

# Método para avaliação da qualidade de processos construtivos em empreendimentos habitacionais de interesse social

*Method for evaluating the quality of construction processes in social interest housing projects*

Letícia Ramos Berr  
Carlos Torres Formoso

## Resumo

**A**s dificuldades em controlar, manter e melhorar a qualidade de execução de obras na construção civil têm sido evidenciadas em diversos trabalhos, apesar da disseminação da certificação de sistemas de gestão da qualidade no Brasil. Especificamente no segmento de habitação de interesse social, as empresas construtoras atuam em um contexto de elevado nível de atividade e limitada margem de lucro, exigindo que a qualidade dos processos seja controlada, de forma a evitar perdas. O presente trabalho propõe um método para a avaliação da qualidade de processos construtivos em termos de conformidade em empreendimentos de habitação de interesse social. Buscou-se identificar os processos que mais impactam na qualidade do produto habitação, baseado na bibliografia, na percepção de especialistas e nas reclamações de usuários. Como principais contribuições do trabalho, destacam-se o método proposto e os resultados obtidos com sua operacionalização na forma de indicadores de conformidade das obras. Os dados foram coletados em empreendimentos da Região Metropolitana de Porto Alegre e das cidades de Caxias do Sul e Pelotas, no Estado do Rio Grande do Sul.

**Palavras-chave:** Indicadores de qualidade. Conformidade. Medição de desempenho. Habitação de interesse social.

## Abstract

*The difficulties of controlling, maintaining and improving the quality of construction processes have been pointed out in several studies, despite the dissemination of the certification of quality management systems in Brazil. In the case of the social interest housing subsector, construction companies operate in a context of high level of activities and limited profit margins, which demands the quality of processes to be controlled in order to avoid waste. This research work proposes a method for assessing quality of construction processes in terms of conformance in social interest housing projects. The processes that most affect the quality of housing projects were identified based on the literature, on the perception of experts, and on complaints from users. The data obtained results in a set of quality indicators related to the conformance of construction processes. The main contribution of this investigation is the proposed method, and the indicators of process compliance obtained during its implementation. Data were collected in projects from the Metropolitan Region of Porto Alegre, and from Caxias do Sul, and Pelotas, in the State of Rio Grande do Sul.*

Letícia Ramos Berr  
Núcleo Orientado para a Inovação da  
Edificação  
Universidade Federal do Rio Grande  
do Sul  
Rua Osvaldo Aranha, 99, Centro  
Porto Alegre - RS - Brasil  
CEP 90035-190  
Tel.: (51) 3308-3518  
E-mail: leticia.berr@ufrgs.br

Carlos Torres Formoso  
Núcleo Orientado para a Inovação da  
Edificação  
Universidade Federal do Rio Grande  
do Sul  
E-mail: formoso@ufrgs.br

Recebido em 05/08/11  
Aceito em 12/04/12

**Keywords:** Quality Indicators. Conformance. Performance measurement. Social interest housing.

## Introdução

Nos últimos anos o setor da construção vem realizando esforços para a elevação da qualidade de seus produtos e serviços por meio de ações voltadas à redução de prazos e custos. Muitas empresas construtoras vêm buscando melhorar seu desempenho, principalmente para a obtenção de certificação com base na série de normas ISO 9000 (ABNT, 2008) e no Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat (PBQP-H).

Especificamente no segmento de habitação de interesse social, as empresas construtoras necessitam controlar a qualidade dos processos de maneira eficaz, para atuar em um contexto diferenciado de empreendimentos com limitadas margens de lucro. Também, neste segmento, a Caixa Econômica Federal (Caixa), como agente de políticas habitacionais do Governo Federal, necessita de informações sobre a qualidade das habitações, de maneira a apoiar as ações de aprovação e controle dos empreendimentos. Com esse propósito, a Caixa realiza periodicamente vistorias à produção das unidades habitacionais visando verificar o avanço físico das construções, sua qualidade, bem como o desempenho das construtoras (BARTZ, 2007).

Entretanto, existem dificuldades no controle da qualidade dos processos construtivos em empreendimentos habitacionais de interesse social (EHIS) que são fortemente relacionadas a obstáculos tecnológicos e organizacionais das empresas, tais como dificuldades de implementação dos sistemas de gestão da qualidade (SGQ), deficiências no gerenciamento dos canteiros de obras (JESUS, 2004), e ineficácia dos mecanismos de fiscalização e acompanhamento da execução das obras (REIS; MELHADO, 1998; JESUS, 2004). Tais problemas podem ser agravados caso não existam sistemas de informação capazes de identificar rapidamente as falhas nos processos de produção (ARDITI; GUNAYDIN, 1997), comprometendo a disseminação do conhecimento interna e externamente às empresas (ROY; LOW; WALLER, 2005). Para Jesus (2004), as ações de controle da qualidade dos agentes públicos em obras de interesse social também são falhas por enfatizarem a liberação de recursos financeiros. De fato, os estudos de Bartz (2007) e Richter (2007) indicaram que as ações das construtoras, dos órgãos promotores e de fomento destinadas à elevação da qualidade das habitações possuem limitações. Os resultados do Projeto de Tecnologia e Gestão no Processo de Produção de Habitação de Interesse Social (TECNOLOGIA..., 2009) reforçaram a ocorrência desses problemas,

apontando a existência de esforços isolados e de baixo impacto por parte dos agentes do setor para a melhoria da qualidade. Alguns estudos têm relacionado as falhas na gestão da qualidade de empreendimentos habitacionais de interesse social no Brasil, tanto na etapa de projeto como de execução, à elevada incidência de manifestações patológicas nas edificações (ANDRADE; DAL MOLIN, 1998; FIESS *et al.*, 2004; RICHTER, 2007; ALEXANDRE, 2008). Esse tipo de problema também tem sido identificado no segmento de habitação de interesse social de outros países (ROY; LOW; WALLER, 2005).

Apesar da importância desse tema, é escassa a literatura sobre a construção de sistemas de controle da qualidade de execução dos processos que produzam informações de maneira sistemática e expedita. Nesse sentido, o uso de tecnologia da informação para as atividades de coleta, processamento, distribuição e análise pode contribuir com a redução de tempo, esforços e recursos, facilitando a utilização das informações pelos diversos agentes envolvidos (COSTA, 2003; SCHEER *et al.*, 2006).

O presente artigo apresenta um método de avaliação da qualidade de processos construtivos empregados em EHIS, cujo objetivo é auxiliar nas ações de melhoria da qualidade dos empreendimentos. O desenvolvimento desse método parte da premissa de que um processo sistematizado e ágil de acompanhamento de obras por parte de um agente externo pode fornecer informações para apoiar a tomada de decisão dos diferentes agentes envolvidos com a provisão de EHIS. Esse método foi testado em 24 empreendimentos vinculados ao Programa de Arrendamento Residencial (PAR) e Minha Casa Minha Vida (MCMV) no Rio Grande do Sul.

## Medição de desempenho em qualidade

A medição de desempenho constitui-se em um dos requisitos da norma ISO 9000 (ABNT, 2008), sendo esta um elemento importante dos sistemas de gestão da qualidade (SGQ), visando à análise e melhorias nos processos, produtos, além do SGQ em si. Assim, a exigência de certificação de SGQ vem disseminando no setor a medição de desempenho (COSTA, 2003), visando indicar a necessidade de melhorias internas, estabelecer metas para comparar com o desempenho de outras organizações, e indicar as intervenções mais importantes ou viáveis (SINK; TUTTLE, 1993; NEELY, 2004). Nesse sentido, a última revisão da

norma ISO 9001, em 2008, reforçou a necessidade de análise e ações de melhorias dos processos abordados nos SGQ.

Segundo Souza e Abiko (1997), medidas de desempenho são expressões quantitativas que representam uma informação obtida a partir da medição e análise de uma estrutura produtiva, de seus processos e produtos. Os mesmos autores classificam os indicadores de desempenho em dois grupos, produtividade e qualidade, sendo o último referente ao desempenho do processo ou produto no atendimento às necessidades dos clientes internos e externos (SOUZA; ABIKO, 1997).

Para Lantelme (1994), qualquer indicador de desempenho deve atender a alguns requisitos básicos, como seletividade, representatividade, simplicidade e validação. Segundo Koskela (1992), as medidas devem ser simples, visando reduzir os esforços em sua obtenção, já que não agregam diretamente valor ao produto. Plossl (1991) sugere medidas mais agregadas para a gestão dos processos e a disseminação delas em formatos que possibilitem uma análise visual. Garvin (2002) sugere que os sistemas de informação sobre a qualidade devem atender a alguns requisitos: especificidade e detalhe dos dados, rapidez no feedback, e a clara identificação do nível hierárquico no qual as informações são relatadas (GARVIN, 2002). Juran e Gryna (1988) enfatizam também a necessidade de planejar bases de dados sobre qualidade, de forma a considerar a necessidade de entrega de informações a todos os níveis hierárquicos, alterando somente seu formato.

Para Slack *et al.* (1997), o controle da qualidade é uma abordagem sistemática de detecção e tratamento dos problemas de qualidade da produção. Garvin (2002) salienta que esse controle necessita de informações confiáveis em tempo oportuno, sendo importante o monitoramento do progresso alcançado nos programas de melhorias. Assim, o desenvolvimento de sistemas de medição de desempenho deve identificar o fluxo de informações para apoiar a tomada de decisão em pontos-chave ao longo do processo de desenvolvimento do produto (COSTA, 2003), fornecendo informações aos diferentes níveis de gestão. Para isso, a compreensão dos problemas e de suas causas (GARVIN, 2002), o conhecimento das reais necessidades de informação (LANTELME, 1994) e a implementação de ciclos de controle (CAMPOS, 1992) são necessários para que a medição seja eficaz, assim como as ações preventivas e corretivas provenientes destas.

As informações sobre as etapas da construção podem retroalimentar o sistema de gestão da

qualidade das empresas construtoras de forma proativa ou reativa (SOUZA; ABIKO, 1997; OLIVEIRA, 1999). Por um lado, os indicadores de qualidade podem avaliar os processos internos da empresa, permitindo uma análise mais localizada sobre aspectos operacionais (GRANDO; GODOY; WACHHOLZ, 1998; OLIVEIRA, 1999), ou seja, auxiliando em decisões que previnam ou atenuem a propagação de erros em seus momentos iniciais (HOPKINS, 2007). Por outro lado, o uso de medidas reativas que quantifiquem ações que já ocorreram (HOPKINS, 2007) podem apoiar atividades de planejamento de projetos futuros, ao invés de colaborar com a retificação do problema identificado. Mesmo assim, as medidas reativas são úteis nos SGQ e indicam a preocupação efetiva da organização em aprender com erros cometidos (OLIVEIRA, 1999).

## Método de pesquisa

Neste estudo, optou-se pela estratégia de pesquisa denominada *constructive research* ou pesquisa construtiva. Essa estratégia tem sido aplicada em diversas áreas do conhecimento, entre as quais a administração, a medicina e a tecnologia da informação. Segundo Beitz (1994), tal estratégia visa a analisar sistemas técnicos (produtos e processos) e sua relação com o ambiente (humano, natureza e outros sistemas) utilizando métodos científicos. Lukka (2003) divide a pesquisa construtiva em seis grandes fases:

- (a) identificação de problemas relevantes do mundo real;
- (b) obtenção de um conhecimento profundo sobre o assunto;
- (c) produção de um artefato inovador para a solução do problema;
- (d) análise do escopo de aplicação do artefato;
- (e) vínculo entre a pesquisa, o artefato e o conhecimento teórico existente; e
- (f) reflexão dos resultados obtidos diante da teoria existente.

A pesquisa foi organizada em quatro fases, alinhadas com a divisão proposta por Lukka (2003), como mostra a Figura 1:

- (a) análise de pesquisas anteriores;
- (b) estudo inicial;
- (c) desenvolvimento do artefato (método); e
- (d) análise das contribuições do artefato.

Ao longo de todo o trabalho, foi realizada uma revisão bibliográfica.

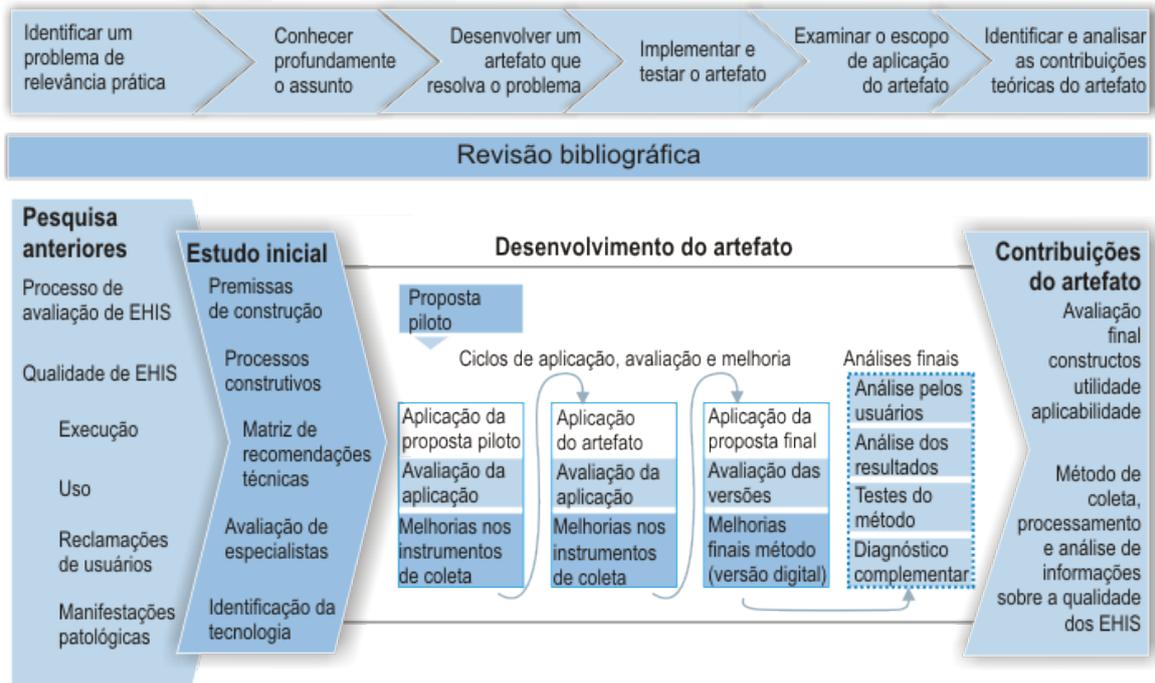


Figura 1 - Delineamento da pesquisa

Na primeira fase buscou-se entender o problema prático que foi considerado como ponto de partida para este trabalho, relacionado à falta de conformidade das obras a partir de uma revisão bibliográfica com foco em EHIS.

Na segunda fase, foram estabelecidas as premissas para a construção do método de coleta, processamento e análise de informações sobre a qualidade dos EHIS. Essas premissas constituem-se em um conjunto de objetivos que foram estabelecidos para o desenvolvimento do método proposto, considerando as limitações que existem na atividade de acompanhamento de obras e oportunidades de melhorias existentes. As premissas foram identificadas por meio de entrevistas não estruturadas com profissionais com experiência em controle das obras de habitação de interesse social e na revisão bibliográfica.

Em paralelo, buscou-se entender o processo produtivo dos EHIS, a partir de dados secundários sobre características técnicas e materiais utilizados em empreendimentos já entregues e na revisão bibliográfica sobre técnicas construtivas. Também, a partir de questionários e participação em reuniões, buscou-se obter a percepção de um grupo de profissionais do setor sobre os problemas mais recorrentes nos processos construtivos investigados. Ainda, foram analisados dados de reclamações de usuários após a ocupação de empreendimentos, relacionadas à falta de conformidade das edificações. Esse conjunto de atividades contribuiu para a identificação dos

processos construtivos críticos, bem como para a construção da matriz de recomendações técnicas. Ao final dessa fase foi definida a tecnologia a ser empregada para a informatização do método proposto com base nas premissas para sua construção e nas possibilidades de desenvolvimento de softwares que pudessem atender às necessidades do estudo.

A fase de desenvolvimento do artefato foi dividida nos seguintes grupos de atividades:

- (a) três ciclos de aplicação, avaliação e melhorias;
- e
- (b) análises finais.

O primeiro ciclo ocorreu a partir da proposta piloto dos instrumentos de coleta de dados (IC). Os IC foram aplicados em campo, visando avaliá-los a partir da medição dos tempos de coleta, das dificuldades de compreensão do conteúdo, de observação e de medição por parte da equipe de pesquisa, além da avaliação da escala de respostas empregada. O segundo ciclo objetivou o aprimoramento dos IC, com foco na consistência interna. Assim, eles foram submetidos à avaliação por um grupo de especialistas. Também nessa etapa foi elaborado o planejamento estatístico da coleta, que incluiu os constructos de resposta estatística, a definição do cálculo amostral e a formulação de indicadores de conformidade. Já a avaliação em campo contribuiu para testar as melhorias implementadas e o cálculo amostral inserido nesta versão. A avaliação dos

especialistas, por sua vez, contribuiu para a análise técnica do conteúdo dos IC e para identificar o impacto de cada item de verificação dos IC sobre a qualidade de execução dos processos em estudo. Ao final desse ciclo, foram definidos os requisitos do método para o desenvolvimento da versão em mídia digital. No último ciclo desenvolveu-se um plano de distribuição de informações, a partir de identificação das necessidades de seus potenciais usuários, bem como da definição do formato de entrega dessa informação. Também foram aplicados em campo os IC na versão final, em mídia impressa e digital.

Nas análises finais, o método foi avaliado por seus usuários, sendo estes os pesquisadores que o utilizaram ao longo da pesquisa e os técnicos da Caixa que avaliaram a proposta final. Também foi elaborado um diagnóstico do processo de acompanhamento de obra e analisados os resultados obtidos com a aplicação do método. Os objetivos dessas atividades foram:

- (a) avaliar a versão digital do método que foi utilizada em paralelo com a versão impressa;
- (b) verificar a qualidade em uso da versão digital do método;
- (c) identificar possíveis alterações na forma de atuação da Caixa, devido às alterações em programas habitacionais promovidos pelo governo; e
- (d) avaliar as possibilidades de apresentação de dados, utilizando os gráficos e as estatísticas geradas.

Ao final, o método foi avaliado com base em evidências surgidas ao longo do trabalho e nos resultados obtidos com sua aplicação a partir dos constructos utilidade e aplicabilidade.

## Resultados

Neste item, são apresentadas as características do ambiente de implantação para o qual o método foi desenvolvido, bem como a identificação dos requisitos dos usuários dele. Também são descritas as principais etapas de construção do método e apresentados os resultados obtidos com sua aplicação.

### Ambiente de implantação do método proposto

O processo de acompanhamento de obras da Caixa-RS é coordenado pela Gerência de

Desenvolvimento Urbano (Gidur), setor da Caixa que também avalia e aprova novos empreendimentos. Esse processo possui uma estrutura organizada em quatro vistorias distintas:

- (a) vistoria extraordinária;
- (b) vistoria de medição;
- (c) vistoria de entrega do imóvel; e
- (d) monitoria de alvenaria estrutural.

O Quadro 1 apresenta os objetivos de cada vistoria, bem como o tipo e o destino das informações obtidas nessas atividades. O método foi desenvolvido para ser utilizado nos dois primeiros tipos de vistorias, nas quais são feitas medições de avanço físico e avaliações da qualidade da obra, normalmente apenas com base em observação visual, de maneira não sistemática e sem o auxílio de instrumentos. Essas vistorias têm duração média de uma hora por empreendimento, sendo feitos registros fotográficos de partes da obra julgadas importantes pelos técnicos. A Caixa emite relatórios às empresas construtoras apenas no caso de serem identificados problemas na obra que comprometam sua entrega. O único tipo de retroalimentação documentada entregue às empresas vem dos relatórios de monitoramento da alvenaria estrutural. Estes possuem recomendações para a melhoria da qualidade desse processo, mas as informações geradas não são utilizadas de forma sistemática pela Caixa para gerar uma retroalimentação ampla sobre a qualidade do conjunto de obras em andamento.

De maneira geral, este estudo ratificou as conclusões do diagnóstico sobre o processo de acompanhamento de obras realizado por Bartz (2007), apontando problemas semelhantes, tais como a falta de padronização dos relatórios de vistoria das obras; a inexistente complementaridade entre as informações das diferentes vistorias; a ausência de disseminação das informações das vistorias para os demais setores da Caixa e para as empresas construtoras; e a inexistência de uma base de dados contendo informações formalizadas e sistemáticas sobre a qualidade das obras para uso interno da Caixa. Ou seja, as informações coletadas têm apenas um uso local, sendo utilizadas para analisar a obra em questão, sem uma avaliação longitudinal do desempenho da empresa, pelo conjunto de obras, o que possibilitaria uma comparação entre diferentes empresas ou regiões.

Tipo de vistoria	Vistoriador	Periodicidade	Objetivo	Tipo de informação obtida	Destino da informação coletada
<b>Vistoria extraordinária</b>	Empresa terceirizada credenciada pela Caixa.	semanal / quinzenal	Intensificar ações de melhoria da qualidade.	Verifica serviços em execução. Cumprimento de projeto. Gestão de obra para a conclusão do empreendimento.	Gidur - Acompanhamento de Obras.
<b>Vistoria de medição (aferição-PLS)</b>	Técnico da Caixa ou empresa credenciada.	mensal	Comparar o conograma previsto com o realizado p/ liberação de recursos financeiros.	Avanço físico.	Departamento Financeiro.
			Verificar a qualidade de execução dos serviços.	Anexos da RAE - qualidade da obra e desempenho da construtora.	Conres - sistema de relacionamento.
<b>Vistoria de entrega do imóvel</b>	Técnico da Caixa ou empresa credenciada.	ao final da obra	Identificar problemas e solicitar correções. Impedir que a unidade seja entregue com defeitos aos usuários.	Vícios aparentes.	Construtora.
<b>Monitoria de alvenaria estrutural</b>	Consultor de alvenaria estrutural (contratado pela empresa - exigência da Caixa).	mensal	Melhorar a qualidade do produto a partir da aplicação adequada das técnicas construtivas relacionadas à alvenaria estrutural.	Requisitos do sistema de alvenaria estrutural. Cumprimento do projeto. Treinamento da equipe de produção.	Construtora.

Quadro 1 - Características das vistorias de acompanhamento de obras - Gidur-RS

Nota: Legenda:

RAE: relatório de acompanhamento de empreendimento; e

PLS: planilha de levantamento de serviços executados.

## Resultados do estudo inicial

### Premissas para a construção do método

As premissas para a construção do método foram divididas em três categorias:

- (e) características da atividade de acompanhamento de obras;
- (f) definição de critérios de avaliação da qualidade dos empreendimentos e do desempenho das construtoras; e
- (g) características dos instrumentos de coleta e processamento dos dados.

O Quadro 2 descreve o conjunto de premissas adotado.

### Identificação dos processos construtivos críticos

Os processos construtivos usuais em HIS foram identificados a partir das especificações técnicas da Caixa e de um banco de dados de reclamações de usuários, que continha as características

construtivas de 45 empreendimentos já entregues. Foi então elaborada uma lista de processos construtivos críticos, considerando uma análise de frequência de reclamações de usuários, a partir do banco de dados, e também através da revisão da bibliografia sobre estudos de patologias construtivas em EHIS. Essa lista de processos construtivos foi discutida em um evento técnico sobre alvenaria estrutural promovido pela Caixa, cujos participantes concordaram com a hierarquização apresentada. A partir desse debate, optou-se por incluir também a execução das fundações na lista de processos críticos, mesmo não tendo sido identificada na bibliografia e nas reclamações de usuários consultadas. Na ocasião, os participantes apontaram a importância de melhorar a verificação da qualidade em fundações devido à elevada gravidade das manifestações patológicas nesse elemento construtivo.

O Quadro 3 apresenta a lista final de processos construtivos escolhidos para o estudo e seu vínculo com os sistemas da edificação.

Categories	Premissas para a construção do método
Características da atividade de acompanhamento de obras da Caixa	Considerar a capacidade de recursos humanos existente sem prever mudanças radicais de novas contratações de pessoal ou de alteração no fluxo de atividades.
	Auxiliar no nivelamento de conhecimento entre os profissionais atuantes na função.
	Facilitar a distribuição de informações entre os agentes internos da Caixa envolvidos no acompanhamento de obras, na aprovação de projetos e na contratação das construtoras.
	Facilitar a distribuição de informações entre os agentes externos: construtoras, prefeituras, cooperativas e PBQP-H.
Definição de critérios de avaliação da qualidade dos empreendimentos e do desempenho das construtoras	Padronizar os dados a serem coletados em campo a partir de definições conceituais e valores de aceitação dos quesitos avaliados, formulando assim um conjunto de critérios de avaliação coerentes e consensuais.
	Tornar as avaliações objetivas, sem ambiguidades, embasadas em bibliografia técnica sobre os processos construtivos usuais em EHIS.
	Definir critérios de quantificação das respostas.
	Registrar os dados das vistorias para utilização em análises sistemáticas, bem como identificar as melhorias nas obras aferidas.
	Fornecer um relatório ao final da vistoria para que a equipe de produção possa avaliar seu desempenho e resolver problemas identificados durante a visita técnica.
	Fornecer indicadores de qualidade que possibilitem a comparação e a formulação de valores de referência.
	Utilizar medidas com validade estatística
	Delimitar a coleta de dados em observações e medições que possam ser verificadas no momento da vistoria pelo técnico da Caixa.
Propor medidas para utilização em diferentes níveis de tomada de decisão.	
Características dos instrumentos de coleta e processamento dos dados	Reduzir os tempos de coleta e processamento de dados.
	Desenvolver filtros para diferentes análises dos dados.
	Possibilitar a edição dos itens de pesquisa.
	Possibilitar a criação de novos instrumentos de coleta.
	Exportar os dados para softwares de planilhas eletrônicas correntes.

Quadro 2 - Premissas adotadas para a construção do método

Sistema da edificação	Processo construtivo relacionado
Estrutural/vedações verticais/ vedações horizontais	Alvenaria estrutural
Vedações verticais	Revestimento argamassado interno
	Revestimento argamassado externo
Esquadrias	Instalação de portas
	Instalação de janelas
Sistemas prediais	Instalações hidrossanitárias
	Instalações elétricas
Fundações	Fundações

Quadro 3 - Lista final de processos construtivos críticos

### Construção dos instrumentos de coleta piloto

O IC de alvenaria estrutural foi o primeiro a ser desenvolvido e serviu de referência para a construção dos demais. A escolha da alvenaria estrutural ocorreu devido a suas características de processo principal e a sua relação e interferência

com os demais processos na etapa de produção, bem como seu uso predominante em EHIS.

Nessa atividade definiram-se os itens de verificação e formato do conjunto de IC com base em materiais, em técnicas construtivas e nas reclamações de usuários relacionadas a não conformidades de execução identificadas na etapa anterior, bem como nas premissas formuladas. O

Quadro 4 apresenta um trecho da matriz de recomendações técnicas obtidas principalmente a partir da revisão bibliográfica, que serviu de base para a construção do IC piloto. Os itens de verificação foram organizados em listas separadas para cada processo investigado. Cada um desses itens serve de referência para verificar a qualidade dos processos em execução e produtos finais de cada etapa construtiva.

O Quadro 5 apresenta um trecho da proposta piloto do IC de alvenaria estrutural. Os itens de verificação foram separados em macroetapas de produção. Essa divisão buscou facilitar a coleta de dados e agrupar itens de verificação afins, de forma que cada conjunto de itens avaliasse a

qualidade de uma macroetapa e que o conjunto de macroetapas avaliasse a qualidade do processo completo. Essa divisão facilita a avaliação dos processos que estão em execução, uma vez que nem sempre todos os processos são executados simultaneamente.

Cada instrumento foi subdividido, em média, em cinco macroetapas, com 30 itens de verificação. A forma de coleta dos dados foi inicialmente definida por atributos – estar ou não conforme com as especificações, ou não se aplica. Também, cada item de verificação apresenta um campo contendo instruções para auxiliar e padronizar a coleta e avaliação do item.

Serviços ( PBQP-H)	Itens de Verificação	CTE		Procedimento Operacional	Certificação de Qualidade de Processos - DICTUC- Chile	Manual de Fiscalização de Obras	NBR-9798	Manual da ABCP	SABBATINI, 2003	ANTUNEZ, 2008	THOMAZ e HELENE, 2000	RICHTER, 2007	Recomendações de Fabricantes - Blocos Cerâmicos
		Empresa A	Empresa B										
Execução de alvenaria estrutural	<b>Locação e conferências</b>												
	Locação, nivelamento e alinhamento da fiada de marcação com auxílio de fios flexíveis e locação dos blocos de inspeção de groute. Assentamento somente após as medições.	X		X			X	X	X		X	X	X
	Esquadro das paredes contíguas e na diagonal do ambiente.	X		X			X	X		X	X	X	X
	Planeza, alinhamento, nível e prumo da alvenaria e dos acabamentos.	X		X	X		X			X	X	X	X
	Posicionamento, dimensões, altura e largura dos vãos de portas, janelas e shafts.	X		X				X			X		X
	Locação das passagens elétricas e hidráulicas no bloco canaleta.			X				X		X	X		
	É proibido o corte posterior de vãos com área maior que a área de três blocos ou de comprimento superior a 1,5 vez o comprimento do bloco em paredes estruturais.									X			
	A marcação da primeira fiada sobre lajes somente poderá ser iniciada após 16 horas do término da concretagem da laje.									X			
	<b>Assentamento/execução</b>												
	<b>Grauteamento</b>												
<b>Juntas</b>													
<b>Organização da produção</b>													
<b>Conformidade com projeto</b>													
<b>Instalações dos sistemas prediais</b>													

Quadro 4 - Trecho da matriz de recomendações técnicas de alvenaria estrutural

		Verificação 01		
		S	N	NA
1	<b>Recebimento da base</b>	<b>Considerações</b>		
1.1	Existe laje ou radier no piso térreo, antes da execução da alvenaria estrutural.			
1.2	É feita impermeabilização da viga de baldrame, tanto em sua face de topo como em aproximadamente 10 cm de suas faces - lateral externa e interna, e é feita impermeabilização entre a laje térrea e todas as paredes.			
1.3	A laje do térreo ou entrepisos está isenta de fissuras.			
1.4	A laje do térreo ou entrepisos está nivelada.			
2	<b>Produção da argamassa de graute e execução do graute</b>	<b>Considerações</b>		
2.1	Os traços da argamassa do graute estão definidos e divulgados na central de argamassa.			
2.2	Foram abertas janelas de inspeção de no mínimo 5 x 7 cm ao pé de cada coluna de células a grautear.			
2.3	As células vazadas, blocos canaletas e as barras metálicas estão limpas e umedecidas (no caso de blocos cerâmicos) para receber o graute.			
2.4	São retiradas as rebarbas de argamassa de assentamento das colunas de células vazadas que aguardam o graute.			
2.5	Para o adensamento manual são usadas hastes metálicas de diâmetro entre 10 e 15 mm e de comprimento suficiente para atingir a base da coluna de células a preencher. À medida que o graute vai sendo lançado, adensá-lo em camadas de 40 cm. A altura de lançamento é de cerca de 1,6 0m.			
3	<b>Marcação da primeira fiada</b>	<b>Considerações</b>		
		S	N	NA

Quadro 5 - Trecho do instrumento de coleta piloto de alvenaria estrutural

### Avaliação de especialistas em alvenaria estrutural

O conteúdo do IC piloto foi avaliado por dois especialistas em alvenaria estrutural. Essa avaliação considerou as referências bibliográficas utilizadas, os critérios de aceitação dos itens, a conduta de verificação dos itens, bem como o alinhamento do conteúdo deles com o fluxo de produção das edificações, visando facilitar a coleta de dados. Ainda, os especialistas avaliaram a interferência de outros processos na execução da alvenaria estrutural, tais como a instalação elétrica e hidrossanitária, e sugeriram formas de avaliar a qualidade nesses pontos de interferência.

### Estrutura do método proposto

O diagrama (Figura 2) representa uma proposta de sistemática de gestão das informações sobre a qualidade das obras a ser adotada pela Caixa. Nessa estrutura, tanto a definição dos processos construtivos a serem investigados durante uma vistoria quanto a avaliação de desempenho das empresas construtoras ocorrem a partir da análise de dados qualitativos e quantitativos

preestabelecidos pela Gidur/Caixa. Nessa análise são incluídas as informações coletadas ciclicamente com o método proposto. Com base nesses dados, a Gidur pode estabelecer níveis customizados de aferição da conformidade dos processos, com o intuito de otimizar suas ações. Assim, a configuração dos instrumentos de coleta é desenvolvida para cada um dos processos construtivos em análise, e o tamanho das vistorias é ajustado de acordo com o ranking das construtoras. Dessa maneira, as empresas com um bom desempenho recebem uma aferição simplificada nas vistorias e têm apenas seus processos mais críticos avaliados, enquanto empresas com pior desempenho podem receber uma aferição mais detalhada, considerando um número maior de processos construtivos. As informações são padronizadas e armazenadas em uma base de dados sobre a qualidade de execução de obras, ciclicamente atualizada, possibilitando análises representativas de conjuntos de obras realizadas por empresa, por região ou por programa habitacional. Por fim, as informações obtidas com o método, sobre a conformidade de execução de processos construtivos usuais em EHIS, podem ser distribuídas pela Caixa aos demais envolvidos nesse tipo de empreendimento.

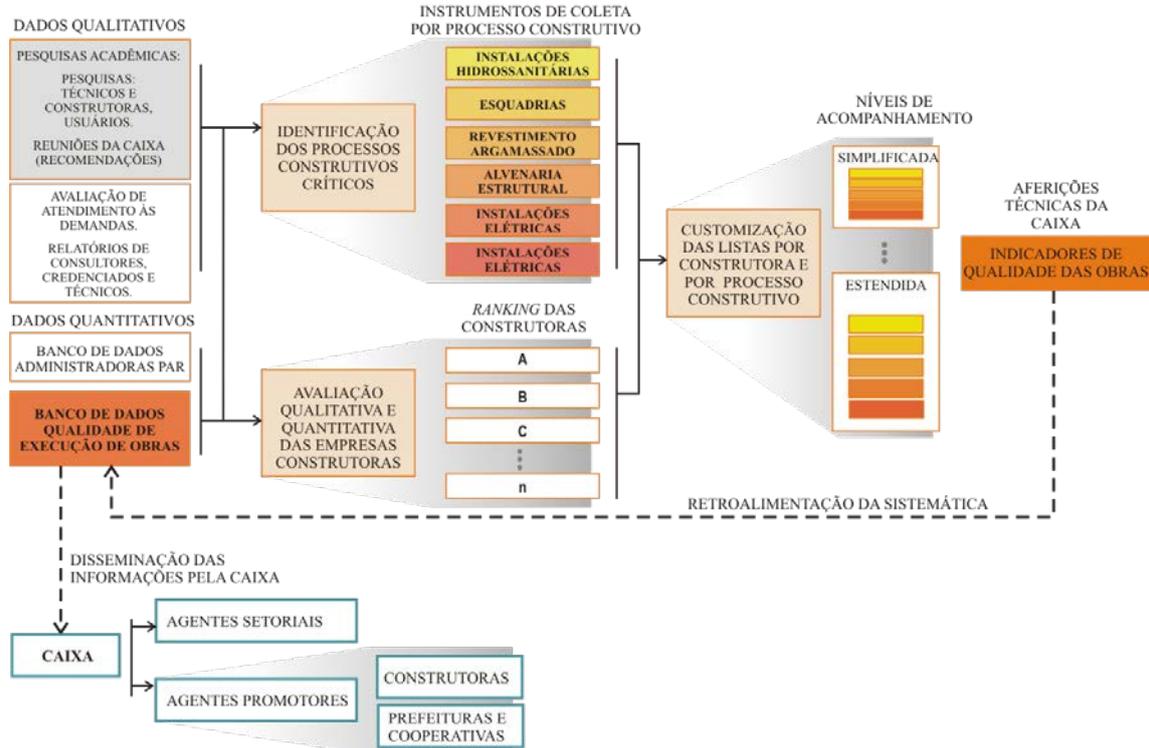


Figura 2 - Funcionamento do método alinhado às atividades da Caixa

## Construção dos instrumentos de coleta de dados

### Ciclos de aplicação, avaliação e melhorias

Após a construção da proposta inicial dos IC, ocorreram três ciclos de aplicação, avaliação e melhorias. Inicialmente, um estudo piloto avaliou as dificuldades de aferição e interpretação dos IC, além do tempo de aplicação, visando adequar os IC ao tempo normalmente disponível para as vistorias da Caixa. Dois pesquisadores avaliaram simultaneamente a consistência dos IC durante a coleta de dados. Dessa forma, diferentes interpretações dos itens e o momento adequado de obra para a coleta do dado eram então discutidos no local, com a participação dos responsáveis pelas obras. Também foram identificadas melhorias no conteúdo dos instrumentos de coleta referentes à validade estatística, à descrição dos itens e seus limites de aceitação. No segundo ciclo foram realizadas novamente as avaliações do primeiro ciclo, juntamente com a avaliação do tamanho amostral, definido para cada instrumento de coleta. Constatou-se, ao final dessa avaliação, a necessidade da elaboração de desenhos explicativos visando uniformizar a nomenclatura dos processos, componentes, partes e materiais abordados nos IC. Após a organização e os ajustes finais dos IC de cada processo construtivo na versão impressa, iniciou-se o desenvolvimento dos

softwares que compõem a versão digital, seguido de sua avaliação. No último ciclo, já com a versão final do método, coletaram-se dados para a obtenção de índices de conformidade de processos construtivos para uma primeira amostra de obras. Também foi desenvolvida uma matriz que identifica os usuários prováveis das informações e o tipo de informação gerada pelo método. Assim como essa matriz, o conjunto dos instrumentos de coleta está disponível na dissertação de mestrado da primeira autora.

### Definições estatísticas para os instrumentos de coleta

Para atender à necessidade de validade estatística do método, buscou-se identificar uma forma de definir a população a ser considerada na avaliação global dos processos. Para Downing e Clark (2005), se a amostra representa de fato a população, pode-se então utilizar as características de seus elementos para estimar as características de toda a população. Nesse sentido, para cada um dos processos construtivos estudados foi necessário identificar o conjunto de elementos que corresponde à população-alvo. O Quadro 6 apresenta o desdobramento dessa definição a partir de um diagrama de afinidades que vincula a resposta estatística esperada à população-alvo a partir de três níveis de constructos.

Dessa forma, a qualidade do processo construtivo pode ser aferida pela observação do conjunto de macroatividades que o configuram, apresentado no nível secundário e que é avaliado a partir de dados de campo vinculados à população que está apresentada no nível terciário de afinidades. Por fim, a técnica escolhida foi a amostragem probabilística sistemática, realizada para cada item de verificação.

Em paralelo às definições estatísticas, buscou-se avaliar e refinar o conteúdo dos IC. Assim, foram enviados questionários para especialistas de cada processo construtivo estudado. O procedimento de análise de dados dos questionários foi executado da mesma forma para todos os processos construtivos – a partir da amplitude de respostas, média e moda. Os especialistas avaliaram o conteúdo, a linguagem e o formato dos itens. Com base no valor médio das respostas dos questionários, definiu-se um peso para cada item

de verificação dos instrumentos de coleta, que foram utilizados na formulação dos indicadores.

### Formulação de indicadores

A construção da proposta inicial dos IC visou à obtenção de indicadores de conformidade como resultado e a possibilidade de utilizar as informações em diferentes hierarquias de decisão. Nesse sentido, foram consideradas recomendações da bibliografia sobre as características das medidas e as necessidades dos usuários das informações.

A construção dos indicadores baseou-se nos pesos e na amostra estabelecida para cada item de verificação, sendo geradas as médias ponderadas denominadas de indicadores de conformidade de execução do item. Esses são valores de base para a formulação das demais medidas. O Quadro 7 apresenta as fórmulas dos indicadores desenvolvidos, bem como a relação entre eles e o nível de tomada decisão em que podem auxiliar.

Nível primário	Nível secundário	Nível terciário	Especificação do nível terciário
Qualidade de cada processo construtivo	Execução das atividades dos operários	Frentes de trabalho	Grupo de operários ou equipes que executam simultaneamente a mesma atividade em um mesmo espaço.
	Organização da produção	Tamanho do empreendimento	Número total de unidades. Número de unidades com componentes instalados. Número de unidades prontas para receber componentes.
		Componentes e partes da edificação	Componentes e/ou partes da edificação prontos e à espera para a execução da próxima tarefa. Ex.: radier concluído para a marcação da primeira fiada. Componentes ou partes da edificação referentes à atividade da frente de trabalho a ser avaliada.
			Centrais de produção
		Estoques	Espaços destinados ao armazenamento dos materiais.
	Disponibilidade de documentos à equipe de obras	Projetos e detalhamento	Projetos específicos para cada processo construtivo.

Quadro 6 - Constructos de resposta estatística

Nome	Descrição	Característica	Fórmula
Indicador de conformidade de execução do item ( <i>I</i> )	Médias ponderadas obtidas pela aferição da amostra em obra.	Medidas específicas e alinhadas a decisões operacionais.	$I = \left( \left( \frac{S}{n - NA} \right) \times P_k \right) \times 10$
Indicador de conformidade de macroetapa ( <i>IM</i> )	Média obtida dos indicadores dos itens de verificação que compõe a macroetapa do processo em estudo.		$IM = \frac{\sum I}{ni}$
Indicador de conformidade de execução do processo construtivo ( <i>IP</i> )	Nota obtida a partir da soma dos indicadores de cada macroetapa que compõe o processo construtivo.	Medidas mais agregadas e que podem apoiar decisões gerenciais e estratégicas.	$IP = \sum IM$
Indicador de conformidade de execução da obra ( <i>IO</i> )	Média dos valores dos processos construtivos que foram avaliados na obra.		$IO = \frac{\sum IP}{k}$

Quadro 7 - Indicadores de conformidade propostos

### Visão geral do conjunto de instrumentos de coleta

O conjunto de instrumentos de coleta segue um padrão de formato, de conduta de coleta e de cálculo dos indicadores. O conteúdo deles é alterado de acordo com as características da obra, mas respeitando a estrutura geral do IC.

Para exemplificar esse padrão, o Quadro 8 apresenta um trecho do instrumento de coleta de esquadrias. Na primeira parte são descritas as características gerais da obra e, depois, um questionário quantitativo, a ser respondido pelo responsável da obra, que permite definir o tamanho da amostra, bem como calcular as médias ponderadas dos indicadores.

Cada item de verificação possui um campo de recomendações que orienta a conduta de coleta e

de aceitação do item por parte do pesquisador. Ainda, cada item deve ser observado com base no número amostral indicado. Os itens são respondidos de acordo com as características da obra, tais como, por exemplo, se existem itens específicos para instalação de janelas com ou sem contramarco.

### Apresentação do método na versão digital

A versão digital do método é um dos resultados deste trabalho e refere-se ao conjunto software e dispositivo móvel, que agiliza a obtenção de informações sobre a conformidade da produção. A construção dessa versão baseou-se em uma matriz de decisões que relaciona os itens de verificação da conformidade com as características do empreendimento, formando diferentes configurações dos instrumentos de coleta.

<b>INSTALAÇÃO DE JANELAS</b>	
<b>VISITA EM OBRA</b>	
<b>Caracterização do empreendimento</b>	<b>Obras: HIS em alvenaria estrutural até cinco pavimentos</b>
<b>Tipologia:</b>	<b>Materiais:</b> Tipo de material do caixilho da janela:
<input type="checkbox"/> Casas isoladas <input type="checkbox"/> Casas em fita <input type="checkbox"/> Prédio com ___ pavimentos <input type="checkbox"/> Sobrados isolados <input type="checkbox"/> Sobrados em fita	<input type="checkbox"/> Alumínio <input type="checkbox"/> Aço
Tipo de material do contramarco da janela:	Tipo de fixação do caixilho da janela:
<input type="checkbox"/> Contramarco de alumínio <input type="checkbox"/> Contramarco de aço <input type="checkbox"/> Sem contramarco	<input type="checkbox"/> Contramarco fixo com grapas e chumbado com argamassa <input type="checkbox"/> Marco fixo com espumas e grapas e chumbado com argamassa (sem contramarco) <input type="checkbox"/> Marco fixo com grapas e chumbado com argamassa (sem contramarco) <input type="checkbox"/> Marco fixo com parafusos e buchas no requadro de argamassa pronto (sem contramarco)
<b>População para a amostra:</b>	
<input type="checkbox"/>	Número de equipes executando a instalação dos contramarcos das janelas
<input type="checkbox"/>	Número de equipes executando a instalação dos marcos e caixilhos das janelas
<input type="checkbox"/>	Número de estoques de materiais (contramarcos, caixilhos)
<input checked="" type="checkbox"/>	5 Número médio de janelas por UH (valor médio fixo)
<input type="checkbox"/>	Número de UHs com contramarcos já instalados
<input type="checkbox"/>	Número de equipes produzindo os requadros de argamassa das janelas
<input type="checkbox"/>	Número de equipes executando a calafetação
<input type="checkbox"/>	Número de unidades habitacionais com caixilhos instalados
<input type="checkbox"/>	Número de unidades habitacionais com requadros de argamassa das janelas prontos
<input type="checkbox"/>	Número de equipes instalando as guarnições das janelas
<input type="checkbox"/>	Número de equipes instalando os vidros das janelas
<input type="checkbox"/>	Número de unidades habitacionais com os vidros das janelas já instalados
<b>Ferramentas necessárias para a aplicação da lista de verificação</b>	
Esquadro de obra, fio de prumo, trena.	
<b>Límites de aceitação</b>	
Limite de aceitação: prumo $\leq 2$ mm para cada 2 metros, vão da esquadria $\pm 10$ mm.	
<b>Características gerais da obra</b>	
<b>Empresa:</b>	<b>Responsável pela obra:</b>
<b>Obra:</b>	<b>Horário: início _____ fim _____</b>
<b>Data:</b>	<b>Técnico/Pesquisador:</b>

Quadro 8 - Trecho do instrumento de coleta final de instalação de janelas

1	Condições para o início da produção e aceitação e estoque de materiais	Amostra a Observar	Considerações	Verificação		
				Sim	Não	NA
	<b>Contramarco fixo com grapas e chumbado com argamassa</b>					
1.1	As taliscas do revestimento interno de parede e os fios de prumo da fachada estão posicionados durante a instalação do contramarco	0	Número de equipes executando a instalação dos contramarcos	Verificar nos locais em que está sendo instalado o contramarco. Todos os itens devem ser contemplados.		
1.2	O nível final do revestimento de piso está marcado em local próximo ao vão da esquadria durante a instalação do contramarco			Verificar nos locais em que está sendo instalado o contramarco.		
	<b>Marco fixo com espumas e grapas e chumbado com argamassa (sem contramarco)</b>					
	<b>Marco fixo com grapas e chumbado com argamassa (sem contramarco)</b>					
	<b>Marco fixo com parafusos e buchas no requadro de argamassa pronto (sem contramarco)</b>					
1.7	O revestimento de argamassa do requadro está concluído durante a instalação do marco e caixilho	0	Número de equipes executando a instalação dos marcos e caixilhos	Verificar nos locais em que está sendo instalado o marco e caixilho.		
1.8	O nível final do revestimento de piso está marcado em local próximo ao vão da esquadria durante a instalação do marco e caixilho			Verificar nos locais em que está sendo instalado o marco e caixilho.		
	<b>Estoque de materiais</b>					
1.9	O estoque de esquadrias, de contramarcos e de ferragens está isolado do solo, em local abrigado da chuva, da insolação e de tintas e ácidos.	0	Número de estoques de materiais	Verificar o estoque de esquadrias, contramarcos e ferragens. Todos os requisitos devem ser contemplados.		
1.10	As esquadrias já montadas são armazenadas em pé sobre base nivelada e protegida, separadas umas das outras por material de proteção ou são empilhadas respeitando a altura máxima de empilhamento especificada pelo fabricante.			Verificar se as esquadrias já montadas são armazenadas em pé conforme esses requisitos ou verificar as especificações de armazenagem do fabricante na embalagem ou no manual do produto.		
1.11	As esquadrias já montadas possuem embalagem para proteção ao longo das atividades da obra			Verificar no estoque de esquadrias ou nas esquadrias que estão sendo instaladas.		
	<b>Instalação do contramarco, execução do requadro e calafetação</b>	<b>Amostra a Observar</b>	<b>Considerações</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>	<b>NA</b>
	<b>Instalação do contramarco</b>					
	<b>Execução do requadro de argamassa</b>					
	<b>Calafetação</b>					
	<b>Instalação da esquadria (marco e caixilho)</b>	<b>Amostra a Observar</b>	<b>Considerações</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>	<b>NA</b>
	<b>Marco fixo com parafusos e buchas no requadro de argamassa pronto (sem contramarco)</b>					
	<b>Marco fixo com espumas e grapas e chumbado com argamassa (sem contramarco)</b>					
	<b>Marco fixo com grapas e chumbado com argamassa (sem contramarco)</b>					
	<b>Marco fixo ao contramarco</b>					
	<b>Instalação dos vidros</b>	<b>Amostra a Observar</b>	<b>Considerações</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>	<b>NA</b>
	<b>Vidros</b>					

Quadro 8 - Trecho do instrumento de coleta final de instalação de janelas (Continuação)

A coleta de dados nessa versão ocorre por um dispositivo móvel no qual já foram inseridas as informações das empresas, das obras, da equipe de vistoria, bem como possíveis atualizações nos formulários dos IC a partir do software de administração do sistema, apresentado na dissertação da primeira autora. Ao acessar o sistema (Figura 3), e com base no preenchimento das telas iniciais, os IC são personalizados com as informações específicas da obra em vistoria. Para esse fim, abrem-se as telas de tipificação,

caracterização da obra e quantificação da população (Figura 4, Figura 5 e Figura 6), também utilizada no cálculo amostral automatizado.

Durante a coleta de dados, cada item de verificação é apresentado em separado na tela, e o pesquisador pode avançar entre os itens de verificação para efetuar o preenchimento conforme sua necessidade (Figura 7). Nessa mesma tela é informado o tamanho da amostra a ser observada e o número de observações já efetuadas daquele item.



Figura 3 - Acesso ao sistema

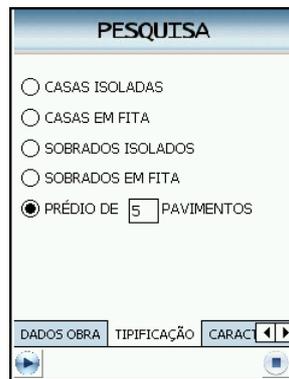


Figura 4 - Tipologia da edificação

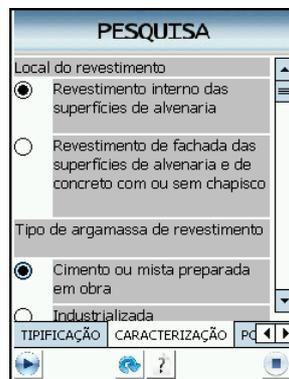


Figura 5 - Caracterização do processo construtivo - revestimento argamassado

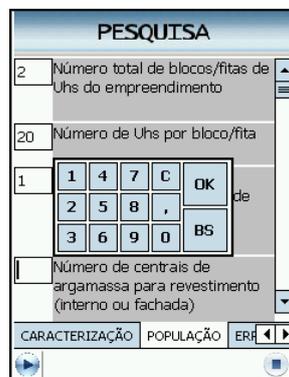


Figura 6 - Quantificação da população

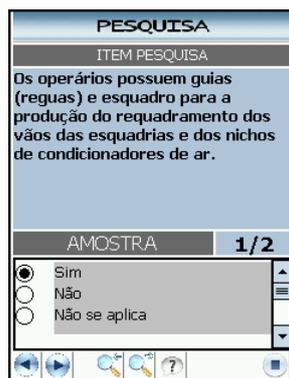


Figura 7 - Item de verificação: uma observação concluída de um total de duas observações a serem efetuadas

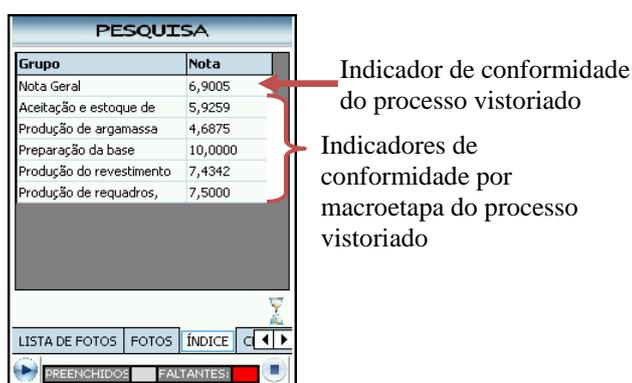


Figura 8 - Relatório da vistoria - notas geral e por macroetapa

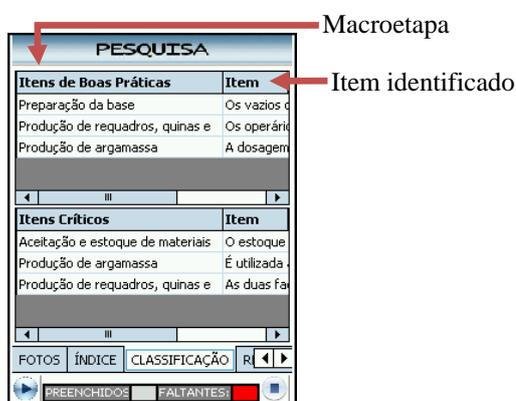


Figura 9 - Relatório da vistoria - classificação de itens vistoriados

Por fim, o sistema gera automaticamente um relatório contendo os índices obtidos na vistoria. A Figura 8 apresenta a primeira tela de relatório com a nota geral da vistoria e a nota de cada macroetapa do processo. Em uma segunda tela (Figura 9) são apresentadas as boas práticas do processo e os itens críticos identificados durante a vistoria. Esse relatório é apresentado à equipe de produção ao final da vistoria, propiciando um *feedback* em tempo real, que pode contribuir com ações de melhoria imediatas.

### Avaliação do método proposto

Parte das avaliações ocorreu ao longo do desenvolvimento do método proposto dentro dos ciclos descritos no item anterior, bem como durante as análises finais do artefato. Nesse item, é apresentado o conjunto das atividades de avaliação.

### Avaliações iniciais

Para as avaliações iniciais foram coletados dados de quatro obras utilizando simultaneamente as duas versões do método (mídia impressa e digital) e comparados os resultados obtidos para a eliminação de inconsistências entre elas. A versão digital obteve melhor desempenho por possibilitar a obtenção do tamanho da amostra in loco, diferentemente da versão impressa, que necessita das informações sobre a produção em um momento anterior à vistoria para que sejam efetuados os cálculos amostrais e imprimidas as planilhas em papel. Dessa maneira, a versão digital torna mais precisa a coleta de dados, pelo fato de confirmar visualmente as informações da população durante a vistoria. A versão digital também obteve boa receptividade por parte dos responsáveis das obras devido ao tipo de informação disponibilizada no relatório apresentado ao final da vistoria.

Outra avaliação foi elaborada a partir da inserção dos dados previamente coletados com a versão impressa no sistema digital, que possibilitou a conferência geral do conteúdo da nova versão. Ao finalizar esse lançamento de dados, foram gerados os indicadores de conformidade e comparados com os resultados já processados em planilhas eletrônicas Excell™, confirmando a coerência entre as duas versões.

### Avaliação do método proposto por parte dos usuários

Essa avaliação ocorreu de maneira distinta para os diferentes usuários do método – os pesquisadores que utilizaram as ferramentas de coleta e técnicos da Caixa. A avaliação dos pesquisadores utilizou critérios da NBR ISO/IEC 9126-1 (ABNT, 2003), tendo em vista o foco no desenvolvimento do software para a operacionalização do método

proposto. A avaliação dos técnicos da Caixa-RS, por sua vez, foi focada no conteúdo, procedimentos e resultados fornecidos pelo método. Dessa forma, a avaliação ocorreu em fases distintas e foi construída a partir de um conjunto de eventos promovidos para a apresentação e discussão dos indicadores iniciais gerados, treinamento e uso do método. De maneira geral, constatou-se que ambas as versões propostas (impressa e digital) são adequadas para o uso na Caixa, uma vez que o método pode ser implementado de imediato pela versão impressa e planejada a liberação de recursos para aquisição de equipamentos e programas para a versão digital. Além disso, para a Caixa, a versão impressa pode ser utilizada pelos técnicos mais resistentes ao uso de novas tecnologias sem comprometer a qualidade dos dados coletados. Ainda, a Caixa-RS identificou a oportunidade de padronização das análises dos empreendimentos a partir do método, facilitando a definição de um procedimento interno de análise de projetos e empreendimentos. Por fim, para a Caixa, o método adapta-se às atividades da vistoria extraordinária, não necessitando de alterações de escopo dela.

### Resultados obtidos com a aplicação do método

A Figura 10 apresenta os indicadores de conformidade por processos construtivos. Cabe ressaltar que o número de aplicações do método para cada processo foi diferente e em quantidades que não fornecem validade estatística para uma avaliação da conformidade do conjunto de EHIS, mesmo que os instrumentos de coleta proporcionem validade estatística interna para cada obra. Contudo, a partir de uma amostra representativa, esse tipo de gráfico possibilita direcionar ações de melhoria setoriais para os processos que apresentem menor desempenho.

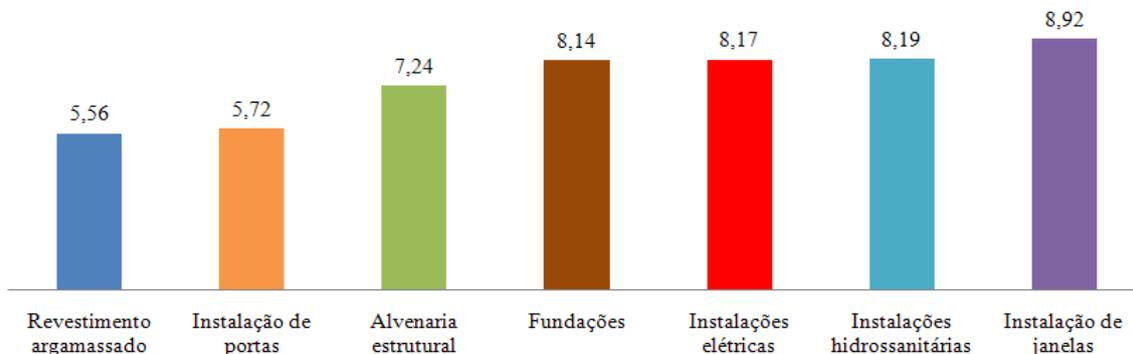


Figura 10 - Indicadores de conformidade dos processos construtivos estudados

A Figura 11 apresenta o indicador de conformidade do processo de revestimento de argamassa e possibilita a comparação de desempenho de obras ou empresas com relação ao mesmo. Essa informação pode ser utilizada pela Caixa para a identificação de problemas sistêmicos ou pontuais em cada processo, e também para a negociação de aceitação ou rejeição de etapas de obra a partir de medidas com validade estatística. Ainda, empresas podem estabelecer metas de melhorias a partir da comparação com as demais construtoras.

A partir das macroetapas é possível analisar detalhadamente (Figura 12) o desempenho das empresas em processos específicos. No exemplo, com dados da empresa E1, verificam-se respectivamente o melhor e o pior desempenho na

produção do revestimento e na preparação da base, sendo a última uma macroetapa antecedente que pode comprometer a vida útil do revestimento. Essas informações possibilitam que a empresa redirecione seus esforços de melhoria para os pontos mais críticos do processo.

Por fim, o indicador de conformidade de execução das obras (Figura 13) possibilita classificar as empresas em grupos para receber maior ou menor esforço de vistorias da Caixa. Também, pode ser utilizado para a promoção de mecanismos de benchmarking – pela Caixa ou outro agente setorial que utilize e administre o método –, uma vez que proporciona a comparação entre as empresas a partir de uma medida representativa do segmento de EHIS.

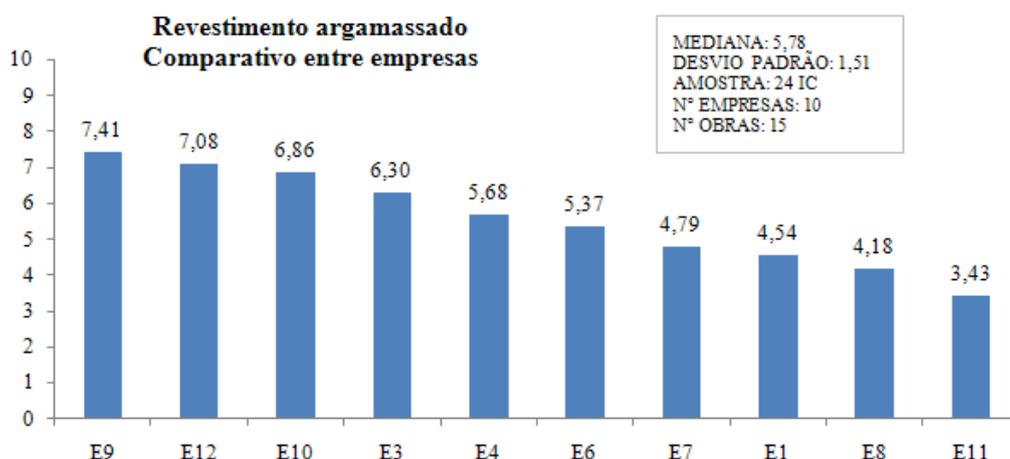


Figura 11 - Indicador de conformidade do processo de revestimento argamassado

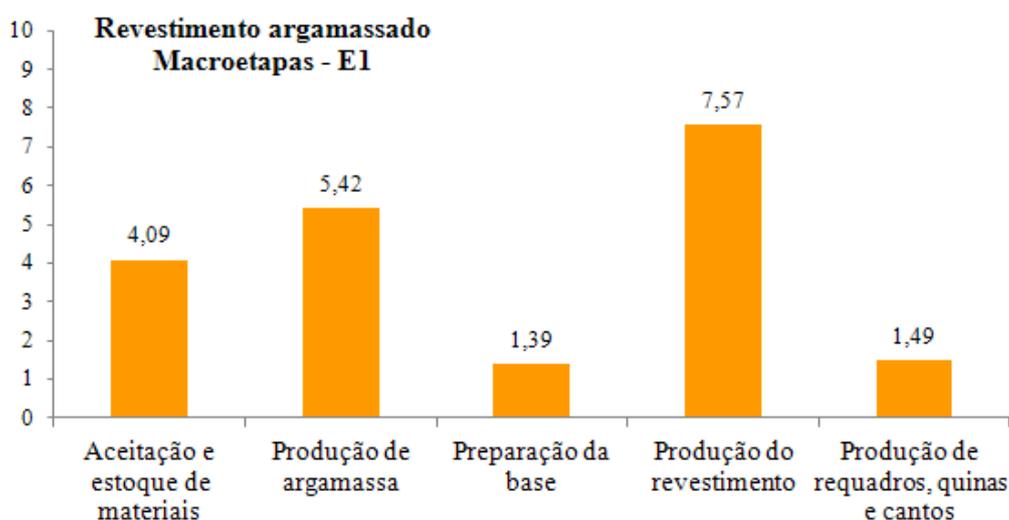


Figura 12 - Indicador de conformidade de macroetapas da empresa E1 - revestimento argamassado

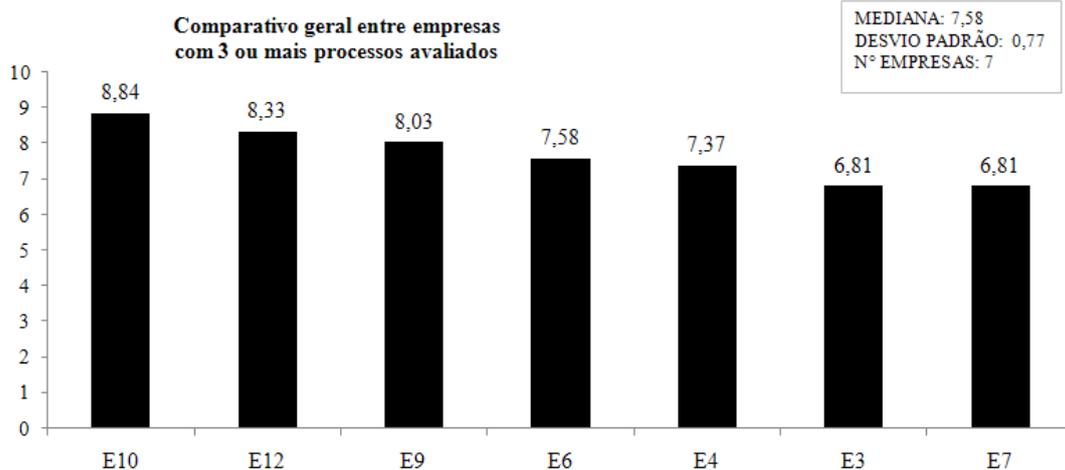


Figura 13 - Indicador de conformidade de execução das obras

## Conclusões

As informações sobre o desempenho de processos e técnicas construtivas durante a execução obtidas sistematicamente com o método podem auxiliar no redirecionamento das atividades de gestão, treinamento e controle da qualidade das empresas, da Caixa e demais agentes públicos.

A construção do método buscou fornecer informações embasadas em dados e fatos, representativas do segmento, ser de simples aplicação e análise, e ágil na entrega de informações aos agentes, bem como possibilitar análises detalhadas e agregadas sobre uma mesma base de dados, como recomenda a bibliografia. Dessa forma, oferece diversas possibilidades de estratificação dos dados, atendendo às necessidades de diferentes agentes e níveis de análise. Para a construção dos IC foram consultadas diversas fontes bibliográficas na tentativa de obter consenso entre os envolvidos. Todavia, essa atividade poderia ser simplificada com o uso dos referenciais tecnológicos ou códigos de prática que definissem critérios de avaliação de processos construtivos (CLETO *et al.*, 2011). Entretanto, estes ainda não estão disponíveis para os processos avaliados neste trabalho.

Também, foram verificadas dificuldades de avaliar a qualidade, tanto no nível operacional quanto no nível tático, com o uso do método proposto. Como dificuldades práticas destacam-se as diferentes interpretações e nomenclaturas que as partes das edificações e os itens de verificação recebem em diferentes regiões. Dessa forma, o estabelecimento de um glossário formal de termos utilizados nos instrumentos de coleta é um pré-requisito para garantir a padronização e a homogeneidade da coleta e dos dados coletados. Durante a construção

do método buscou-se identificar e unificar a nomenclatura de itens e materiais verificados. Entretanto, essa unificação restringiu-se ao estado do Rio Grande do Sul, sendo necessário rever tais questões para o uso em outras regiões do país.

No que diz respeito às dificuldades no nível tático de avaliação da qualidade, estas podem estar vinculadas às diferentes interpretações do que deva ser a qualidade medida em obra pelos técnicos da Caixa. Entre elas destaca-se a dificuldade em diferenciar a conduta de coleta para a aferição da qualidade de um processo (o produto em sua fase de produção) e de um produto final. Entretanto, a Caixa avalia o andamento das obras com base na avaliação do produto final durante a execução. Assim, estabelecer uma conduta de aferição da qualidade com o foco nos processos em execução poderia eliminar problemas de conformidade ocultos sob outros processos subsequentes e possibilitar ações de caráter mais proativo. Outra dificuldade está em definir parâmetros de aceitação e rejeição uniformizados das etapas de obras.

Essas dificuldades podem estar atreladas à ausência de um conceito de qualidade consolidado na instituição no nível estratégico, bem como de divergências sobre o papel da Caixa como órgão fiscalizador. As dificuldades fazem com que haja muita diversidade de percepção por parte dos técnicos sobre o conceito de qualidade adotado e também com relação aos parâmetros de aceitação nas aferições. Nesse sentido, existe a necessidade de criar mecanismos para padronizar as avaliações efetuadas, facilitando a agregação dos dados coletados e a disseminação das informações sobre a conformidade das obras. Assim, de maneira mais estruturada, as informações obtidas durante as vistorias podem colaborar proativamente nos esforços de melhoria das empresas, possibilitar um uso mais eficiente dos recursos humanos da Caixa,

bem como disponibilizar essas informações para os demais agentes envolvidos no desenvolvimento dos EHIS.

Por fim, embora o método proposto tenha sido desenvolvido para o uso de órgãos externos envolvidos na avaliação da qualidade de EHIS, tais como a Caixa, durante seu desenvolvimento, constatou-se também a possibilidade de seu uso por empresas incorporadoras que avaliam a conformidade dos empreendimentos a partir de vistorias sistemáticas. Dessa forma, as incorporadoras, assim como as empresas construtoras, poderiam avaliar processos construtivos com base em parâmetros predefinidos, eliminando diferentes interpretações sobre a qualidade de etapas de obra.

## Referências

- ALEXANDRE, I. F. **Manifestações Patológicas em Empreendimentos Habitacionais de Baixa Renda Executados em Alvenaria Estrutural**: uma análise da relação de causa e efeito. Porto Alegre, 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.
- ANDRADE, J.; DAL MOLIN, D. C. C. Durabilidade das Estruturas de Concreto Armado: análise dos elementos estruturais mais degradados no estado de Pernambuco. In: ENCONTRO NACIONAL DA TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO: QUALIDADE DO PROCESSO CONSTRUTIVO, 7., Florianópolis, 1998. **Anais...** Florianópolis: ANTAC, 1998.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO/IEC 9126-1**: tecnologia de informação: engenharia de software: qualidade de produto: parte 1: modelo de qualidade. Rio de Janeiro, 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9001**: sistema de gestão da qualidade: requisitos. Rio de Janeiro, 2008.
- ARDITI, D.; GUNAYDIN, H. M. Total Quality Management in the Construction Process. **International Journal of Project Management**, v. 15, n. 4, p. 235-243, 1997.
- BARTZ, C. F. **Proposta de Procedimentos Para Identificação de Melhorias no Processo de Controle da Qualidade de Empreendimentos Habitacionais de Baixa Renda**. Porto Alegre, 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.
- BEITZ, W. Design Science: the need for a scientific basis for engineering design methodology. **Journal of Engineering Design**, v. 5, n. 2, p. 129-134, 1994.
- CAMPOS, V. F. **Qualidade Total**: padronização de empresas. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1992.
- CLETO, F. R. *et al.* Códigos de Práticas: uma proposta de documentos técnicos de referência de boas práticas para a construção de edifícios no Brasil. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 7-19, abr./jun. 2011.
- COSTA, D. B. **Diretrizes Para Concepção, Implantação e Uso de Sistema de Indicadores de Desempenho Para Empresas da Construção Civil**. Porto Alegre, 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.
- DOWNING, D.; CLARK, J. **Estatística Aplicada**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2005
- FIESS, J. R. *et al.* Causas da Ocorrência de Manifestações Patológicas em Conjuntos Habitacionais do Estado de São Paulo. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9., São Paulo, 2004. **Anais...** São Paulo: ANTAC, 2004.
- GARVIN, D. A. **Gerenciando a Qualidade**: a visão estratégica e competitiva. Rio de Janeiro: QualityMark, 2002.
- GRANDO, S. C.; GODOY, L. P.; WACHHOLZ, L. C. Implementação de Sistemas de Medição de Desempenho Baseados em Indicadores da Qualidade. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 25., Porto Alegre, 1998. **Anais...** Porto Alegre, 1998.
- HOPKINS, A. Thinking About Process Safety Indicators. In: OIL AND GAS INDUSTRY CONFERENCE, Manchester, 2007. **Proceedings...** Manchester, 2007.
- JESUS, C. N. **Implementação de Programas Setoriais da Qualidade na Construção Civil**: o caso das empresas construtoras no programa QUALIHAB. São Paulo, 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
- JURAN, J. M.; GRZYNA, F. M. **Juran's Quality Control**. 4. ed. New York: McGraw-Hill, 1988.
- KOSKELA, L. **Application of the New Production Philosophy to Construction**. Salford: Center for Integrated Facility Engineering, 1992. (CIFE Technical Report, n. 72).

LANTELME, E. M. V. **Proposta de Um Sistema de Indicadores de Qualidade e Produtividade Para a Construção Civil**. Porto Alegre, 1994.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.

LUKKA, K. The Constructive Research Approach: in case study research in logistics. **Turku School of Economics and Business Administration**, s. B1, p. 83-101, 2003.

NEELY, A. The Challenges of Performance Measurement: spotlight. **Management Decision**, v. 42, n. 8, 2004.

OLIVEIRA, K. A. Z. **Desenvolvimento e Implementação de Um sistema de Indicadores no Processo de Planejamento e Controle da Produção**: proposta baseada em estudo de caso. Porto Alegre, 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

PLOSSL, G. W. **Managing in the New World of Manufacturing**: how companies can improve operations to compete globally. New Jersey: Prentice-Hall, 1991.

REIS, P. F.; MELHADO, S. B. Análise do Impacto da Implantação de Sistemas de Gestão da Qualidade nos Processos de Produção de Pequenas e Médias Empresas de Construção de Edifícios. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS, São Paulo, 1998. **Anais...** São Paulo: USP, 1998.

RICHTER, C. **Qualidade da Alvenaria Estrutural em Habitações de Baixa Renda**: uma análise da confiabilidade e da conformidade. Porto Alegre, 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

ROY, R.; LOW, M.; WALLER, J. Documentation, Standardization and Improvement of the Construction Process in House Building. **Construction Management and Economics**; v. 23, p. 57-67, jan. 2005.

SCHEER, S. *et al.* Um Estudo Sobre o Uso de TI em Canteiros de Obras na Região de Curitiba. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11., Florianópolis, 2006. **Anais...** Florianópolis: ANTAC, 2006.

SINK, D. S.; TUTTLE, T. C. **Planejamento e Medição Para a Performance**. Rio de Janeiro: Qualimark, 1993.

SLACK, N. *et al.* **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1997.

SOUZA, R.; ABIKO, A. **Metodologia Para o Desenvolvimento e Implantação de Sistemas de Gestão da Qualidade em Empresas Construtoras de Pequeno e Médio Porte**. São Paulo, 1997. (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP).

TECNOLOGIA E GESTÃO NO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL. Relatório. 2009. USP/IPT – Rede Habitare – FINEP.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à Caixa-RS pelo empenho; aos envolvidos com a Rede Habitare; ao Projeto Sistema de Indicadores de Qualidade e Procedimentos para Retroalimentação na Habitação de Interesse Social<sup>1</sup> (QualiHIS), desenvolvido pelo grupo Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação (Norie), da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); à Capes e ao CNPq, pela bolsa de mestrado concedida; aos especialistas, por avaliar os instrumentos de coleta propostos; e às empresas construtoras, pelos dados disponibilizados.

**Revista Ambiente Construído**  
Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído  
Av. Osvaldo Aranha, 99 - 3º andar, Centro  
Porto Alegre - RS - Brasil  
CEP 90035-190  
Telefone: +55 (51) 3308-4084  
Fax: +55 (51) 3308-4054  
[www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido](http://www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido)  
E-mail: [ambienteconstruido@ufrgs.br](mailto:ambienteconstruido@ufrgs.br)

<sup>1</sup> O projeto QualiHIS, desenvolvido entre 2007 e 2009, foi financiado pelo programa Habitare, com recursos do CNPq e da Finep, com contrapartida da Caixa Econômica Federal e órgãos promotores de construção habitacional.