Produzir alvenaria	Tempos	Amostragem do trabalho
Inspecionar alvenaria	Tempos	Amostragem do trabalho
Improdutivo	Tempo	Amostragem do trabalho

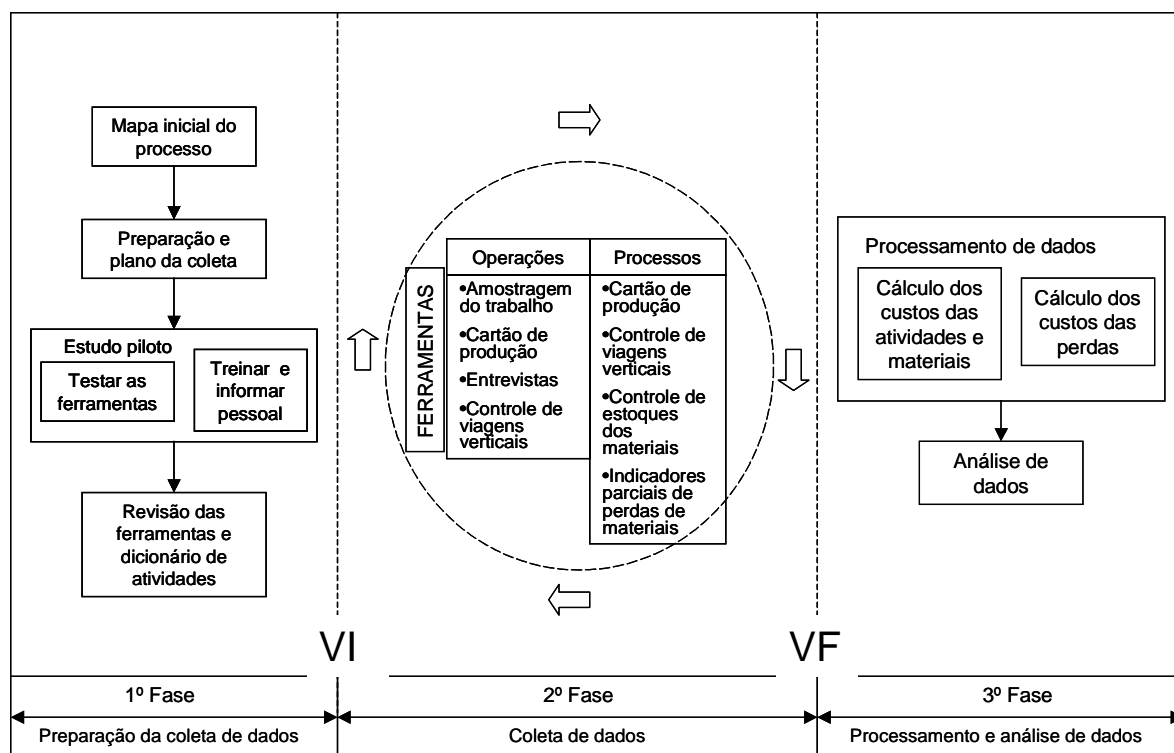


Figura 2: Método para medir o custo de perdas

4.3 Preparação da coleta

Uma vez definida a obra e o sistema de produção a ser estudado, foi iniciada a pesquisa de campo. Antes da coleta propriamente dita, foram realizadas três atividades de preparação, descritas a seguir.

- Desenvolvimento do dicionário de atividades: foi necessária a identificação das atividades a serem executadas e que necessitavam ser custeadas. Assumiu-se, neste trabalho, que cada **operação contribuía para a realização de uma atividade** que consome recursos como mão-de-obra e equipamentos;
- Proposta para geradores de custos: os geradores de custos associam os custos e as despesas às operações executadas. Nesta definição levou-se em conta a disponibilidade de recursos para a execução da pesquisa de campo, o tempo de processamento e análise de dados e, também, o grau de confiabilidade que os dados gerados devem ter;
- Estudo piloto: teve como objetivo treinar a equipe do projeto na utilização das ferramentas de coleta de dados; obter cooperação dos mestres, encarregados e, principalmente, dos operários para a realização do estudo, assim como definir as operações a serem observadas na amostragem de trabalho.

4.4 Coleta de dados

Foram realizadas duas vistorias, uma no início (VI) e outra no final (VF) da coleta. Nestas vistorias foram contabilizados os estoques e medidos os serviços realizados, o que possibilitou a definição dos serviços executados e as quantidades de materiais efetivamente utilizadas no período. Durante o intervalo de tempo entre as vistorias inicial e final, foram aplicadas as ferramentas descritas no item 4.2 e, também, realizado o controle de recebimento e transferência de materiais. Além disto, foram aplicadas algumas planilhas para a coleta de indicadores parciais de perdas, baseadas no trabalho de Agopyan (1998) para perdas de materiais.

4.5 Processamento e análise de dados

A fase de processamento de dados ocorreu durante e após o período de coleta de dados. Primeiramente, realizou-se o cálculo dos custos de todas as operações envolvidas no sistema de produção da alvenaria e dos materiais utilizados no período compreendido entre as vistorias inicial e final. No quadro 2 estão apresentadas as fórmulas utilizadas para o cálculo dos custos das operações e materiais e suas respectivas perdas.

Quadro 2: Fórmulas utilizadas no trabalho

Custos		Fórmulas	Descrição das variáveis
Custos total período de estudo	Operações (CT_O):	$CT_O = (C_{MOD} + C_{MDI}) \times GC_{Operações}$	C_{MDO} = custo da mão de obra direta; C_{MDI} = custo da mão de obra Indireta; $GC_{Operação}$ = gerador de custo da operação
	Materiais (CT_M):	$CT_M = CR \times Custo_{unitário}$	CR = Consumo real do material $Custo_{unitário}$ = custo unitário do material
Custo das perdas das operações	Auxiliares ($CPO_{Auxiliares}$)	$CPO_{Auxiliar} = 75\% \times CT_O$	
	Produtivas ($CPO_{Produtivas}$)	$P_{Padrão} = IP_{Padrão} \times NDT_{MOD}$ $CPO_{Produtiva} = CFMOD_{Real} \times \left(1 - \frac{P_{Real}}{P_{Padrão}}\right)$	$IP_{Padrão}$ = índice de produtividade padrão do período (m^2/dia) NDT_{MOD} = número de dias trabalhados (mão-de-obra direta) (dia) $P_{Padrão}$ = produção padrão do período (m^2) P_{real} = produção real (m^2) $CFMOD_{real}$ = custo fixo da mão-de-obra direta (R\$)
	Improdutivas ($CPO_{Improdutivas}$)	$CPO_{Improdutiva} = 100\% \times CT_O$	
Custo das perdas de materiais (CPM)		$CPM = (CR - CTM) \times Custo_{unitário}$	CR = Consumo real do material CTM = consumo teórico de material

Considerando que a parcela tida como essencial das operações auxiliares é de difícil medição na prática, adotou-se um percentual de perdas de 75% nos tempos auxiliares, a partir do indicador proposto por Oglesby et al. (1989) para trabalho essencial ($T_{\text{Essencial}}$).

5. RESULTADOS OBTIDOS

5.1 Estudo de Caso A

O quadro 3 apresenta um resumo dos custos do processo. Observa-se que os materiais correspondem a 48,1% dos custos e a mão-de-obra 51,9%, valores estes que podem ser considerados típicos do setor. Chama a atenção o fato de que apenas 22,3% dos custos referem-se à mão de obra no processamento e também a elevada parcela despendida com a inspeção (10,1%).

Quadro 3: Custo no processo no Estudo de Caso A

Materiais e operações	Custos no período (R\$)	Custos no período (%)
Materiais	25.086,55	48,1
Processamento	11.644,12	22,3
Improdutivas	5.718,20	11,0
Inspeção	5.252,88	10,1
Transporte	2.901,62	5,6
Setup	943,66	1,8
Administrativo	483,33	0,9
Estocagem	97,03	0,2
Total	52,127,39	100%

No quadro 4 consta um resumo de todos os custos das perdas no estudo de caso. Observa-se que 38,5% dos custos totais da produção da alvenaria foram identificados como perdas, sendo cerca de 29% referentes à mão-de-obra (operações) e 9,2% aos materiais. Nota-se, também, que as perdas nas operações auxiliares correspondem à maior parcela das perdas da mão-de-obra (42%).

Quadro 4: Resumo do custo das perdas no Estudo de Caso A

Tipos de perdas	Custo da operação (R\$)	Custo da perda (R\$) (A)	(A)/(B)
Operações auxiliares	11.599,11	8.699,33	16,7
Inspeção	5.252,88	3.939,66	7,6
Transporte	2.901,62	2.176,21	4,2
Estocagem	97,03	72,77	0,1
Setup	943,66	707,75	1,4
Processamento	2.403,92	1.802,94	3,5
Operações produtivas	9.240,19	504,08	1,0
Processamento	9.240,19	504,08	1,0
Operações improdutivas	5.718,20	5.718,20	11,0
Movimento	2.229,24	2.229,24	4,3
Folga especial por falta de material	523,63	523,63	1,0
Outras folgas	2.700,96	2.700,96	5,7
Materiais	25.086,55	4.780,88	9,2
Cimento	1.103,90	713,80	1,4
Cal	867,00	680,00	1,3
Areia	740,64	478,33	0,9
Bloco	22.375,01	2.908,75	5,6
Outra	314,97	314,97	0,6
Acidente de trabalho	314,07	314,07	0,6
TOTAL	51.959,02 (B)	20.017,46	38,5

Com relação aos custos de perdas de materiais, observa-se que é bastante elevada, confirmando que, apesar das pesquisas realizadas e divulgadas sobre o tema, existia ainda uma falta de preocupação com essas perdas nas empresas estudadas. Além disso, notou-se, também, deficiências no gerenciamento dos materiais, principalmente em relação ao armazenamento e manuseio dos mesmos no canteiro de obra.

5.2 Estudo de Caso B

O quadro 5 apresenta um resumo dos custos do processo. Observa-se que os materiais correspondem a 34,3% dos custos do mesmo e a mão-de-obra 65,7%. Novamente, chama a atenção o fato de que apenas 20,1% dos custos referem-se à mão de obra no processamento e também a elevada parcela despendida com a inspeção (10,6%).

Quadro 5: Custo do processo no Estudo de Caso B

Materiais e operações	Custos no período (R\$)	Custos no período(%)
Materiais	11.745,18	34,3
Processamento	6.870,18	20,1
Improdutivas	4.389,49	12,8
Inspeção	3.641,09	10,6
Transporte	2.980,32	8,7
Setup	2.045,66	6,0
Administrativo	2.034,55	6,0
Estocagem	489,31	1,4
Total	34.192,75	100

No quadro 6 consta um resumo de todos os custos das perdas no estudo de caso B. Observa-se que 49,2 % dos custos totais da produção da alvenaria foram identificados como perdas, sendo estas referentes, especialmente, à mão-de-obra (operações). Nota-se, também, que a perda mais importante é referente às operações auxiliares, principalmente à inspeção e ao transporte, e correspondem a 53% dos custos totais das perdas.

Quadro 6: Resumo do custo das perdas no Estudo de Caso B

Tipos de perdas	Custo da operação (R\$)	Custo da perda (R\$) (A)	(A)/(B)
Operações auxiliares	11.207,44	8.405,58	26,1
Inspeção	3.096,41	2.730,82	8,5
Transporte	2.980,32	2.235,24	7,0
Estocagem	486,31	364,73	1,1
Setup	2.045,66	1.534,24	4,8
Processamento	2.054,06	1.540,54	4,8
Operações produtivas	4.816,12	490,24	1,5
Processamento	4.816,12	490,24	1,5
Operações improdutivas	4.389,46	4.389,46	13,6
Movimento	1.932,83	1.932,83	6,0
Folga especial por falta de material	462,30	462,30	1,4
Outras folgas	1.994,33	1.994,33	6,2
Materiais	11.745,18	2.541,55	7,9
Bloco	8.758,46	831,62	2,6
Cimento	2.235,20	1.279,67	4,0
Areia	426,72	244,31	0,8
Arenoso	324,8	185,94	0,6
TOTAL	32.158,20	15.826,82	49,2

Observou-se também que o custo da perda de materiais foi relativamente elevado. Contudo, as perdas mais expressivas foram relacionadas com as atividades que não agregam valor, através da constatação de que cerca de 40% do custo das perdas foram com as operações auxiliares e improdutivas. Observou-se, também, que o custo total das perdas representou cerca de seis vezes mais que dos materiais, indicando a necessidade de se trabalhar com a primeira categoria de perdas.

6. CONCLUSÕES

Entre as principais conclusões deste trabalho salientam-se:

- a) O estudo demonstrou a possibilidade de análise conjunta de dados de custos de perdas de mão-de-obra e de materiais, usando os métodos de custeio padrão e ABC respectivamente;
- b) As técnicas da amostragem do trabalho e do cartão de produção mostraram-se eficazes como técnicas de apoio gerencial no processo de redução das perdas. Constatou-se que a amostragem do trabalho pode ser utilizada como um instrumento de controle, pois aponta a importância relativa de cada operação no sistema de produção a um custo de coleta relativamente baixo. Com relação à utilização do cartão de produção, observou-se que este representou o elo entre os dados relacionados aos materiais e mão-de-obra, podendo ser usado tanto para o controle da produtividade da mão-de-obra como para o consumo de materiais
- c) Os custos das perdas na mão-de-obra são superiores aos dos materiais, principalmente os relacionados às atividades que não agregam valor ao produto, indicando a necessidade de se investigar a ocorrência de perdas nas atividades de fluxo, principalmente inspeção e transporte.

REFERÊNCIAS

- AGOPYAN, V. et al. Alternativas para a redução dos desperdícios de materiais nos canteiros de obras. São Paulo: PCC, Universidade de São Paulo, 1998. Relatório parcial.
- BORNIA, A.C. Mensuração das perdas dos processos produtivos: uma abordagem metodológica de controle interno. Florianópolis, UFSC, 1995. Tese de Doutorado.
- KAPLAN, R.S.; COOPER, R. Custo & Desempenho: Administre seus custos para ser mais competitivo. São Paulo: Futura, 1998.
- KLIEMANN, F.; MULLER, C. J. A mudança dos sistemas de custeio em ambientes modernos de manufatura: um estudo de caso. In: I CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO ESTRATÉGICA DE CUSTOS. **Anais...** São Leopoldo-RS, 1994. p. 258-276.
- KLIEMANN, F. Notas de aula da disciplina de custos industriais. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 199..
- KOSKELA, L. **An exploration towards a production theory and its application to construction.** Espoo, Finlândia, VTT, 2000. VTT Publications 408
- KOSKELA, L. Management of production in construction: a theoretical view. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 7, 1999, Berkeley, CA, **Proceedings...** University of California, 1999, p. 241-252.
- OGLESBY, C.H.; PARKER, H.W.; HOWELL, G.A. Productivity improvement in construction. McGraw-Hill. 1989.
- OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção** – Além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997. 149p.
- SANTOS, A. Método de intervenção em obras de edificações enfocando o sistema de movimentação e armazenamento de materiais: um estudo de caso. Porto Alegre, 1995. Porto Alegre, CPGEC/UFRGS, 1995. Dissertação de Mestrado.
- SHINGO, S. O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da engenharia de produção; trad. Eduardo Schaen, 2º edição. Porto Alegre, Artes Médicas, 1996.
- SOIBELMAN, L. As perdas de materiais na construção de edificações: sua incidência e controle. Porto Alegre, , CPGEC/UFRGS, 1993. Dissertação de Mestrado.