

**ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

**SAMUEL SFREDDO GOSCH**

**INDICADORES DE DESEMPENHO DA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS  
RESIDENCIAIS ASSOCIADOS A UMA NOTA FINAL**

**São Paulo  
2012**

**SAMUEL SFREDDO GOSCH**

**INDICADORES DE DESEMPENHO DA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS  
RESIDENCIAIS ASSOCIADOS A UMA NOTA FINAL**

**Monografia apresentada à Escola  
Politécnica da Universidade de São  
Paulo para obtenção do título de pós-  
graduação *lato-sensu* em Tecnologia  
e Gestão na Produção de Edifícios**

**Orientador: Prof. Ph.D. Francisco  
Ferreira Cardoso**

**São Paulo  
2012**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Gosch, Samuel Sfreddo

Indicadores de desempenho da produção de edifícios residenciais associados a uma nota final / S.S. Gosch. -- São Paulo, 2012.

98p.

Monografia (MBA em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios) - POLI.INTEGRA.

1. Indicadores 2. Construção civil. 3. Edifícios residenciais (Administração; Produção) I. Universidade de São Paulo. POLI.INTEGRA II. t.

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus.

Aos meus pais Juraci e Evaldir, pelos valores e pela educação.

À minha irmã, pela amizade e pelo carinho.

À minha noiva Viviane Okahara, pelo amor, pelo companheirismo no dia-a-dia e nas viagens da vida, e pelas boas surpresas que ainda estão por vir.

Aos professores do curso de Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios (TGP), especialmente à professora e coordenadora Mércia Maria Semensato Bottura de Barros e aos colegas de turma por estes três ricos anos de aprendizado.

Ao professor, coordenador e orientador Francisco Ferreira Cardoso, por acreditar no meu potencial e pela oportunidade concedida em desenvolver esta pesquisa sob sua orientação.

Ao professor Ubiraci Espinelli Lemes de Souza, pelos ensinamentos em sala de aula e por aceitar o convite para banca.

Ao consultor e mentor Mauricio Hino, pelos ensinamentos profissionais e pessoais, pela amizade e por aceitar o convite para banca.

“Quando achamos que já chegamos,  
paramos de avançar.”  
(princípio espiritual).

## RESUMO

A medição do desempenho de obras de edifícios residenciais de múltiplos pavimentos em empresas da construção civil é, geralmente, realizada com foco apenas em custo e prazo, ignorando outros indicadores importantes para tomada de decisão que podem, direta ou indiretamente, afetar o resultado do empreendimento.

Esta pesquisa propõe estabelecer um conjunto de indicadores relevantes para medir e avaliar o processo de execução de obra, associando-os a um único Indicador de Desempenho da Produção (IDP), que possibilita empresas construtoras avaliar sistemicamente o desempenho de obras de edifícios residenciais de múltiplos pavimentos. O IDP é composto por 9 indicadores-chave de desempenho e está estruturado em 5 categorias: custo, prazo, qualidade, meio ambiente e segurança do trabalho.

Na seleção dos indicadores consideraram-se as práticas reconhecidas no mercado, consultorias técnicas, estudos nacionais e internacionais, experiência do pesquisador, além dos requisitos usualmente considerados na escolha de indicadores (seletividade, estabilidade, simplicidade, baixo custo, acessibilidade, representatividade, rastreabilidade, abordagem experimental).

O questionário aplicado aos gestores de empresas da construção civil visou determinar a importância relativa entre as categorias e entre os indicadores de meio ambiente e segurança do trabalho, definir a associação da nota ao resultado de custo e de prazo, além de coletar sugestões de melhoria para a pesquisa. A importância relativa entre as categorias e os indicadores foi estabelecida, como sugestão, com base em pesquisa realizada com gestores da construção civil. O resultado médio da percepção dos gestores foi, em ordem de importância, 24,7% para segurança do trabalho, 23,0% para qualidade, 18,6% para custo, 17,7% para meio ambiente e 16,0% para prazo.

O método propõe que os indicadores sejam mensalmente coletados, processados e avaliados, fornecendo informações para tomada de decisão e possibilitando a comparação dos resultados atingidos entre obras.

Palavras-chave: indicadores-chave de desempenho, gestão da produção de edifícios residenciais, avaliação de obras.

## **ABSTRACT**

The performance measurement of multiple floor residential buildings construction sites in construction companies is usually executed focused only on cost and schedule control, ignoring other important indicators for decision making that may directly or indirectly affect the project outcome.

This research proposes to establish highly relevant indicators to measure and evaluate the execution process of construction sites, associating them with a single Production Performance Indicator (IDP), which enables construction companies to assess systemically the performance of multiple floor residential buildings construction sites. The IDP consists of nine key performance indicators and is organized into five categories: cost, schedule, quality, environment and safety.

Recognized practices in the market, technical consultancy, national and international studies, the researcher's experience were considered in the selection of indicators besides the usual requirements such as selectivity, stability, simplicity, low cost, accessibility, representativeness, traceability, experimental approach.

The applied questionnaire to managers of construction companies addressed to determine the relative importance among the categories and among the indicators of environment and safety, to settle the association of the score with the result of cost and schedule, further to collect suggestions for improvements to the research. The relative importance between the categories and indicators has been established as a suggestion, based on the questionnaire answers of managers of construction companies. The average result of the manager's perception, in order of importance was, 24.7% for safety, 23.0% for quality, 18.6% for cost, 17.7% for environment and 16.0% for schedule.

The method proposes that the indicators are monthly collected, processed and assessed, providing information for decision making and enabling the comparison of the achieved results among construction sites.

**Keywords:** key performance indicators, residential buildings construction management, construction sites assessment.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Modelo de sistemas gerenciais .....	20
--	----



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Principais elementos da estrutura para definição das medidas de desempenho.....	26
Quadro 2 - Indicadores referência de custo .....	29
Quadro 3 - Indicadores referência de prazo.....	30
Quadro 4 - Estudo de caso - Indicadores resíduos .....	36
Quadro 5 - Estudo de caso – Indicador de volume de resíduos.....	37
Quadro 6 - Estudo de caso - Indicador de volume de resíduos classe A.....	38
Quadro 7 - Indicadores referência de resíduos .....	38
Quadro 8 - Consumo água por área construída e Hh .....	39
Quadro 9 - Indicadores referência de água.....	40
Quadro 10 - Indicador referência de energia.....	41
Quadro 11 - Indicadores referência de frequência de acidentes.....	43
Quadro 12 - Exemplo de requisitos definidos no checklist de segurança .....	45
Quadro 13 - Resultados da aplicação do <i>checklist</i> de segurança, instalações provisórias e armazenamento de materiais em 40 canteiros de obras .....	46
Quadro 14 - Estrutura do IDP e categorias de avaliação .....	49
Quadro 15 - Lote x amostragem do indicador de qualidade da construção .....	52
Quadro 16 - Escala do método <i>AHP</i> .....	58
Quadro 17 - Escala da meta x nota.....	59
Quadro 18 - Resultado da pesquisa – Categorias do IDP.....	59
Quadro 19 - Resultado da pesquisa – Indicadores de meio ambiente .....	60
Quadro 20 - Resultado da pesquisa – Indicadores de segurança do trabalho.....	60
Quadro 21 - Resultado da pesquisa – Desvio de custo acumulado x nota .....	60
Quadro 22 - Resultado da pesquisa – Desvio de prazo acumulado x nota.....	60

Quadro 23 - Categorias e indicadores.....	63
Quadro 24 - Custo: Desvio custo acumulado (I <sub>1</sub> ) .....	64
Quadro 25 - Prazo: Desvio prazo acumulado (I <sub>2</sub> ).....	65
Quadro 26 - Qualidade: Qualidade da construção (I <sub>3</sub> ) .....	66
Quadro 27 - Meio ambiente: Geração de resíduo sólido por área construída (I <sub>4</sub> ) .....	67
Quadro 28 - Meio ambiente: Consumo de água por área construída (I <sub>5</sub> ).....	68
Quadro 29 - Meio ambiente: Consumo de energia elétrica por área construída (I <sub>6</sub> ) .	69
Quadro 30 - Segurança do trabalho: Avaliação de segurança do trabalho (I <sub>7</sub> ) .....	70
Quadro 31 - Segurança do trabalho: Taxa de frequência de acidentes (I <sub>8</sub> ) .....	71
Quadro 32 - Segurança do trabalho: Taxa de gravidade de acidentes (I <sub>9</sub> ) .....	72
Quadro 33 - Exemplo de cálculo do IDP .....	74
Quadro 34 - Indicadores do IDP.....	77

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 .....	50
Equação 2 .....	50
Equação 3 .....	51
Equação 4 .....	53
Equação 5 .....	54
Equação 6 .....	54
Equação 7 .....	55
Equação 8 .....	56
Equação 9 .....	56
Equação 10 .....	73

# SUMÁRIO

<b>RESUMO.....</b>	<b>6</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>7</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>8</b>
<b>LISTA DE QUADROS.....</b>	<b>9</b>
<b>LISTA DE EQUAÇÕES.....</b>	<b>11</b>
<b>SUMÁRIO.....</b>	<b>12</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
1.1 JUSTIFICATIVA.....	15
1.2 OBJETIVO.....	18
1.3 METODOLOGIA.....	18
1.4 ESTRUTURAÇÃO DA PESQUISA.....	18
<b>2. BASE METODOLÓGICA PARA MEDIÇÃO DE DESEMPENHO.....</b>	<b>20</b>
2.1 MEDIÇÃO DE DESEMPENHO.....	20
2.2 INDICADORES.....	21
2.2.1 Conceito de indicadores.....	21
2.2.2 Classificação de indicadores.....	23
2.2.3 Critérios de seleção de indicadores.....	24
2.3 <i>BENCHMARKING</i> .....	26
2.4 INDICADORES DE DESEMPENHO NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	28
2.4.1 Custo.....	29
2.4.2 Prazo.....	30
2.4.3 Qualidade.....	31
2.4.4 Meio ambiente.....	33
2.4.5 Segurança do trabalho.....	41
2.5 IMPORTÂNCIA RELATIVA E PONDERAÇÃO DE INDICADORES.....	46
<b>3. PROPOSTA DE UM SISTEMA DE INDICADORES DE DESEMPENHO DE OBRAS.....</b>	<b>48</b>
3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	48
3.2 ESTRUTURA DO IDP.....	48
3.3 CATEGORIA CUSTO (I <sub>c</sub> ).....	49

3.3.1	Desvio de custo (I <sub>1</sub> ) .....	50
3.4	CATEGORIA PRAZO (I <sub>P</sub> ).....	50
3.4.1	Desvio de prazo (I <sub>2</sub> ).....	50
3.5	CATEGORIA QUALIDADE (I <sub>Q</sub> ).....	51
3.5.1	Qualidade da Construção (I <sub>3</sub> ).....	51
3.6	CATEGORIA MEIO AMBIENTE (I <sub>A</sub> ).....	53
3.6.1	Geração de resíduo sólido por área construída (I <sub>4</sub> ).....	53
3.6.2	Consumo de água por área construída (I <sub>5</sub> ).....	54
3.6.3	Consumo de energia elétrica por área construída (I <sub>6</sub> ).....	54
3.7	CATEGORIA SEGURANÇA DO TRABALHO (I <sub>S</sub> ).....	55
3.7.1	Avaliação de segurança do trabalho (I <sub>7</sub> ).....	55
3.7.2	Taxa de frequência de acidentes (I <sub>8</sub> ).....	56
3.7.3	Taxa de gravidade de acidentes (I <sub>9</sub> ).....	56
<b>4.</b>	<b>PESQUISA DE CAMPO .....</b>	<b>58</b>
4.1	ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DE QUESTIONÁRIO.....	58
4.2	CONSOLIDAÇÃO DO RESULTADO.....	59
4.3	ANÁLISE DO RESULTADO.....	60
<b>5.</b>	<b>MÉTODO PARA MEDIÇÃO DE DESEMPENHO DE OBRAS ASSOCIADO A UMA NOTA FINAL .....</b>	<b>63</b>
5.1	CÁLCULO DOS INDICADORES.....	64
5.2	CÁLCULO DO IDP.....	73
5.3	PLANILHA DE CONTROLE DO IDP.....	74
5.4	CRITÉRIOS MINORADORES E MAJORADORES DA NOTA FINAL.....	74
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>76</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>80</b>
	<b>APÊNDICE A - LISTA DE VERIFICAÇÃO DA QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO ..</b>	<b>84</b>
	<b>APÊNDICE B - CONTROLE DE AMOSTRAGEM DE SERVIÇOS PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO .....</b>	<b>88</b>
	<b>APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO APLICADO A GESTORES DA CONSTRUÇÃO CIVIL .....</b>	<b>89</b>
	<b>APÊNDICE D - PLANILHA DE CONTROLE DO IDP.....</b>	<b>90</b>

<b>ANEXO A - LISTA DE VERIFICAÇÃO PARA AVALIAÇÃO DE SEGURANÇA DO TRABALHO .....</b>	<b>96</b>
<b>ANEXO B - DIAS A DEBITAR PARA CÁLCULO DA TAXA DE GRAVIDADE - NBR 14280 .....</b>	<b>98</b>

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 JUSTIFICATIVA

No mundo inteiro, novas relações sociais e econômicas estabelecem maior competição entre as empresas. Assim, frente a um mercado consumidor cada vez mais exigente quanto à qualidade dos produtos e serviços oferecidos pela indústria, crescem as atenções para com a melhoria do desempenho das empresas, principalmente, quanto à qualidade e à produtividade (sentido abrangente). No Brasil, o crescimento da competição observado nos últimos anos tem levado um número significativo de empresas a buscar melhores níveis de desempenho através da implantação de programas de melhoria de qualidade e produtividade, incluindo construtoras. (LANTELME, 1994).

Segundo Lantelme (1994), a implantação destes programas de melhoria requer a avaliação sistemática do desempenho, com o objetivo de orientar a empresa no desenvolvimento de seu planejamento estratégico e operacional, através do estabelecimento de metas, priorização de ações, identificação de problemas, controle e melhoria dos processos.

Entretanto, o monitoramento do desempenho de canteiros de obras (ou simplesmente obras) de edifícios residenciais de múltiplos pavimentos em empresas da construção civil é, geralmente, realizado com foco apenas em custo e prazo, ignorando outros indicadores importantes para tomada de decisão que podem, direta ou indiretamente, afetar o resultado do empreendimento. Pressupõe-se que uma das causas desta simplificação seja oriunda do desconhecimento ou da ausência de um método simples e eficaz, capaz de medir outras facetas do desempenho, tão ou mais importantes quanto às tradicionalmente empregadas. Por exemplo, pode-se destacar as seguintes categorias cujo desempenho não deveria ser desprezado para tomada de decisão: qualidade do edifício ou de suas partes, impactos ambientais e segurança dos trabalhadores do canteiro de obras. Estes desempenhos devem ser monitorados e analisados objetivamente para:

Qualidade:

- Garantir a conformidade referente ao padrão (normas técnicas, projetos, requisitos de clientes, entre outros);

- Reduzir a assistência técnica;
- Aumentar a satisfação dos clientes;
- Melhorar a imagem da empresa.

Meio Ambiente:

- Eliminar, reduzir ou controlar a geração e o descarte de resíduos;
- Reduzir a escassez de recursos naturais, especialmente o consumo de água e energia;

Segurança do trabalho:

- Garantir o atendimento da legislação de segurança do trabalho, especialmente normas regulamentadoras;
- Garantir a implantação de medidas de controle e de sistemas preventivos de segurança no canteiro de obras;
- Eliminar, reduzir e controlar situações de risco em obra (frequência e gravidade de acidentes);

O conjunto de indicadores de desempenho da produção de edifícios residenciais de múltiplos pavimentos a ser estabelecido associa resultados de custo, prazo, qualidade, meio ambiente e segurança do trabalho a uma nota final.

As medições têm um importante papel na melhoria da comunicação entre os diferentes níveis gerenciais da empresa. Em um nível mais estratégico as medidas são utilizadas para guiar e avaliar a implementação da estratégia corporativa e sua disseminação aos demais níveis. Em um nível mais operacional as medições têm o papel de informar às pessoas envolvidas quanto ao desempenho dos processos e auxiliar na identificação das causas dos problemas (NORIE, 2011).

Campos<sup>1</sup> (1992) apud Lantelme (1994), ressalta a necessidade de “tomar decisões em cima de dados e fatos concretos e não com base em experiência, bom senso, intuição ou coragem”.

---

<sup>1</sup> CAMPOS, V. F. TCQ: controle da qualidade total (no estilo japonês). 2. Ed. Rio de Janeiro: Bloch Ed., 1992. 220 p.



Lantelme (1994) coloca que a medição é o processo que envolve a decisão quanto ao o que medir, como coletar, processar e avaliar os dados e, através de sua incorporação às atividades da empresa, é que se obtém os dados e fatos necessários à tomada de decisão.

Sink e Tuttle (1993) afirmam que o grande obstáculo à implantação das medições de desempenho está no comportamento dos gerentes. Segundo esses pesquisadores a maior parte dos gerentes, senão todos, prefere agir baseado na intuição, impulso e experiência a trabalhar para melhorar seus sistemas de informação e, segundo Lantelme (1994), no setor da construção civil esta situação é ainda mais crítica.

Neste contexto, os indicadores de desempenho de obras tornam-se ferramentas imprescindíveis para a gestão de empresas da construção civil e, por meio de um processo constituído, propõe-se estabelecer um conjunto de indicadores relevantes para medir e avaliar produção de obra, associando-os a um único Indicador de Desempenho da Produção (IDP) de edifícios residenciais, que possibilite à empresa construtora avaliar sistemicamente o desempenho de obras de edifícios residenciais de múltiplos pavimentos.

Pode-se também destacar outros benefícios que uma empresa construtora pode obter com uso do IDP, dentre eles:

- Fornecer informação para tomada de decisão em nível tático e estratégico, principalmente aos coordenadores de obras e diretores técnicos de construtoras;
- Estimular a equipe de obra a melhorar o seu desempenho, com base na comparação dos resultados atingidos entre obras;
- Criar um banco de dados de desempenho de obras e, quando apropriado, compará-las entre si;
- Fornecer subsídios para implantação de um programa de bonificação por meio do reconhecimento e premiação dos melhores desempenhos (meritocracia) visando motivar o colaborador a atingir resultados planejados, além de contribuir para retenção de talentos.

## **1.2 OBJETIVO**

O objetivo desta pesquisa é estabelecer um conjunto de indicadores de desempenho da produção de edifícios residenciais de múltiplos pavimentos em empresas construtoras que associe resultados de custo, prazo, qualidade, meio ambiente e segurança do trabalho a uma nota final.

## **1.3 METODOLOGIA**

Para o cumprimento do objetivo proposto, esta pesquisa é composta pelas seguintes etapas:

- Revisão bibliográfica relacionada ao assunto, especialmente sobre indicadores de desempenho de obras;
- Composição de um referencial teórico sobre desempenho de obras, esclarecendo as definições e os métodos de avaliação existentes;
- Composição de uma estrutura de avaliação de obras constituída de categorias associadas a indicadores de desempenho;
- Elaboração e aplicação de questionário para gestores de empresas construtoras visando confirmar a relevância das categorias e indicadores propostos, bem como sua importância relativa na composição do indicador final e, por fim, a associação das notas aos resultados esperados;
- Consolidação e análise dos resultados da pesquisa com gestores, e realimentação da estrutura de avaliações de obras proposta;
- Proposição de um método para avaliação do desempenho da produção de edifícios residenciais em empresas construtoras;
- Elaboração de uma planilha de controle para auxiliar a coleta, processamento, análise e divulgação dos resultados.

## **1.4 ESTRUTURAÇÃO DA PESQUISA**

A pesquisa está estruturada em 6 capítulos (1 - introdução, 2 - base metodológica para medição de desempenho, 3 - proposta de um sistema de indicadores de desempenho de obras, 4 - pesquisa de campo, 5 - metodologia para medição de desempenho de obras associado a uma nota final, 6 - conclusão e referências

bibliográficas). O primeiro é de caráter introdutório e está dividido em 4 partes. Já o segundo, que apresenta referências bibliográficas relacionadas ao tema principal, é separado em 5 partes. O terceiro, uma proposta de um sistema de indicadores para obras, está dividido em 7 partes e apresenta os indicadores organizados em 7 categorias. O quarto capítulo se refere à pesquisa de campo (3 partes) realizada com os gestores da construção civil. O método de medição de desempenho é apresentado no penúltimo capítulo em 4 partes. A conclusão apresenta a análise crítica da pesquisa, a conclusão da pesquisa, as dificuldades encontradas e as sugestões de pesquisas futuras. Por fim, são indicadas as referências bibliográficas consultadas para o desenvolvimento desta pesquisa.

## 2. BASE METODOLÓGICA PARA MEDIÇÃO DE DESEMPENHO

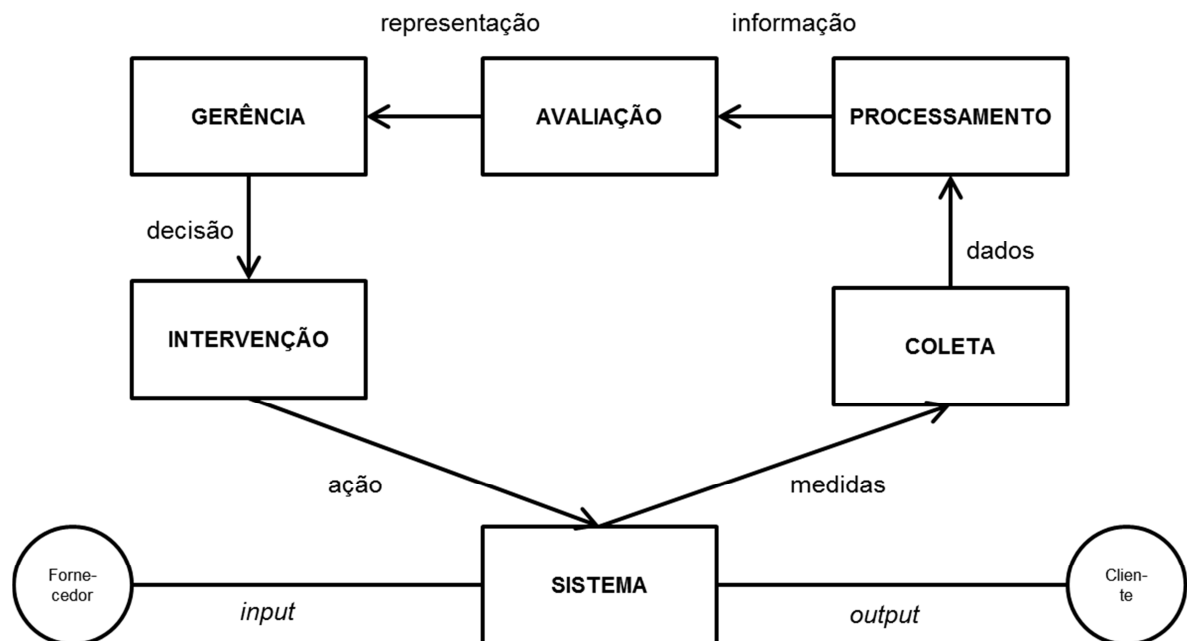
### 2.1 MEDIÇÃO DE DESEMPENHO

Sink & Tuttle<sup>2</sup> (1993) apud Lantelme (1994) declaram que as informações necessárias ao processo de tomada de decisão são obtidas através da medição, que é um processo que envolve a decisão quanto ao que medir e a como coletar, processar e avaliar dados.

Sink & Tuttle (1993) apresentam um modelo que enfoca a medição como parte integrante do sistema gerencial da empresa, enfatizando o seu papel como mecanismo de retroalimentação de informações de decisões.

Na Figura 1, o sistema representa a empresa, um processo que está sendo gerenciado (obra). O bloco gerência representa as pessoas responsáveis pela tomada de decisão (diretores, supervisores ou funcionários).

Figura 1 – Modelo de sistemas gerenciais



Fonte: adaptado por LANTELME (1994) de SINK & TUTTLE (1993)

<sup>2</sup> SINK, D. Scott; TUTTLE, Thomas C. Planejamento e medição para performance. Rio de Janeiro: Quality Mark, 1993. 343 p.

Para que a medição se torne realmente parte integrante do sistema gerencial de uma empresa, uma série de diretrizes podem ser consideradas nas etapas que compõem a coleta, processamento e avaliação (NORIE, 2011). Cada uma destas etapas representa:

- Coleta: enfoque na geração dos dados necessários para fornecer a informação;
- Processamento: as atividades de armazenamento, representação, comunicação e divulgação dos dados, que se transformam em informações;
- Avaliação: análise das possíveis causas dos resultados obtidos e os planos para resolução de problemas e melhoria de desempenho.

Silva (2003) esclarece que os pontos metodológicos-chave de um sistema de avaliação de edifícios podem ser estruturados em torno de 3 questões centrais:

- O que avaliar? Definição da estrutura e do conteúdo da avaliação.
- Como avaliar? Definição da natureza da avaliação (prescritiva x desempenho), seleção dos indicadores destas medidas, definição dos pesos a serem atribuídos a cada um deles, e do formato de apresentação de resultados.
- Quanto atingir? Definição de pontuação mínima, da escala de pontuação (referências e metas), e de classes de desempenho.

Ao longo dos capítulos seguintes as questões supracitadas são abordadas de modo a esclarecer as respostas com foco no desempenho da produção de edifícios residenciais de múltiplos pavimentos.

## **2.2 INDICADORES**

### **2.2.1 Conceito de indicadores**

Na bibliografia consultada existem diversas definições para o termo indicador. Segundo Souza (1994), os indicadores consistem em expressões quantitativas que representam uma informação concebida a partir da medição e da avaliação de uma estrutura de produção, dos processos que a compõem e dos produtos resultantes. Desta forma, os indicadores constituem instrumentos de apoio à tomada de decisão

relativa a uma determinada estrutura, processo ou produto (LIMA<sup>3</sup>, 2005 apud PINHEIRO, 2011).

Conforme citado por Pinheiro (2011), pode-se destacar também as seguintes definições:

- Um indicador é uma relação matemática que mede, numericamente, atributos de um processo ou dos seus resultados, com o objetivo de comparar esta medida com metas numéricas, pré-estabelecidas (FPNQ, 1995);
- Indicadores são elementos que medem níveis de eficiência e eficácia de uma organização, ou seja, medem o desempenho dos processos produtivos, relacionados com a satisfação dos clientes (DE ROLT, 1998);
- Um indicador é um parâmetro (propriedade medida ou observada) ou valor derivado de parâmetros que fornece informação sobre um determinado fenômeno (OECD<sup>4</sup>, 1993 apud SILVA, 2003). Um indicador possui significado sintético e é desenvolvido para um objetivo específico.

Para ser útil, um indicador deve permitir uma explicação das razões das mudanças em seu valor ao longo do tempo, ser suficientemente simples na maneira em que descreve problemas frequentemente complexos, e usar definições comuns de componentes-chaves e normalização para permitir comparações (COLE<sup>5</sup>, 2002 apud SILVA, 2003).

Deste modo, um indicador de desempenho representa um resultado atingido em determinado processo ou característica do produto final resultante. Refere-se ao comportamento do processo ou produto em relação a determinadas variáveis. Indicadores caracterizam condições como o custo de determinado processo, o lucro e a conformidade dos produtos (SOUZA, 1994).

Complementarmente pode-se dizer que um sistema de indicadores de desempenho é um conjunto de medidas integradas em vários níveis (organização, processos e pessoas), definidas a partir da estratégia e dos objetivos da unidade de negócio,

---

<sup>3</sup> LIMA, H. M. R. (2005). Concepção e implementação de sistemas de indicadores de desempenho em empresas construtoras de empreendimentos habitacionais de baixa renda. Dissertação de mestrado em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

<sup>4</sup> ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT – OECD. *OECD Core set of indicators for the environmental performance reviews. A synthesis report by the Group on the State of the Environment. Environment Monographs* n. 83. 1993. 39 p.

<sup>5</sup> COLE, R. J. *Sustainable Building: Indicators of progress. Sustainable Building*, n. 4, 17 p. 2002.

tendo como propósito fornecer informações relevantes às pessoas certas (as responsáveis pela tomada de decisão) sobre o desempenho de processos e produtos, para auxiliar no processo de tomada de decisão (LIMA<sup>6</sup>, 2005 apud PINHEIRO, 2011).

### 2.2.2 Classificação de indicadores

Há inúmeras classificações de indicadores na literatura estudada. Pode-se destacar os seguintes tipos de indicadores:

Kaplan e Norton (1996) classificam os indicadores em:

- Indicadores de resultado: São aqueles que verificam se as iniciativas de curto prazo e as estratégias estão produzindo os resultados desejados;
- Vetores de desempenho: São específicos para uma determinada unidade de negócio, refletem a singularidade da estratégia e fornecem informações às empresas sobre previsões e tendências.

Segundo Lantelme (1994), os indicadores podem ser considerados:

- Indicadores de desempenho específicos: Fornecem informações para a gestão da empresa e dos seus processos individuais. Estes indicadores estão relacionados com as estratégias e as atividades específicas da empresa. As informações fornecidas são utilizadas para o planejamento, o controle e a melhoria contínua dessas estratégias e processos;
- Indicadores de desempenho globais: Possuem um caráter mais abrangente e pretendem demonstrar o desempenho de uma empresa ou setor de uma empresa em relação ao ambiente em que se inserem. Portanto, têm um caráter mais homogêneo que permite a sua comparação.

Alárcon et al.<sup>7</sup> (2001) apud Navarro (2005) colocam uma classificação dos indicadores relacionada à prática do *benchmarking*:

- Indicadores de resultado: Os que apontam o nível de êxito atingido pelo empreendimento;

---

<sup>6</sup> LIMA, H. M. R. Concepção e implementação de sistemas de indicadores de desempenho em empresas construtoras de empreendimentos habitacionais de baixa renda. Dissertação de mestrado em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2005.

<sup>7</sup> ALARCÓN, L. F. et al. *Learning from collaborative benchmarking in the construction industry*. In: ANNUAL CONFERENCE OF LEAN CONSTRUCTION, 9., 2001, Singapura. Anais... Singapura: IGLC, National University of the Singapore, 2001. p.407-415.

- Indicadores de processo: Objetivam medir o desempenho dos processos mais relevantes da empresa e do empreendimento;
- Variáveis: Indicam as decisões estratégicas e decisões que não se referem aos processos, mas que afetam o desempenho da organização ou do empreendimento.

Conforme Souza (1994), os indicadores de desempenho podem ser divididos em indicadores de qualidade e de produtividade. Esse mesmo pesquisador coloca que os indicadores de qualidade “são os que medem o desempenho de um produto ou serviço, relativos às necessidades dos clientes internos ou externos”. Já os indicadores de produtividade “são os que medem o desempenho dos processos, através de relações elaboradas a partir dos recursos utilizados e respectivos resultados atingidos”. No entanto, Lantelme (1994) destaca que não há distinções rígidas entre esses indicadores, pois a adoção de um conceito mais amplo de qualidade pode englobar também a melhoria da produtividade.

### 2.2.3 Critérios de seleção de indicadores

Os requisitos para seleção de indicadores devem ser cuidadosamente observados para garantir um conjunto de indicadores coerente com os objetivos empresariais. O PBQP<sup>8</sup> (1991) apud AMBROZEWICZ (2003) estabelece os requisitos básicos que os indicadores de desempenho devem atender:

- Seletividade: Os indicadores devem estar relacionados aos aspectos, etapas e resultados essenciais ou críticos do produto, serviço ou processo. Um número excessivo de indicadores dificulta a coleta e leva à interrupção do acompanhamento.
- Estabilidade: Devem perdurar ao longo do tempo, com base em procedimentos rotinizados, incorporados às atividades da empresa ou departamento.
- Simplicidade: Devem ser de fácil compreensão e aplicação, usando relações percentuais simples, médias, medidas de variabilidade e números absolutos. Fórmulas complicadas de cálculo e coletas de dados trabalhosas desestimulam e inviabilizam sob o ponto de vista de custo o acompanhamento.

---

<sup>8</sup> PBQP - Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade (1991).



- Baixo custo: O custo para coleta, processamento e avaliação não pode ser superior ao benefício obtido pela medida.
- Acessibilidade: Os dados para coleta do indicador devem ser de fácil acesso, caso contrário as pessoas envolvidas na sua obtenção abandonam a coleta, interrompendo o acompanhamento.
- Representatividade: O indicador deve ser formulado de forma a representar satisfatoriamente o processo ou produto a que se refere. Indicadores pouco representativos não são úteis para orientar tomadas de decisão.
- Rastreabilidade: Devem ser adequadamente documentados os dados e as informações utilizadas, bem como os formulários e memórias de cálculo, incluindo o registro do pessoal envolvido. Este procedimento favorece o recálculo rápido em caso de dúvida, além de permitir que diferentes pessoas possam efetuar a coleta e o cálculo.
- Abordagem experimental: É recomendável testar inicialmente os indicadores. Caso não se mostrem importantes e eficazes ao longo do tempo, devem ser alterados. Esta abordagem é importante, pois protege a persistência no uso de indicadores.

Costa (2003) elaborou o Quadro 1, apresentando as recomendações para que as medidas de desempenho sejam adequadamente definidas.

**Quadro 1 - Principais elementos da estrutura para definição das medidas de desempenho**

<b>Elemento da medida</b>	<b>Recomendações para a definição da medida</b>
<b>Título</b>	ser simples para entender estar claramente definido representar exatamente sobre o que está sendo medido
<b>Finalidade</b>	ter relevância ter uma finalidade explícita
<b>Relação com o objetivo do negócio</b>	ser derivado da estratégia estar relacionado com metas específicas focar na melhoria
<b>Meta</b>	ter finalidade explícita fazer parte do ciclo de revisão gerencial focar na melhoria fornecer informação relevante
<b>Periodicidade</b>	fornecer retroalimentação em tempo adequado e com confiabilidade ser reportado num formato simples e consistente fornecer informações
<b>Fórmula</b>	ser simples para entender refletir o processo a ser medido estar claramente definida adotar taxas relativas ao invés de números absolutos representar exatamente o que está sendo medido
<b>Responsável pela coleta</b>	quando possível, usar dados que são automaticamente coletados
<b>Fontes dos dados</b>	fonte de dados explícitos e confiáveis quando possível, usar dados que são automaticamente coletados
<b>Responsável pela análise dos dados</b>	estar relacionado com metas específicas ter impacto visual fornecer informações
<b>Diretrizes para análise</b>	estar relacionado com metas específicas ter impacto visual fornecer informações

Fonte: COSTA (2003) adaptado de NEELY et al.<sup>9</sup> (1997)

### 2.3 BENCHMARKING

Segundo Pinheiro (2011) o termo *benchmarking* tem origem na expressão inglesa *benchmark*, que se refere a uma referência ou um padrão de medida para comparação. Este conceito foi introduzido na linguagem empresarial pela empresa

<sup>9</sup> NEELY, A. et al. *Performance measurement system design: Should process based approaches be adopted?* *International Journal of Production Economics*, Amsterdam, v. 46-47, p. 423-431, 1997.

Xerox, que o definiu como "o processo contínuo de medirmos e compararmos os nossos produtos, serviços e práticas com os mais fortes concorrentes ou com as empresas reconhecidas como líderes da indústria". Dito de outro modo, o *benchmarking* é um processo ou técnica de gestão através do qual as empresas ou organizações avaliam o desempenho dos seus processos, produtos, sistemas e procedimentos de gestão comparando-os com os melhores desempenhos encontrados em outras organizações.

Uma definição mais simples define *benchmarking* como a busca por melhores práticas da indústria que conduzem a um desempenho superior (Camp<sup>10</sup>, 1989 apud Pinheiro, 2011).

A literatura estipula a existência de vários tipos de *benchmarking*, podendo ser definidos como:

- *Benchmarking* interno: Compara funções numa mesma organização. Pode ser entre departamentos ou entre unidades de negócio (ex.: obras);
- *Benchmarking* competitivo ou concorrencial: Compara produtos, serviços, processos ou métodos entre empresas diretamente concorrentes;
- *Benchmarking* funcional: Compara atividades funcionais similares em empresas não diretamente concorrentes;
- *Benchmarking* estratégico: É um tipo de *benchmarking* com um aspecto ainda mais radical, uma vez que promove a análise fundamental de processos que cruzam várias funções em setores não relacionados;
- *Benchmarking* setorial: Visa a comparação entre empresas da mesma indústria e procura analisar tendências no ambiente competitivo, bem como estabelecer indicadores de referência.

O principal processo de *benchmarking* utilizado nesta pesquisa é o *benchmarking* interno, que permite, quando apropriado, comparar o desempenho de obras de edifícios residenciais de uma determinada construtora.

---

<sup>10</sup> CAMP, R. C. (1989). *Benchmarking: The Search for Industry Best Practices that Lead to Superior Performance*. WI: Quality Press, Milwaukee.

## 2.4 INDICADORES DE DESEMPENHO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A carência de dados e informações que possam orientar a tomada de decisão apresenta-se como uma das dificuldades que as empresas de construção civil, de um modo geral, têm enfrentado no desenvolvimento de programas de melhoria.

Esta questão despertou o interesse de pesquisadores do Núcleo Orientado para Inovação da Edificação (NORIE/UFRGS) para desenvolver um estudo sobre a medição de desempenho na construção civil, com o objetivo de selecionar um conjunto de indicadores que poderiam ser utilizados para medir o desempenho das empresas do setor com relação à qualidade e produtividade (LANTELME, 1994).

Além do NORIE, na revisão bibliográfica analisada, encontraram-se núcleos de estudos internacionais de indicadores de desempenho aplicados à construção civil.

Segundo Pinheiro (2011), que analisou os pontos positivos e negativos dos principais modelos existentes de indicadores-chave de desempenho aplicados à construção civil, pode-se destacar os seguintes projetos em âmbito internacional, com os responsáveis pelo seu desenvolvimento:

- KPI - *Key Performance Indicators* (Reino Unido): 29 indicadores classificados em 3 categorias (econômicos, respeito pelas pessoas e ambientais). Desenvolvido por *Construction Excellence - UK Construction Best Practice Programme*.
- SISIND-NET - Sistema de Medição de Desempenho para *Benchmarking* (Brasil): 28 indicadores classificados em 7 categorias (produção e segurança, clientes, vendas, controle e produtividade, fornecedores, qualidade e recursos humanos). Desenvolvido pelo Núcleo Orientado para a Inovação na Edificação (NORIE) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- BEC - Centro de *Benchmarking* do Setor da Construção (Dinamarca): 9 indicadores classificados em 6 categorias (tempo, custo, satisfação do cliente, segurança, defeitos e produtividade). Desenvolvido por *Byggeriets Evaluerings Center*.
- ICBENCH - Indicadores de Desempenho e Produtividade (Portugal): 23 indicadores classificados em 5 categorias (cliente/satisfação, econômicos/financeiros, processos produtivos/segurança, recursos humanos/aprendizagem, inovação/ambiente). Desenvolvido pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- NBS - Sistema Nacional de *Benchmarking* (Chile): 20 indicadores classificados em 13 categorias (custo, prazo, qualidade, projeto, segurança,

trabalho, construção, aquisições, planejamento, gestão da empresa, trabalhadores, subcontratação, engenharia/projeto). Desenvolvido por *Corporación de Desarrollo Tecnológico e Programa de Excelência em Gestão da Produção da Pontificia Universidad Católica de Chile*.

- CII BM&M - Sistema Nacional de *Benchmarking* (Estados Unidos da América): 14 indicadores classificados em 5 categorias (custo, prazo, segurança, alterações e retrabalho). Desenvolvido por *Construction Industry Institute Benchmarking and Metrics*.

Ao longo dos capítulos seguintes, são expostos detalhadamente os indicadores supracitados que estão relacionados com as categorias predefinidas no objetivo desta pesquisa (custo, prazo, qualidade, meio ambiente e segurança do trabalho)

#### 2.4.1 Custo

As referências analisadas indicam que 5 dos 6 projetos estudados por Pinheiro (2011) consideraram importante medir desvio de custo, conforme apresenta o Quadro 2.

**Quadro 2 - Indicadores referência de custo**

Projeto	Indicador	Fórmula
KPI	Previsibilidade de custo construção	$[(\text{Custo real do processo de construção} - \text{Custo previsto do processo de construção}) / \text{Custo previsto do processo de construção}] \times 100$
SISIND-NET	Desvio de custo da obra	$(\text{Custo real} - \text{Custo orçamentado}) / \text{Custo orçamentado} \times 100$
ICBENCH	Desvio do custo	$[(\text{Custo efetivo da construção} - \text{Custo estimado da construção}) / \text{Custo estimado da construção}] \times 100$
NBS	Desvio do custo por empreendimento	$(\text{Custo real} - \text{Custo orçamentado}) / \text{Custo orçamentado}$
CII BM&M	Orçamento do empreendimento	$[\text{Custo total do empreendimento} / (\text{Custo inicial previsto do empreendimento} + \text{Custo das mudanças aprovadas})] \times 100$

**Fonte: adaptado de PINHEIRO (2011)**

O desvio de custo é medido no regime de competência (momento da aquisição de um bem ou execução de um serviço) e não no regime de caixa (momento do pagamento efetivo do bem ou serviço).

Este indicador, apesar de monitorado mensalmente, é geralmente avaliado de forma acumulada, considerando todo custo incorrido (provisionado) até um dado momento.

## 2.4.2 Prazo

Considerando a revisão bibliográfica estudada, todos os projetos (6 ao total) citados por Pinheiro (2011) consideraram importante medir desvio do prazo, conforme apresenta o Quadro 3.

**Quadro 3 - Indicadores referência de prazo**

Projeto	Indicador	Fórmula
KPI	Previsibilidade de tempo construção	$[(\text{Duração real do processo de construção} - \text{Duração prevista do processo de construção}) / \text{Duração prevista do processo de construção}] \times 100$
SISIND-NET	Desvio de tempo da obra	$(\text{Duração real} - \text{Duração prevista} / \text{Duração prevista}) \times 100$
BEC	Tempo real de construção em relação ao planejado	$(\text{Tempo real de construção} / \text{Tempo previsto de construção}) \times 100$
ICBENCH	Desvio do tempo	$[(\text{Duração efetiva da obra} - \text{Duração estimada da obra}) / \text{Duração estimada da obra}] \times 100$
NBS	Desvio de tempo da construção	$(\text{Duração atual} - \text{Duração estimada}) / \text{Duração estimada}$
CII BM&M	Cronograma do empreendimento	$[\text{Duração total do empreendimento} / (\text{Duração inicial prevista do empreendimento} + \text{Duração das mudanças aprovadas})] \times 100$

**Fonte: adaptado de PINHEIRO (2011)**

Este indicador, apesar de monitorado mensalmente, é geralmente avaliado de forma acumulada, considerando todo tempo despendido até um dado momento.

A produtividade da mão de obra também é outro fator que pode afetar o prazo de entrega da obra, o qual mede a eficiência na transformação de recursos em produtos (unidades autônomas).

A produtividade depende do tipo de obra e processo, capacitação e treinamento da mão de obra, disponibilidade de equipamentos e ferramentas adequadas e de outras variáveis. O ideal é que a construtora desenvolva um banco de dados, registrando o histórico do consumo de materiais e de horas laborais nos seus empreendimentos. Dessa forma, dados da obra em construção podem ser comparados com obras já executadas, com a mesma tipologia de projeto (THOMAZ, 2010).

Segundo Souza (2001), a produtividade pode ser medida nas seguintes modalidades:

- Diária: Respostas rápidas para intervenção;
- Cumulativa: Detecção de tendências;

- Potencial: Valor que poderia ser atingido (meta factível);
- Periódica: Atenua problemas e serve para fixação de metas;
- Por ciclo: Útil para ciclos pequenos.

A produtividade pode variar devido a fatores ligados ao conteúdo, contexto e anormalidades. Souza (2001) coloca que a produtividade média da construção civil no Brasil está entre 35 e 80Hh/m<sup>2</sup> construído.

#### 2.4.3 Qualidade

A qualidade se tornou um atributo do processo produtivo e vem sendo objeto de estudo de muitos pensadores e grupos, desde os anos 1990. Cada um deles tem uma abordagem particular da qualidade (AMBROZEWICZ, 2003). Dentre elas, Ambrozewicz (2003) destaca:

- Deming: “Qualidade é a capacidade de satisfazer desejos.”
- Juran: “Qualidade é a adequação ao uso.”
- Feigenbaum: “Qualidade é um conjunto de características do produto – tanto de engenharia, como de fabricação – que determinam o grau de satisfação que proporcionam ao consumidor durante o seu uso.”
- Crosby: “Qualidade significa conformidade com as especificações.”
- Ishikawa: “Qualidade é igual a qualidade do serviço, qualidade do trabalho, qualidade da informação, qualidade do processo, do operário, do engenheiro, do administrador, qualidade das pessoas, qualidade do sistema, qualidade da própria empresa, da sua diretriz, de preços...”
- Falconi: “Produto ou serviço de qualidade é aquele que atende perfeitamente, de forma confiável, de forma segura e no tempo certo as necessidades dos clientes.”

Já a NBR ISO 9001 - Sistemas de gestão da qualidade (ABNT, 2005) diz que qualidade é o “grau no qual um conjunto de características inerentes satisfaz a requisitos”.

Para Lantelme (1994), a medição de indicadores de qualidade e produtividade tem sido apontada como uma questão fundamental para a gestão da qualidade. Os indicadores fornecem aos gerentes, informações necessárias ao processo de tomada de decisões e ações de melhoria da qualidade e produtividade da empresa.

O setor da construção civil, pouco habituado à prática da medição, encontra-se carente de informações que possam fornecer aos gerentes as informações quanto ao desempenho de suas empresas e quanto às ações a tomar para melhoria da qualidade e produtividade de seu processo produtivo.

De acordo com Guerra (2010), as inspeções de qualidade, quando realizadas sob a perspectiva do usuário final, segundo uma visão externa, isenta e altamente especializada sobre a qualidade do produto final contribuem para obtenção da satisfação do cliente, aumento da qualidade real do empreendimento e redução de problemas de manutenção pós-entrega.

Por exemplo, ao se avaliar a qualidade de um apartamento, alguns itens podem não ser visíveis aos olhos do usuário final (problemas de caimento em áreas frias, funcionamento de esquadrias, fixação de bancadas, placas cerâmicas com falha de aderência, entre outros), e podem ser verificados sobre todos os aspectos (especificação, atendimento de projeto, execução, etc.) na fase da execução da obra, durante as visitas técnicas do programa QRO (Qualidade Real de Obra), produto desenvolvido pelo CTE (Centro de Tecnologia de Edificações). Este produto, testado por diversas construtoras brasileiras, tem como objetivo proporcionar os seguintes resultados:

- Aumento da qualidade real do produto (obra) e redução de problemas de manutenção após entrega, reduzindo os custos e promovendo uma boa imagem da empresa frente aos seus clientes e investidores.
- Aumento do nível de compromisso das equipes de obra em razão da introdução de monitoramentos/inspeções rigorosas, que ocorrem de forma precisa e independente.
- Criação de indicadores consistentes para avaliar o desempenho das obras, o que subsidia a tomada de ações corretivas rápidas por parte do engenheiro da obra, dos coordenadores de obras, do diretor técnico e do incorporador.
- Avaliação do desempenho individual de cada uma das obras e de seus gestores, facilitando a introdução de programas de incentivo e de participação nos lucros.

Pinheiro (2011) apresenta outros três indicadores relacionados com a qualidade da obra, como por exemplo, o índice de inconformidade na entrega do imóvel, o custo das reclamações dos clientes, o número total de horas gastas em retrabalhos.



#### 2.4.4 Meio ambiente

Segundo Cardoso e Araujo (2007), a etapa de construção, no ciclo de vida de um edifício, responde por uma parcela significativa dos impactos causados pela construção civil no ambiente, principalmente os consequentes às perdas de materiais e à geração de resíduos e os referentes às interferências na vizinhança da obra e nos meios físico, biótico e antrópico do local onde a construção é edificada durante a produção no canteiro de obras.

É bastante grande a importância dos resíduos gerados nos canteiros de obra, tanto pela quantidade que representam - da ordem de 50% da massa total dos resíduos sólidos produzidos nas áreas urbanas - como pelos impactos que causam, principalmente ao serem levados para locais inadequados (CARDOSO; ARAUJO, 2007).

O tema vem sendo estudado e soluções desenvolvidas cobrindo pontos como a redução da produção de resíduos em obras (perdas por entulho), o gerenciamento dos resíduos inevitavelmente produzidos e a sua reciclagem e reuso.

Já as interferências causadas pelos canteiros de obras não têm merecido a devida atenção das empresas, dos profissionais e acadêmicos, embora também causem impactos significativos, como incômodos à vizinhança (sonoros, visuais, etc.), poluição (ao solo, à água e ao ar), impactos ao local da obra (aos ecossistemas, erosões, assoreamentos, trânsito, etc.) e consumo de recursos (principalmente água e energia).

Neste manual, Cardoso e Araujo (2007), destacam tabelas que relacionam aspectos e impactos ambientais significativos em função da fase da obra e das atividades nelas desenvolvidas. Dentre os aspectos ambientais significativos destaca-se com maior importância a geração de resíduos sólidos, emissão de material particulado, emissão de ruídos e o desprendimento de gases, fibras e outros.

O Comitê Temático Avaliação de Sustentabilidade (CBCS, 2011) está desenvolvendo uma proposta de conjunto de indicadores de sustentabilidade socioambiental mensuráveis para os empreendimentos do setor da construção civil, visando criar uma base de dados pública na qual os agentes do setor possam informar o desempenho de seus empreendimentos em relação a cada indicador.

Os estudos iniciaram com a definição dos temas de avaliação para estruturação dos indicadores de sustentabilidade dos empreendimentos e posteriormente foram endereçados a diferentes partes interessadas (usuário, bairro/cidade, sociedade e empreendedor). Dentre os indicadores de sustentabilidade de empreendimentos relacionados pode-se destacar, por exemplo, os seguintes indicadores ambientais:

Conjunto de indicadores: seleção e consumo de materiais, componentes e sistemas:

- Escala Empreendedor:

% de perdas do concreto usado na produção da estrutura no canteiro de obras

Conjunto de indicadores: gestão do canteiro de obras

- Escala Usuário

% de resíduos em volume ( $m^3$ ) gerados durante o canteiro de obras potencialmente recicláveis ou reutilizáveis (resíduos recicláveis ou reutilizáveis / resíduos gerados (excluído solo))

- Escala Sociedade

Acumulado: ( $m^3$  de resíduos inertes gerados / trabalhador)

- Escala Empreendedor

Acumulado: ( $m^3$  de água / trabalhador)

A metodologia de avaliação da Qualidade Ambiental de Edifícios – Processo AQUA (FCAV, 2007) expressa em 14 categorias os desafios ambientais de um empreendimento novo ou reabilitado. Estas 14 categorias são desmembradas em subcategorias, representando as principais preocupações associadas a cada desafio ambiental, e depois em preocupações elementares.

O desempenho associado às categorias de qualidade ambiental de edifícios se expressa segundo 3 níveis:

BOM: nível correspondendo ao desempenho mínimo aceitável para um empreendimento de alta qualidade ambiental.

SUPERIOR: nível correspondendo ao das boas práticas.

EXCELENTE: nível calibrado em função dos desempenhos máximos constatados em empreendimentos de alta qualidade ambiental, mas assegurando que possam ser atingíveis.

Dentre as 14 categorias é importante destacar a categoria 3 - Canteiro de Obras com Baixo Impacto Ambiental, que apresenta 6 preocupações ambientais classificadas em duas subcategorias:

#### I - Otimização da gestão dos resíduos do canteiro de obras

- Minimizar a produção de resíduos do canteiro de obras
- Beneficiar o máximo possível os resíduos de forma coerente com as cadeias locais existentes
- Assegurar-se da correta destinação dos resíduos

#### II - Redução dos incômodos, poluição e consumo de recursos causados pelo canteiro de obras

- Limitar os incômodos
- Limitar a poluição
- Limitar o consumo de recursos

Com base nestes estudos, a categoria meio ambiente, proposta por esta pesquisa e em outras mais específicas, detalha os indicadores ambientais relacionados geração de resíduos (reciclado ou não), consumo de água e consumo de energia em canteiros de obra, os quais estão caracterizados nos itens a seguir.

#### **Geração de resíduos**

Os resíduos nas atividades conduzidas no canteiro de obras são gerados em expressivos volumes, não recebem solução adequada, impactam o ambiente urbano e propiciam a proliferação de vetores de doenças, aspectos que irão “agudizar os problemas de saneamento nas áreas urbanas” (PINTO, 1999).

Pinto (1999) cita também que para Resíduos de Construção e Demolição (RCD) há agravantes: o desconhecimento dos volumes gerados, dos impactos que eles causam, dos custos sociais envolvidos e, inclusive, das possibilidades de seu

reaproveitamento fazem com que “os gestores dos resíduos se apercebam da gravidade da situação unicamente nos momentos em que, acuados, veem a ineficácia de suas ações corretivas”.

A Resolução 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), de 5 de julho de 2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, criou responsabilidades aos geradores de resíduos, que devem segregar o resíduo em 4 classes diferentes e encaminhá-los para reciclagem ou deposição final. Segundo CONAMA 307 art. 4º, os geradores devem ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final. Uma das maneiras de melhorar a gestão de RCD é monitorar o desempenho por meio de indicadores ambientais.

Atividades de construção, uso, reparo, manutenção e demolição consomem recursos e geram resíduos em proporções que em muito superam a maioria das outras atividades econômicas (SILVA, 2003).

O resíduo de construção e demolição, devido ao seu volume, gera um alto impacto ambiental, social e econômico, trazendo assim a preocupação crescente sobre sua gestão (PUCCI, 2006).

Pucci (2006) afirma que a comparação de geração de resíduos pode ser feita através de 3 diferentes indicadores:

- i. Volume de resíduo gerado por metro quadrado de construção ( $m^3/m^2$ );
- ii. Massa de resíduo gerado por metro quadrado de construção ( $Kg/m^2$ );
- iii. Massa total de resíduo em comparação com a massa total do edifício (%).

Em sua pesquisa, Pucci (2006) pode constatar os seguintes valores, demonstrados na Quadro 4.

**Quadro 4 - Estudo de caso - Indicadores resíduos**

Edifício	i $m^3/m^2$	ii $kg/m^2$	iii %
Edifício A	0,199	238,5	22,7%
Edifício B	0,176	156,7	14,1%

**Fonte: PUCCI (2006)**

No Edifício A não foi aplicado nenhum plano para a gestão dos resíduos gerados na obra, somente o encaminhamento de todo o resíduo, através de caçambas, para deposição final. Já no Edifício B, foi aplicado o Plano de Gestão de Resíduos segunda a metodologia de Pucci (2006). Com isso, foi possível comparar os indicadores ambientais dos edifícios, percebendo os potenciais benefícios da implantação de um plano de gestão de resíduos em obra.

A geração de resíduos é função da densidade de paredes e de área molhada (cozinha, sanitários e área de serviço), para edifícios que adotam as tecnologias usuais de construção. Portanto, além de terem tecnologias construtivas semelhantes, os edifícios devem possuir valores próximos nestes parâmetros para não distorcer os resultados e tornar possível a comparação entre obras.

Picchi (1993), realizou um estudo em 3 obras durante os anos de 1986 e 1987. Todas as obras eram de edifícios residenciais, executados em estrutura convencional, tendo tijolos cerâmicos furados como componentes de vedação. Este pesquisador avaliou o entulho gerado e retirado dos canteiros de obras, desconsiderando as primeiras viagens, identificadas como sendo compostas só por solo. Para isso, fez o levantamento dos documentos fiscais das empresas que realizaram a remoção. Os dados relativos ao entulho retirado das obras encontram-se no Quadro 5.

**Quadro 5 - Estudo de caso – Indicador de volume de resíduos**

Obra	Área construída m <sup>2</sup>	Quantidade total de entulho m <sup>3</sup>	Entulho por área m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	Entulho por área L/m <sup>2</sup>
Obra A	7.619	606	0,08	79,6
Obra B	7.982	707	0,09	88,7
Obra C	13.581	1645	0,12	121,1
Média	-	-	0,096	96,5

Fonte: PICCHI (1993)

Um estudo recente, apresentado por Britez (2011) da construtora Cyrela, indica volume de resíduo (classe A) por área construída para 12 obras, conforme demonstra o Quadro 6.

**Quadro 6 - Estudo de caso - Indicador de volume de resíduos classe A**

Ano	Nº obras	Entulho por área (L/m <sup>2</sup> )
2009	7	74,0
2010	5	58,0
Média	-	66,0

**Fonte: BRITTEZ (2011)**

Com base nos 3 estudos citados (PICCHI, 1993; PUCCI, 2006; BRITTEZ, 2011), pode-se estimar o volume médio de resíduo por área construída como valor de referência aproximado de 100L/m<sup>2</sup>, podendo chegar a valores 30% menores.

Segundo John (2000), a reciclagem de resíduos é uma das muitas condições para aumentar a sustentabilidade da economia, uma vez que a sua geração é inevitável. As vantagens potenciais da reciclagem para sociedade são, entre outras, a preservação de recursos naturais, economia de energia, redução do volume de aterros, redução da poluição, geração de empregos, redução do custo do controle ambiental pelas indústrias, aumento da durabilidade e, até mesmo, a economia de divisas. A reciclagem dos resíduos é uma forma do setor da construção civil contribuir na redução do seu significativo impacto ambiental.

Pinheiro (2011) também relaciona indicadores de resíduos de construção, conforme apresenta o Quadro 7.

**Quadro 7 - Indicadores referência de resíduos**

Projeto	Indicador	Fórmula
KPI	Resíduos - Processo de Construção	Quantidade de resíduos (incluindo material extraído, resíduos de demolição, etc.), em m <sup>3</sup> , removidos do local durante o processo de construção por £100.000 do valor do empreendimento (m <sup>3</sup> / £100.000)
ICBENCH	Gestão de Resíduos Sólidos	(N.º de respostas positivas ao inquérito sobre a gestão de resíduos sólidos / Total de respostas positivas possíveis) × 10
NBS	Desperdício	N.º de metros cúbicos de desperdício por mês

**Fonte: adaptado de PINHEIRO (2011)**

O projeto KPI do Reino Unido relaciona a quantidade de resíduos por valor do empreendimento (para cada £100.000), supondo que o volume de resíduo é proporcional ao valor do empreendimento. Já o projeto NBS do Chile não relaciona o volume de resíduos com nenhuma grandeza, dificultando a comparação entre obras de portes diferentes.

### **Consumo de água**

A água é um recurso natural importante para as obras de construção civil, tendo em vista que é primordial nos principais serviços da obra e para o consumo humano (PESSARELLO, 2008).

Segundo Pessarello (2008), os estudos de consumo de água realizados em 3 obras permitiram a identificação de um indicador de consumo de água por homem-hora ( $m^3/Hh$ ), aparentemente mais estável que os outros (consumo mensal em  $m^3$ , consumo por área construída em  $m^3/m^2$  - conforme Quadro 8) e que independe das tipologias e características construtivas. O consumo mensal e o consumo por área construída apresentaram variações significativas entre as obras, provavelmente em função das diferenças de cada uma delas, por exemplo, o tamanho das obras e as características construtivas. Uma obra de padrão médio, por exemplo, de uma torre com 15 pavimentos e acabamento médio, consome em média  $0,44m^3$  de água por  $m^2$  na sua construção.

Entretanto, segundo Pessarello (2008), o indicador de consumo de água por homem-hora ( $m^3/Hh$ ) apresentou um resultado comparativo satisfatório, pois os valores resultantes não variaram muito de obra para obra, conforme faixa de valores apresentada no Quadro 8.

**Quadro 8 - Consumo água por área construída e Hh**

Construtora	Consumo água por área construída ( $m^3/m^2$ )	Consumo água por Homem-hora ( $m^3/Hh$ )	
		Média	Mediana
-	-		
Obra Construtora A	0,68	0,0144	0,0142
Obra Construtora B	0,44	0,0156	0,0099
Obra Construtora C	0,37	0,0116	0,0105

**Fonte: PESSARELLO (2008)**

Os dados de consumo de água nos serviços de fundação da Construtora A foram excluídos por se tratar de serviço muito específico (perfuração da rocha), o qual poderia distorcer a comparação relativa.

Vilhena (2007), em seu artigo, que se baseia nas diretrizes de Silva (2003) que desenvolveu uma metodologia que delineou indicadores ambientais, sociais, econômicos e de gestão, opta por um indicador que relaciona consumo de água por área construída ( $m^3/m^2$ ).

Estudos do Comitê LEED - Sustentabilidade do Espaço no grupo de Gestão de Impacto Ambiental da Atividade de Construção (GBC Brasil, 2011), sugerem a elaboração de um Relatório de Impacto Ambiental da Obra, que deve relatar o desempenho ambiental, no mínimo, em relação a alguns indicadores, dentre eles:

- Consumo de água (L/m<sup>2</sup> de área construída);
- Consumo de energia elétrica (kWh/m<sup>2</sup> de área construída).

Além da preocupação ambiental com a escassez de recursos naturais, o estudo de Pessarello (2008) também identificou que, para um determinado empreendimento, o custo do consumo de água representava 0,7% do custo total do empreendimento, tornando o controle ainda mais relevante.

Pinheiro (2011) também relaciona indicadores de consumo de água no processo de construção, conforme apresenta o Quadro 9.

**Quadro 9 - Indicadores referência de água**

Projeto	Indicador	Fórmula
KPI	Consumo de água corrente - processo de construção	Quantidade de água, em m <sup>3</sup> , usada durante o processo de construção por £100.000 do valor do empreendimento (m <sup>3</sup> / £100.000)
ICBENCH	Consumo de água	(Consumo total de água durante um empreendimento / Faturamento total do empreendimento) × 100.000

**Fonte: adaptado de PINHEIRO (2011)**

O projeto KPI do Reino Unido novamente relaciona a quantidade de água consumida por valor do empreendimento (para cada £100.000), supondo que o consumo de água é proporcional ao valor do empreendimento.

### **Consumo de energia elétrica**

Monitorar o consumo de energia elétrica em canteiro de obras não é uma atividade comum nas atuais construtoras brasileiras, exceto nas que possuem algum tipo de certificação, como, por exemplo, ISO 14001, LEED e o Processo AQUA.

Embora pode-se perceber algumas iniciativas no setor privado quanto à medição de consumos de energia elétrica em seus canteiros de obras, foi encontrada apenas uma referência (GBC Brasil, 2011), seja em meio acadêmico ou profissional, para o



caso em estudo (obras residenciais) que indique o consumo de energia elétrica (kWh) relativo por outra grandeza para a devida comparação de desempenho.

Entretanto, acredita-se que uma grandeza possível de relativizar seja o consumo de energia por área total construída ( $\text{kWh/m}^2$ ), admitindo que o consumo seja função da área construída do edifício em produção.

O indicador de energia por área ( $\text{kWh/m}^2$ ) é comumente utilizado em simulações de protótipos (fase de projeto) e em medições de edifícios existentes, mas raramente em obra no que tange ao consumo de energia elétrica.

Pode-se supor que quanto maior o grau de semelhança das tecnologias construtivas nos canteiros de obra melhor será o resultado da comparação entre obras.

Embora não seja uma prática na construção civil medir o consumo de energia elétrica em obra, algumas construtoras veem adotando estratégias para sua redução, investindo, por exemplo, em sistemas de aquecimento solar e em bombas de calor dispensando o chuveiro elétrico dos operários ou na substituição de guas tradicionais por miniguas permitindo mais agilidade na movimentação de cargas.

Pinheiro (2011) apresenta também um indicador de consumo de energia no processo de construção, conforme Quadro 10.

**Quadro 10 - Indicador referência de energia**

Projeto	Indicador	Fórmula
KPI	Consumo de energia - processo de construção	Quantidade de emissões de $\text{CO}_2$ causadas pelo consumo de energia durante o processo de construção por £100.000 do valor do empreendimento ( $\text{kg CO}_2 / \text{£}100.000$ )

**Fonte: adaptado de PINHEIRO (2011)**

O projeto KPI do Reino Unido relaciona a quantidade de emissões de  $\text{CO}_2$  (gás carbônico) causadas pelo consumo de energia durante o processo de construção por £100.000 do valor do empreendimento, evidenciando o impacto do consumo de energia de forma direta.

#### 2.4.5 Segurança do trabalho

A preocupação com a segurança do trabalhador é um assunto amplamente discutido em âmbito mundial e nacional, especialmente devido ao elevado número de acidentes e doenças ocupacionais relacionadas ao trabalho.

A Organização Internacional do Trabalho (OIT) estima que, no mundo, 6.000 trabalhadores morrem a cada dia devido a acidentes e doenças relacionadas com o trabalho. Além disso, a cada ano ocorrem 270 milhões de acidentes de trabalho não fatais (que resultam em um mínimo de 3 dias de falta ao trabalho) e 160 milhões de casos novos de doenças profissionais. A OIT estima que o custo total destes acidentes a doenças equivale a 4% do PIB global, ou mais de 20 vezes o custo global destinado a investimentos para o desenvolvimento de países (BARTOLOMEU, 2002; FUNDACENTRO, 2008).

No Brasil, enquanto ocorre uma morte para cada 37.941 trabalhadores, na construção acontece uma morte para cada 17.365 trabalhadores (DIEESE, 2011; MTE, 2009).

Segundo Bartolomeu (2002), estudos referentes à comparação de indicadores de acidentes, entre departamentos de uma empresa ou entre diferentes empresas, em geral, mostram que esses são definidos por meio de indicadores de frequência ou gravidade dos acidentes.

Para controlar e reduzir estes indicadores, em 6 de julho de 1978 foram publicados no Diário Oficial da União as Normas Regulamentadoras (NR) relativas à segurança e medicina do trabalho. Dentre elas pode-se destacar:

- NR 4 - Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT), que obriga a constituição e define o dimensionamento dos SESMT, que têm a finalidade de promover a saúde e proteger a integridade do trabalhador no local de trabalho. A última atualização desta norma é de 2009 (MTE, 2009).
- NR 18 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção, que estabelece diretrizes para implementação de medidas de controle e sistemas preventivos de segurança nos processos, nas condições e no meio ambiente de trabalho na Indústria da Construção. A última atualização desta norma é de 2011 (MTE, 2011).

A NR-4 determina que:

4.12 Compete aos profissionais integrantes dos SESMT:

i) registrar mensalmente os dados atualizados de acidentes do trabalho, doenças ocupacionais e agentes de insalubridade, preenchendo, no mínimo, os quesitos descritos nos modelos de mapas constantes nos Quadros III, IV, V e VI, devendo a empresa encaminhar um mapa contendo

avaliação anual dos mesmos dados à Secretaria de Segurança e Medicina do Trabalho até o dia 31 de janeiro, através do órgão regional do Ministério do Trabalho.

Onde nestes quadros (III, IV, V e VI) pode-se encontrar indicadores de acidentes, como por exemplo as taxas de frequência e gravidade.

A NR-18 determina que:

18.32.2 O empregador deve encaminhar, por meio do serviço de postagem, à FUNDACENTRO, o Anexo II, Resumo Estatístico Anual, desta norma até o último dia útil de fevereiro do ano subsequente, mantendo cópia e protocolo de encaminhamento por um período de 3 (três) anos, para fins de fiscalização do órgão regional competente do Ministério do Trabalho.

Sendo que o Resumo Estatístico Anual (Anexo II da NR-18) é composto por 12 indicadores, que fornecem dados para determinar as taxas de frequência e gravidade.

Além da importância que o tema possa merecer diante do quadro elevado de acidentes e doenças ocupacionais do trabalho, foram criadas leis que determinam a entrega de indicadores de acidentes, os quais fornecem subsídios para implantação de programas nacionais de prevenção de acidentes.

O indicador a ser proposto por esta pesquisa deve então estar alinhado com o que preconizam estas 2 normas.

Considerando a revisão bibliográfica estudada por Pinheiro (2011), todos os projetos analisados consideraram importante medir a Taxa de frequência de acidentes conforme apresenta o Quadro 11.

**Quadro 11 - Indicadores referência de frequência de acidentes**

Projeto	Indicador	Fórmula
KPI	Segurança	$N.º \text{ de acidentes anuais} / 100.000 \text{ trabalhadores}$
SISIND-NET	Taxa de frequência de acidentes	$(N.º \text{ de acidentes ocorridos num mês com afastamento de um dia} \times 106 / N.º \text{ de horas trabalhadas por todos os funcionários da empresa no mês})$
BEC	Frequência de acidentes	$N.º. \text{ de acidentes ocorridos na obra} / 1 \text{ milhão de homem-hora trabalhadas}$
ICBENCH	Frequência de acidentes	$(N.º \text{ total de acidentes no ano objeto} / N.º \text{ de homem-hora trabalhadas}) \times 1.000.000$
NBS	Taxa de acidentes	$(\text{Número de acidentes}) \times 100 / N.º \text{ total de trabalhadores}$
CII BM&M	Taxa de acidentes	$(N.º \text{ total de acidentes ocorridos} / \text{Total de horas de trabalho no estaleiro de obra}) \times 200.000$

**Fonte: adaptado de PINHEIRO (2011)**

A NBR 14280 - Cadastro de Acidente do trabalho (ABNT, 2001) sugere a padronização destes indicadores, com os quais é possível comparar relativamente o desempenho em quaisquer empresas que adotem o método proposto por esta norma. O objetivo principal desta norma é fixar critérios para o registro, comunicação, estatística, investigação e análise de acidentes do trabalho, suas causas e consequências, aplicando-se a quaisquer atividades laborativas.

Saurin e Formoso (2006), trazem informações sobre o projeto intitulado gestão da qualidade na construção civil: estratégias e melhorias de processos em empresas de pequeno porte, desenvolvido pelo grupo de pesquisa em gestão e economia da construção do Núcleo Orientado para a Inovação da Construção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (NORIE/UFRGS). Este projeto desenvolveu um conjunto de métodos e técnicas adequados para a gestão da qualidade, adequados às peculiaridades das empresas de construção civil, particularmente àquelas de pequeno porte, visando elevação dos níveis de qualidade e produtividade do setor da construção.

O projeto foi dividido em 5 subprojetos, sendo o subprojeto 4 relativo ao planejamento de canteiros de obras e gestão de processos, o qual desenvolveu uma ferramenta de avaliação de canteiros com 128 itens de inspeção, que tem sido amplamente utilizada em outras pesquisas e também por iniciativas de melhoria de processos em empresas do setor.

Segundo Saurin e Formoso (2006), a lista de verificação permite uma ampla análise qualitativa do canteiro, no âmbito da logística e do *layout*, segundo os seus 3 principais aspectos: instalações provisórias, segurança no trabalho, e sistema de movimentação e armazenamento de materiais.

Cada um desses 3 grupos envolve diversos elementos do canteiro. Um elemento do canteiro é definido como qualquer aspecto da logística no âmbito dos 3 grupos que mereça atenção no planejamento, tais como, por exemplo, refeitório, elevador de carga ou armazenamento de cimento. Todos os elementos devem satisfazer certos requisitos ou padrões mínimos de qualidade para o desempenho satisfatório de suas funções.

Os requisitos foram definidos da forma mais objetiva possível, tentando-se, assim, possibilitar a verificação visual da sua existência ou não, dispensando medições, consultas a outras pessoas ou a projetos da obra. Exemplificando o que foi exposto, são mostrados no Quadro 12, 4 requisitos que a lista estabelece para o elemento EPI (equipamento de proteção individual). A lista completa encontra-se no ANEXO A.

**Quadro 12 - Exemplo de requisitos definidos no checklist de segurança**

Descrição do item de verificação	Sim	Não	N/A
<b>B8) EPI - Equipamento de Proteção Individual</b>	-	-	-
B8.1) São fornecidos capacetes para os visitantes	( )	( )	( )
B8.2) Independente da função todo trabalhador está usando botinas e capacetes	( )	( )	( )
B8.3) Os trabalhadores estão usando uniforme cedido pela empresa (NR-18)	( )	( )	( )
B8.4) Trabalhadores em andaimes externos ou qualquer outro serviço a mais de 2,0 m de altura, usam cinto de segurança com cabo fixado na construção (NR-18)	( )	( )	( )

**Fonte: SAURIN; FORMOSO (2006)**

Embora a lista destina-se a uma análise qualitativa dos canteiros, seu resultado pode ser expresso quantitativamente através de uma nota. É possível atribuir uma nota para o canteiro como um todo e para cada grupo, sendo que a nota global do canteiro é a média aritmética das notas dos grupos. A existência de notas fornece parâmetros para a comparação entre diferentes canteiros e propicia a formação de valores para *benchmarking* (SAURIN; FORMOSO, 2006).

O sistema de pontuação adotado estabelece que cada requisito de qualidade, de qualquer elemento, possui valor igual a 1 ponto. O item recebe o ponto caso esteja assinalada a opção “sim”. Existe uma tabela na lista de verificação, ao final de cada grupo, onde devem ser anotados os pontos obtidos (PO), os pontos possíveis (PP) e a nota do grupo, que é a relação entre PO e PP. Os pontos obtidos correspondem ao total de itens com avaliação positiva, enquanto os pontos possíveis, ao total de itens com avaliação positiva ou negativa. Para os fins de atribuição da nota são desconsiderados os itens marcados com “não se aplica”.

Quanto à nota global do canteiro, calcula-se a média aritmética das notas dos 3 grupos. Embora esta nota possa ser calculada, seu significado para a análise do desempenho do canteiro é secundário, se comparado ao significado das notas dos grupos. As notas dos grupos são mais úteis por agregarem somente o desempenho de elementos do canteiro semelhantes, devendo, por isso, ser priorizadas na comparação entre diferentes canteiros.

No subprojeto 4 supracitado, a ferramenta foi aplicada em 40 canteiros no Rio Grande do Sul, obtendo-se as notas médias apresentadas pela Quadro 13.

**Quadro 13 - Resultados da aplicação do *checklist* de segurança, instalações provisórias e armazenamento de materiais em 40 canteiros de obras**

<b>Avaliação</b>	<b>Nota</b>
Movimentação e armazenamento de materiais	5,6
Segurança	4,9
Instalações provisórias	4,8

**Fonte: SAURIN; FORMOSO (2006)**

## **2.5 IMPORTÂNCIA RELATIVA E PONDERAÇÃO DE INDICADORES**

Para priorizar e distinguir o critério mais importante dos menos importantes, Alwaer e Clements-Croome (2009), e Wong e Li (2008) realizaram estudos empregando a método *AHP* (*Analytic Hierarchy Process*). O método *AHP* ajudou-lhes especificar os pesos numéricos representando a importância relativa de cada sistema individual de edifícios. *AHP* permite resolver problemas complexos de decisão em ambos os aspectos, qualitativo e quantitativo. No aspecto qualitativo, o *AHP* decompõe os problemas em elementos hierárquicos que influenciam o sistema incorporando níveis: objetivos, critérios e subcritérios. No aspecto quantitativo, o *AHP* pode priorizar (ou comparar pares) determinados atributos e distinguir o fator mais importante do menos importante. Segundo Wong e Li (2008), o método *AHP* tem atraído grande atenção no setor da construção.

Silva (2003) coloca que o *AHP* pertence ao grupo dos métodos aditivos simples, que, por sua vez, são uma das classes de técnicas de análise de decisão multiatributos (*Multiattribute decision analysis - MADA*). As técnicas MADA aplicam-se a problemas em que o agente de decisão precisa ordenar ou escolher (uma dentre) um número finito de alternativas, que são mensuradas por 2 ou mais atributos relevantes, sejam eles monetários ou não.

Um *AHP* completo é composto por 3 etapas:

1. Definição da hierarquia de atributos, compreendendo a definição do objetivo, a identificação dos atributos importantes, e a identificação de alternativas possíveis.
2. Determinação da importância relativa (peso) de cada atributo, através de comparação pareada em pares de elementos (atributos ou sub-atributos)

começando pelo nível mais baixo da hierarquia. Compreende a construção das matrizes de comparação que sumarizam o desempenho relativo entre atributos e, o desempenho de cada alternativa em relação a cada atributo.

3. Determinação da pontuação global (contribuição à preferência) de cada alternativa, com base nos pesos dos atributos e sub-atributos obtidos, para ordenar as alternativas ou selecionar uma delas.

A escala fundamental com 9 pontos originalmente proposta por Saaty<sup>11</sup> (1980) apud Silva (2003) não deixa precisamente claro quão um atributo é mais importante em relação a outro, pois a transição de um intervalo para outro pode ser bastante sutil. Alguns pesquisadores chegaram a desenvolver definições linguísticas para designar detalhadamente os intervalos da escala (DRAKE, 1998). No entanto isto não significa que tais definições resultarão sempre nos mesmos pesos, já que os termos linguísticos são inevitavelmente imprecisos.

Conforme Silva (2003), optou-se aqui por modificar a escala fundamental de Saaty (1980) e reduzir para 5 o número de intervalos da escala. Seguindo a orientação de Haurie (2001), uma escala multiplicativa (4, 2, 1, 1/2, 1/4) foi utilizada em vez de uma escala linear, a fim de evitar os problemas de inconsistência que poderiam surgir nos julgamentos. Os termos linguísticos: “muito mais importante”, “mais importante”, “importância igual”, “menos importante” e “muito menos importante” foram então associados às descrições quantitativas dos intervalos da escala.

Silva (2003) destaca também que há 2 caminhos possíveis para a definição de pontuação mínima, desempenho de referência e metas de desempenho:

- Valores iniciais são definidos empírica e consensualmente. As avaliações realizadas entre uma revisão e outra do método retroalimentam o ajuste para as versões posteriores, assim como os resultados de pesquisas pontuais conduzidas em paralelo;
- Construção de *benchmarks* com base num processo de aquisição de dados confiáveis, atualizados e estatisticamente representativos conduzido anteriormente.

---

<sup>11</sup> SAATY, T.L. *The Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw Hill, 1980.

### **3. PROPOSTA DE UM SISTEMA DE INDICADORES DE DESEMPENHO DE OBRAS**

#### **3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS**

Os critérios de seleção dos indicadores consideram as seguintes premissas:

- Desempenho da produção de edifícios no canteiro de obras;
- Possibilidade de controle e intervenções no processo pela equipe de produção da obra;
- Enquadramento, no mínimo, em uma das categorias em estudo;
- Reconhecimento e teste prévio no setor da construção civil.

Optou-se por relativizar os indicadores ambientais (consumo de água, consumo de energia e geração de resíduos) por área construída ao invés de por homem-hora pois acredita-se que a área representa melhor esta relação, haja visto que conforme o avanço das tecnologias e diminuição de homem-hora, pode-se obter resultados distorcidos. Outro fator que contribui para esta escolha de indicadores ambientais relativos a área construída é o monitoramento frequente dos mesmos para empreendimentos em funcionamento.

Preferiu-se não incluir critérios relacionados diretamente a normas internacionais de certificação de sistema de gestão da qualidade (ISO 9001), meio ambiente (ISO 14001) e saúde e segurança do trabalho (OHSAS 18001), evitando restrições na aplicação deste método apenas para empresas certificadas.

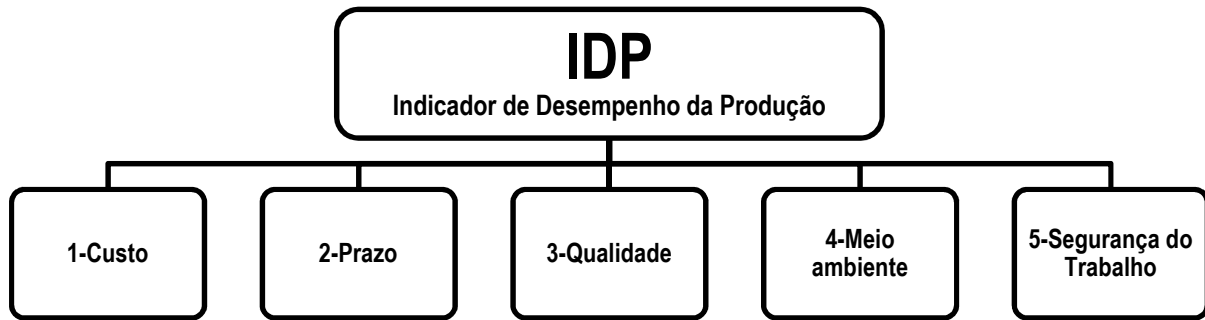
Decidiu-se por não utilizar indicadores de produtividade, pois é possível encontrar obras com alta produtividade e atrasadas, haja visto que o prazo depende também de outros fatores (ex.: aprovações legais, intempéries, crédito imobiliário etc.).

#### **3.2 ESTRUTURA DO IDP**

O IDP, indicador de desempenho da produção proposto por esta pesquisa, é composto por 9 indicadores-chave de desempenho e está estruturado em 5 categorias (Quadro 14), os quais são considerados pilares fundamentais do desempenho de uma obra de edifício residencial de múltiplos pavimentos.



Quadro 14 - Estrutura do IDP e categorias de avaliação



Fonte: o pesquisador

O IDP visa entender como estas 5 categorias (custo, prazo, qualidade, meio ambiente e segurança do trabalho) influenciam o desempenho de uma obra.

A princípio, em um nível básico, a proposta inicial de cada categoria propõe responder algumas questões simples referentes ao desempenho de uma obra.

- Custo – A obra está com custo maior ou menor em relação ao orçamento?
- Prazo – A obra está atrasada ou adiantada de acordo com o planejamento?
- Qualidade – A qualidade dos materiais instalados e serviços executados atendem ao padrão mínimo esperado para o produto?
- Meio ambiente – Os impactos ambientais referentes aos resíduos gerados, a água e a energia consumidas são menores ou iguais que a meta estabelecida?
- Segurança do trabalho – O ambiente de trabalho é seguro? Houve acidentes na obra? Qual a frequência e gravidade destes acidentes?

Nos capítulos seguintes apresenta-se a composição detalhada do IDP para as 5 categorias e como cada indicador é calculado, tomando como base a revisão bibliográfica do capítulo 2.

### 3.3 CATEGORIA CUSTO ( $I_c$ )

O desempenho da categoria custo é medido por meio do Desvio de Custo Acumulado.

### 3.3.1 Desvio de custo ( $I_1$ )

O desvio de custo é calculado pela razão entre a diferença do custo previsto e do realizado, e o custo previsto (Equação 1), considerando como parâmetro o valor do último mês (acumulado até o momento da coleta de dados deste indicador). O resultado pode ser expresso em Reais ou INCC (razão entre custo da obra em R\$ e o valor do INCC em questão, criando uma “nova moeda” INCC).

$$I_1 = \frac{CR - CP}{CP} \times 100 \quad (\%) \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

**CP:** Custo previsto acumulado (orçamento), indicado no contrato de construção ou em aditivo devidamente aprovado (R\$ ou INCC).

**CR:** Custo real projetado da obra (R\$ ou INCC).

## 3.4 CATEGORIA PRAZO ( $I_p$ )

O desempenho da categoria prazo é medido por meio do Desvio de Cronograma Acumulado.

### 3.4.1 Desvio de prazo ( $I_2$ )

O desvio de prazo é calculado pela diferença entre a duração prevista e a duração real da obra (Equação 2), considerando como parâmetro o valor do último mês (acumulado até o momento da coleta de dados deste indicador). O resultado pode ser expresso em meses.

$$I_2 = DP - DR \quad (\text{mês}) \quad \text{Equação 2}$$

Onde:

**DP:** Duração prevista para a obra, indicada no contrato de construção ou em aditivo devidamente aprovado (em meses). Entende-se como término de obra a implantação da Assembléia Geral de Instalação (AGI).

**DR:** Duração real para a obra (em meses), considerando o tempo gasto dos serviços executados e o tempo necessário para os serviços restantes.

### 3.5 CATEGORIA QUALIDADE ( $I_Q$ )

O desempenho da categoria qualidade é medido por meio da avaliação técnica da construção (serviços e materiais).

#### 3.5.1 Qualidade da Construção ( $I_3$ )

A qualidade de uma obra pode ser expressa de diversas maneiras, sendo a qualidade do produto final (ou de suas partes), uma das mais importantes. Com base nisso, a qualidade da construção é medida por meio da metodologia QRO - Qualidade Real de Obra, desenvolvida pelo CTE (Centro de Tecnologia de Edificações).

A avaliação consiste em inspecionar uma amostra *in loco* dos serviços executados com base em critérios previamente definidos. Os critérios definem o que deve ser inspecionado, qual equipamento de medição utilizar e a tolerância (desvio máximo em relação ao padrão). Cada serviço é inspecionado de acordo com itens de verificação previamente definidos (APÊNDICE A), de acordo com a amostragem dos serviços definidas na data da avaliação (APÊNDICE B), e de acordo com qualidade do serviço constatada se associa uma nota (0, 5 ou 10). Ao final da avaliação, tem-se uma nota parcial para cada serviço avaliado e, calculando a média aritmética das notas dos serviços avaliados no mês, a nota final da obra, expressa pela Equação 3.

$$I_3 = \frac{\sum_{i=1}^m \left[ \frac{\sum_{i=1}^n (N_i \times P_i)}{\sum_{i=1}^n P_i} \right]}{m} \quad \text{(nota)} \quad \text{Equação 3}$$

Onde:

$N_i$ : Nota de um item num determinado serviço

$P_i$ : Peso de um item num determinado serviço

$n$ : número de itens de um serviço

$m$ : número de serviços avaliados no mês

As etapas principais da avaliação do processo construtivo são constituídas por:

1. Validação de critérios do APÊNDICE A (o que conferir, como conferir, qual a tolerância e peso de itens);

2. Realização de inspeção;
  - a. Verificação dos serviços que foram executados desde a última inspeção (APÊNDICE B);
  - b. Definição da amostra a ser inspecionada;
  - c. Inspeção da amostra *in loco* comparando com as tolerâncias;
3. Geração de relatório;
4. Cálculo da nota do mês;
5. Análise do resultado.

As diretrizes gerais para verificação dos serviços são:

- As verificações dos serviços são feitas por amostragem, considerando os serviços concluídos de acordo com a unidade de inspeção definida. Por exemplo, para a estrutura, a unidade de inspeção é o pavimento. Caso tenham sido concluídos 3 pavimentos (lote), será feita a inspeção de 2 deles. A nota resultante deverá ser considerada para o lote. As amostras devem ser registradas no APÊNDICE B.
- A formação do lote não é acumulativa, ou seja, as unidades que formaram um lote e foram verificadas em uma determinada visita não são consideradas na formação do lote de uma próxima visita. A formação do lote independe do preenchimento das FVS – Ficha de Verificação de Serviço (CTE, 2012) para empresas certificadas em sistema de gestão da qualidade. Ou seja, caso o serviço referente à unidade esteja concluído, a mesma fará parte do lote mesmo que ainda não tenha sido preenchida a respectiva FVS do serviço. A definição da amostra é demonstrada pelo Quadro 15:

**Quadro 15 - Lote x amostragem do indicador de qualidade da construção**

Quantidade Total (lote)	Amostra
De 2 até 25	2
De 26 até 90	5
De 91 até 500	13
De 501 até 1.200	20

Fonte: CTE (2012)

- A verificação do serviço é feita de acordo com a definição da unidade de inspeção em cada ficha. Por exemplo, a unidade de inspeção da alvenaria é o pavimento. Isso significa que todas as alvenarias do pavimento podem ser verificadas, inclusive aquelas que apresentarem defeitos visíveis. No caso da verificação do gesso liso, a unidade de inspeção é o apartamento, isso significa que todas as paredes e tetos do apartamento que foram revestidos com gesso podem ser verificados.

- A pontuação dos itens poderá ser 0, 5 ou 10.
- Para cada serviço, são definidos itens de inspeção a serem verificados durante a visita com as respectivas tolerâncias. Cada item apresenta um peso naquele serviço. E cada serviço apresenta um peso no cálculo da nota final do indicador da qualidade da construção.
- São utilizados os equipamentos de medição da própria obra, devidamente verificados e calibrados de acordo com o procedimento da empresa. Esses equipamentos devem estar disponíveis durante a visita à obra.
- É necessário o acompanhamento da visita por um funcionário da área técnica (mestre, encarregado, estagiário). É fundamental a participação do engenheiro da obra.

Pode-se utilizar outra escala de amostragem para verificação dos serviços, dependendo do grau de precisão esperado nos resultados.

### 3.6 CATEGORIA MEIO AMBIENTE (I<sub>A</sub>)

O desempenho de meio ambiente é composto por 3 indicadores, Volume de resíduo gerado, consumo de água e consumo de energia elétrica, que são detalhados nos itens seguintes.

#### 3.6.1 Geração de resíduo sólido por área construída (I<sub>4</sub>)

O indicador de desempenho mais apropriado encontrado é o volume de resíduo gerado (em litros) por área total construída (em metro quadrado), o qual demonstra a eficiência da construção em relação ao volume de resíduo gerado. O cálculo deste indicador é demonstrado pela Equação 4.

$$I_4 = \frac{VR}{AC} \quad (L/m^2) \quad \text{Equação 4}$$

Onde:

**VR:** Volume de resíduo gerado no mês excluído solo (em litros). A unidade de volume de resíduos é expressa em litros para melhor visualização do resultado.

**AC:** Área construída total ou área edificada do empreendimento (m<sup>2</sup>), que é a soma das áreas cobertas de todos os pavimentos dos edifícios do empreendimento,

conforme lei municipal de São Paulo Nº 11228 (SÃO PAULO, 1992) e lei municipal de São Paulo Nº 13430 (SÃO PAULO, 2002).

Área construída total é diferente da área construída computável, considerada para o cálculo do coeficiente de aproveitamento. A área construída total pode ser consultada no projeto legal ou executivo do empreendimento.

### 3.6.2 Consumo de água por área construída ( $I_5$ )

O consumo de água é expresso pela razão entre o consumo acumulado de água ( $m^3$ ) pela área total construída (em  $m^2$ ), conforme apresentado pela Equação 5.

$$I_5 = \frac{CA}{AC} \quad (m^3/m^2) \quad \text{Equação 5}$$

Onde:

**CA:** Consumo de água acumulado ( $m^3$ ), incluindo o volume proveniente de água de poços artesianos e de caminhões pipa.

**AC:** Área construída total ou área edificada do empreendimento ( $m^2$ ), que é a soma das áreas cobertas de todos os pavimentos dos edifícios do empreendimento.

### 3.6.3 Consumo de energia elétrica por área construída ( $I_6$ )

O consumo de energia elétrica é expresso pela razão entre o consumo acumulado de energia elétrica (em kWh) pela área total construída (em  $m^2$ ), conforme apresentado pela Equação 6. Quanto menor o consumo de energia elétrica por área, mais eficiente energeticamente é a obra.

$$I_6 = \frac{CE}{AC} \quad (kWh/m^2) \quad \text{Equação 6}$$

Onde:

**CE:** Consumo de energia elétrica da obra, acumulado até o momento da coleta de dados deste indicador (kWh), incluindo a energia consumida por geradores. Neste caso deve-se converter o volume de combustível consumido (geralmente óleo diesel) para kWh, além de considerar a eficiência do gerador.

**AC:** Área construída total ou área edificada do empreendimento ( $m^2$ ), que é a soma das áreas cobertas de todos os pavimentos dos edifícios do empreendimento.

### 3.7 CATEGORIA SEGURANÇA DO TRABALHO ( $I_s$ )

O desempenho de segurança do trabalho é avaliado por meio do Índice de Boas Práticas em Canteiros de Obra (SAURIN; FORMOSO, 2006), da Taxa de frequência de acidentes e da Taxa de Gravidade de acidentes (ABNT, 2001).

#### 3.7.1 Avaliação de segurança do trabalho ( $I_7$ )

O indicador de segurança no canteiro de obras proposto é gerado a partir da adaptação do Índice de Boas Práticas em Canteiros de Obra, de Saurin e Formoso (2006). Este método consiste na inspeção das condições das instalações provisórias, da segurança do trabalho e do sistema de movimentação e armazenamento de materiais do canteiro de obras com base em uma lista de verificação. Nesta pesquisa optou-se por verificar apenas os itens relacionados a esta categoria (segurança do trabalho), adaptando a lista de verificação proposta por Saurin e Formoso (2006).

Conforme colocado por Saurin e Formoso (2006), o sistema de pontuação adotado estabelece que cada requisito de qualidade, de qualquer elemento, possui valor igual a 1 ponto. O item recebe o ponto caso esteja assinalada a opção “sim”. Existe uma tabela na lista de verificação, onde devem ser anotados os pontos obtidos (PO), os pontos possíveis (PP) e a nota final, que é a razão entre PO e PP (Equação 7). Os pontos obtidos correspondem ao total de itens com avaliação positiva, enquanto os pontos possíveis ao total de itens com avaliação positiva ou negativa. Para os fins de atribuição da nota são desconsiderados os itens marcados com “não se aplica”.

$$I_7 = \frac{PO}{PP} \times 10 \quad (\text{nota}) \quad \text{Equação 7}$$

Onde:

**PO:** pontos obtidos.

**PP:** pontos possíveis.

Esta avaliação pode ser realizada por equipe interna capacitada ou por empresa especializada contratada.

### 3.7.2 Taxa de frequência de acidentes ( $I_8$ )

O indicador de Taxa de frequência de acidente, adotado pela ABNT (2001), pelo MTE (2009) e sugerido pela OIT, é expresso pelo número de acidentes por milhão de homem-hora de exposição ao risco, conforme Equação 8.

$$I_8 = \frac{NA \times 1.000.000}{Hh} \quad (\text{acidente/Hh}) \quad \text{Equação 8}$$

Onde:

**NA:** Número de acidentes com e sem afastamento (absoluto).

**Hh:** Homem-hora de exposição ao risco (trabalhadas).

O acidente de trajeto deve ser tratado a parte, não sendo incluído no cálculo usual das taxas de frequência.

Este indicador é calculado mensalmente, somando os acidentes e horas trabalhadas do início da obra até o mês em questão, gerando uma taxa acumulada do ano.

### 3.7.3 Taxa de gravidade de acidentes ( $I_9$ )

O indicador de Taxa de gravidade de acidente, adotado pela ABNT (2001), pelo MTE (2009) e sugerido pela, é expresso pelo tempo computado por milhão de homem-hora de exposição ao risco, conforme Equação 9.

$$I_9 = \frac{TC \times 1.000.000}{Hh} \quad (\text{dias/Hh}) \quad \text{Equação 9}$$

Onde:

**TC:** Tempo computado (dias perdidos mais dias debitados).

**Dias perdidos:** Dias corridos de afastamento do trabalho em virtude de lesão pessoal, excetuados o dia do acidente e o dia da volta ao trabalho.

**Dias debitados:** Dias que se debitam, por incapacidade permanente ou morte (ANEXO B).

**Hh:** Homem-hora de exposição ao risco (trabalhadas).

O acidente de trajeto deve ser tratado a parte, não sendo incluído no cálculo usual das taxas de gravidade.



Este indicador é calculado mensalmente, somando o tempo computado despendido por causa de acidentes e horas trabalhadas do início da obra até o mês em questão, gerando uma taxa acumulada do ano.

## 4. PESQUISA DE CAMPO

### 4.1 ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DE QUESTIONÁRIO

A elaboração e aplicação de questionário aos gestores de empresas da construção civil, especialmente Coordenadores de Obras e Diretores Técnicos, visa determinar a importância relativa entre as categorias e entre os indicadores de meio ambiente e segurança do trabalho, definir a associação da nota ao resultado de custo e de prazo, além de coletar sugestões de melhoria para a pesquisa. Pretende-se estimar a percepção média de gestores da construção civil para auxiliar uma empresa que não dispõe de tais informações e pretende implantar o Indicador de Desempenho da Produção (IDP) de edifícios residenciais em suas obras.

O questionário é composto por 5 perguntas e um campo livre de sugestões e observações conforme apresentado APÊNDICE C. As 3 primeiras perguntas se referem ao grau de importância entre as categorias do IDP, os indicadores de meio ambiente e os de segurança do trabalho.

Para determinar a importância relativa entre as categorias optou-se por utilizar o método *AHP*, adaptado por Haurie<sup>12</sup> (2001) apud Silva (2003), com 5 intervalos de escala (conforme Quadro 16) para determinar a importância relativa entre as 5 categorias e entre os indicadores de meio ambiente e segurança do trabalho.

**Quadro 16 - Escala do método *AHP***

<b>Descrição do termo</b>	<b>Escala</b>
Muito mais importante	4
Mais importante	2
Importância igual	1
Menos importante	1/2
Muito menos importante	1/4

**Fonte: HAURIE (2001) apud SILVA (2003)**

As questões 4 e 5 correspondem a indicação de intervalos (desvios máximos) associados a notas para as categorias custo e prazo. Acredita-se que uma escala

<sup>12</sup> HAURIE, A. *The analytical hierarchy process*. Genève: Université de Genève/Centre universitaire d'écologie humaine et des sciences de l'environnement. Topic 1.3 – multi-criterion decision-making, Lecture 1.3.1. 2001.

com 5 níveis é adequada para esta pesquisa e, com isso, adotou-se as seguintes notas possíveis: 0,0; 2,5; 5,0; 7,5 e 10,0.

Para os 3 indicadores de meio ambiente (geração de resíduos, consumo de água e consumo de energia) e para 2 indicadores de segurança do trabalho (Taxa de frequência e Taxa de gravidade) determinou-se a escala indicada no Quadro 17, para avaliar o quão distante está o resultado em relação a meta.

**Quadro 17 - Escala da meta x nota**

<b>Nota</b>	<b>Desvio*</b>	<b>Legenda</b>
10,0	Menor que 90% meta	10% menor
7,5	De 90% a 110% meta	±10% maior/menor
5,0	De 110% a 125% meta	10% a 25% maior
2,5	De 125% a 150% meta	25% a 50% maior
0,0	Maior que 150% meta	mais que 50% maior

**Fonte: o pesquisador**

O questionário foi enviado por e-mail a 75 gestores da construção civil.

## **4.2 CONSOLIDAÇÃO DO RESULTADO**

Os 10 questionários respondidos pelos gestores, que representam 13% dos questionários enviados, foram consolidados em forma de quadros, obtendo-se a percepção média dos gestores sobre cada parâmetro. Os gestores entrevistados, que retornaram a pesquisa, possuem formação em Engenharia Civil e, em média, 10 anos de experiência. Dentre os 10 gestores que responderam, 5 atuam em construtoras e 5 em empresas de consultoria.

O Quadro 18 indica a importância relativa média entre as categorias do IDP.

**Quadro 18 - Resultado da pesquisa – Categorias do IDP**

<b>Categorias do IDP</b>	<b>Importância relativa</b>
Segurança do trabalho	24,7%
Qualidade	23,0%
Custo	18,6%
Meio ambiente	17,7%
Prazo	16,0%

**Fonte: o pesquisador**

O Quadro 19 indica a importância relativa média entre os indicadores de meio ambiente.

**Quadro 19 - Resultado da pesquisa – Indicadores de meio ambiente**

<b>Indicadores de meio ambiente</b>	<b>Importância relativa</b>
Geração de resíduo sólido por área construída	50%
Consumo de água por área construída	27%
Consumo de energia elétrica por área construída	23%

Fonte: o pesquisador

O Quadro 20 indica a importância relativa média entre os indicadores de segurança do trabalho.

**Quadro 20 - Resultado da pesquisa – Indicadores de segurança do trabalho**

<b>Indicadores de segurança do trabalho</b>	<b>Importância relativa</b>
Avaliação de segurança do trabalho	36%
Taxa de frequência de acidentes	34%
Taxa de gravidade de acidentes	30%

Fonte: o pesquisador

O Quadro 21 indica o desvio de custo acumulado médio associado a uma nota.

**Quadro 21 - Resultado da pesquisa – Desvio de custo acumulado x nota**

<b>Nota</b>	<b>Desvio</b>	<b>Legenda</b>
10,0	Desvio $\leq$ -2%	Obra abaixo do orçamento
7,5	-2% < Desvio $\leq$ 1%	Obra abaixo ou acima orçamento
5,0	1% < Desvio $\leq$ 4%	Obra acima do orçamento
2,5	4% < Desvio $\leq$ 7%	Obra acima do orçamento
0,0	Desvio > 7%	Obra acima do orçamento

Fonte: o pesquisador

O Quadro 22 indica o desvio de prazo acumulado médio associado a uma nota.

**Quadro 22 - Resultado da pesquisa – Desvio de prazo acumulado x nota**

<b>Nota</b>	<b>Desvio</b>	<b>Legenda</b>
10,0	Desvio $\leq$ 0 mês	Obra no prazo ou adiantada
7,5	0 < Desvio $\leq$ 2 meses	Obra atrasada
5,0	2 < Desvio $\leq$ 4 meses	Obra atrasada
2,5	4 < Desvio $\leq$ 6 meses	Obra atrasada
0,0	Desvio > 6 meses	Obra atrasada

Fonte: o pesquisador

### 4.3 ANÁLISE DO RESULTADO

A percepção média dos gestores referente à importância relativa entre as categorias (Quadro 18) indica uma dispersão pequena, com pesos bem distribuídos, haja visto

que a diferença entre o menor (16% - Prazo) e o maior resultado (25% - Segurança do Trabalho) foi de apenas 9%. Percebe-se também que as categorias com maior participação (Segurança do Trabalho e Qualidade) representam 48% da importância atribuída às categorias e não são as comumente utilizadas (Custo e Prazo). Pressupõe-se que a percepção dos consultores (50% dos entrevistados) contribuiu significativamente para este resultado (48% da importância atribuída às categorias Segurança do Trabalho e Qualidade), haja visto que os mesmos prestam consultoria destes assuntos.

Acredita-se que cada gestor, diretor ou empresário possui seu ponto de vista em relação à importância relativa destas e outras categorias. Entretanto, a percepção média de gestores da construção civil pode auxiliar uma empresa que não dispõe de tais informações e pretende implantar o Indicador de Desempenho da Produção (IDP) de edifícios residenciais em suas obras.

A importância relativa média entre os indicadores de meio ambiente observada na pesquisa (Quadro 19) indica uma participação maior para o indicador de resíduos sólidos (50% - Entulho gerado por área construída) e menor para os outros 2 indicadores (27% - Consumo de água por área construída e 23% - Consumo de energia por área construída), reafirmando as preocupações colocadas por Cardoso e Araujo (2007), Pinto (1999), Silva (2003), Pucci (2006) e Pinheiro (2011).

Sabe-se que o sistema construtivo interfere significativamente tanto na geração de resíduos sólidos, como na água e energia consumida por uma obra. Portanto é fundamental que os gestores considerem também estes aspectos na concepção de novos projetos, visto que, segundo a percepção destes gestores, a importância certamente não é 100% para custo e prazo.

Na opinião dos entrevistados, os 3 indicadores da categoria de segurança do trabalho considerados na pesquisa possuem importância relativa média semelhante (Quadro 20), haja visto que a diferença entre o menor (30% - Taxa de gravidade de acidentes) e o maior resultado (36% - Avaliação de segurança do trabalho) foi de apenas 6%. Apesar das 2 taxas representarem indicadores reativos, são muito utilizadas pelas empresas para monitorar a gravidade e frequência dos acidentes. A avaliação de segurança do trabalho no canteiro de obras é um indicador preventivo, que contribui para manter o ambiente de trabalho seguro e de acordo com a legislação aplicável.

Para o indicador de desvio de custo acumulado, observa-se que a percepção média dos gestores (Quadro 21) indica que para uma obra obter a nota máxima (10,0) deve-se gastar até 2% a menos que o orçamento, e para obter nota 7,5 tolera-se até 1% acima do valor orçado para a obra. Já para as notas seguintes observa-se 5,0 (1% a 4% acima do orçado), 2,5 (4% a 7% acima do orçado) e 0,0 (maior que 7% do orçamento), mostrando que erros de orçamento acima de 7% não são tolerados.

No resultado da pesquisa referente ao indicador desvio de prazo acumulado (Quadro 22), os gestores consideram, na média, que obra com mais que 6 meses de atraso deve obter nota 0,0 (zero). Obras com atraso de 4 a 6 meses nota 2,5, de 2 a 4 meses nota 5,0, até 2 meses nota 7,5 e obras sem atraso ou adiantadas nota 10,0.

Apesar de ser prática de mercado inserir cláusula de prazo de carência de 6 meses nos contratos de compra e venda de unidades autônomas e de alguns órgãos intervenientes concordarem com tal prática, como por exemplo o TAC – Termo de Ajustamento de Conduta, assinado entre o Ministério Público do Estado de São Paulo e o Secovi, Sindicato da Habitação, no dia 26 de setembro de 2011, pressupõe-se que os gestores desconsideraram estas informações e associaram as notas ao desempenho que uma obra deveria realmente ter em relação seu prazo de entrega, o qual pode até ser parâmetro de premiação (meritocracia) em algumas empresas.

Considerando os dados recebidos dos gestores optou-se por desconsiderar uma resposta recebida para o indicador “desvio de custo acumulado”, que apresentou diferença significativa (300% maior que segundo maior valor recebido), evitando possíveis distorções.

Observou-se que a quantidade de questionários recebidos (10 questionários) é muito pequena em relação aos questionários enviados, representando apenas 13%. Diante disso, a percepção média dos gestores pode ser diferente do resultado desta pesquisa.

As sugestões registradas pelos gestores no campo correspondente do questionário consideradas pertinentes estão destacadas como oportunidade de pesquisas futuras no capítulo 5.

## 5. MÉTODO PARA MEDIÇÃO DE DESEMPENHO DE OBRAS ASSOCIADO A UMA NOTA FINAL

A medição do desempenho de obras, calculada por meio de 9 indicadores associados a uma nota final (IDP), é composta por 3 etapas:

- Coleta de dados;
- Processamento;
- Avaliação e divulgação dos resultados.

O Quadro 23 apresenta estes 9 indicadores.

**Quadro 23 - Categorias e indicadores**

<b>I<sub>C</sub> – Custo</b>
I <sub>1</sub> - Desvio custo acumulado (%)
<b>I<sub>P</sub> – Prazo</b>
I <sub>2</sub> - Desvio prazo acumulado (meses)
<b>I<sub>Q</sub> – Qualidade</b>
I <sub>3</sub> - Qualidade da construção (nota)
<b>I<sub>A</sub> – Meio ambiente</b>
I <sub>4</sub> - Geração de resíduo sólido por área construída (L/m <sup>2</sup> )
I <sub>5</sub> - Consumo de água por área construída (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )
I <sub>6</sub> - Consumo de energia elétrica por área construída (kWh/m <sup>2</sup> )
<b>I<sub>S</sub> – Segurança do trabalho</b>
I <sub>7</sub> – Avaliação de segurança do trabalho (nota)
I <sub>8</sub> - Taxa de frequência de acidentes (acidente/Hh)
I <sub>9</sub> - Taxa de gravidade de acidentes (dias/Hh)

**Fonte: o pesquisador**

Cada indicador está organizado em quadros (capítulo seguinte), contendo 9 informações para a medição do seu desempenho:

- Categoria;
- Indicador;
- Objetivo;
- Periodicidade;
- Meta sugerida e fonte;
- Método de determinação e fórmula;
- Fontes dos dados;
- Exemplo de cálculo do indicador;
- Diretrizes para análise.

## 5.1 CÁLCULO DOS INDICADORES

Quadro 24 - Custo: Desvio custo acumulado (I<sub>1</sub>)

Item	Descrição																		
<b>Categoria</b>	I <sub>C</sub> - Custo																		
<b>Indicador</b>	I <sub>1</sub> - Desvio custo acumulado (%)																		
<b>Objetivo</b>	Determinar o desvio de custo projetado até o final da obra no mês da avaliação, ou seja, considerando as despesas incorridas e as despesas futuras, busca-se saber se a obra custará mais do que o previsto.																		
<b>Periodicidade</b>	Mensal																		
<b>Meta sugerida (fonte: pesquisa)</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nota</th> <th>Desvio</th> <th>Legenda</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10,0</td> <td>Menor que -2%</td> <td>Real &lt; Orçado</td> </tr> <tr> <td>7,5</td> <td>De -2% a 1%</td> <td>Real &lt; ou &gt; Orçado</td> </tr> <tr> <td>5,0</td> <td>De 1% a 4%</td> <td>Real &gt; Orçado</td> </tr> <tr> <td>2,5</td> <td>De 4% a 7%</td> <td>Real &gt; Orçado</td> </tr> <tr> <td>0,0</td> <td>Maior que 7%</td> <td>Real &gt; Orçado</td> </tr> </tbody> </table>	Nota	Desvio	Legenda	10,0	Menor que -2%	Real < Orçado	7,5	De -2% a 1%	Real < ou > Orçado	5,0	De 1% a 4%	Real > Orçado	2,5	De 4% a 7%	Real > Orçado	0,0	Maior que 7%	Real > Orçado
Nota	Desvio	Legenda																	
10,0	Menor que -2%	Real < Orçado																	
7,5	De -2% a 1%	Real < ou > Orçado																	
5,0	De 1% a 4%	Real > Orçado																	
2,5	De 4% a 7%	Real > Orçado																	
0,0	Maior que 7%	Real > Orçado																	
<b>Método de determinação e fórmula</b>	$I_1 = \frac{CR - CP}{CP} \times 100$ <p>Onde:            CR = Custo real projetado da obra (R\$ ou INCC)            CP = Custo previsto da obra (R\$ ou INCC)</p>																		
<b>Fontes dos dados</b>	Orçamento; contrato de construção; relatório contábil ou gerencial.																		
<b>Exemplo de cálculo do indicador</b>	CR = R\$50.700.000,00 CP = R\$50.400.000,00 $I_1 = \frac{CP - CR}{CP} \times 100 = \frac{50,7 - 50,4}{50,4} \times 100 = 0,6\% \rightarrow \text{NOTA 7,5}$																		
<b>Diretrizes para análise</b>	<p>Pelo exemplo pode-se afirmar que a obra está custando 0,6% a mais que o orçamento previsto.</p> <p>Para identificar qual item do orçamento mais contribui para este desvio deve-se analisar cada item do orçamento (gasto x orçamento).</p> <p>Caso o orçamento tenha sido revisado, deve-se considerar a sua última versão, exceto quando a causa da revisão seja oriunda de problemas de execução de obra (responsabilidade da equipe da obra).</p>																		

Fonte: o pesquisador



Quadro 25 - Prazo: Desvio prazo acumulado ( $I_2$ )

Item	Descrição																		
<b>Categoria</b>	$I_P$ - Prazo																		
<b>Indicador</b>	$I_2$ - Desvio prazo acumulado (meses)																		
<b>Objetivo</b>	Determinar o desvio de prazo de entrega da obra, ou seja, considerando o tempo gasto dos serviços executados e o tempo necessário para os serviços restantes, busca-se saber se a obra será entregue na data prevista.																		
<b>Periodicidade</b>	Mensal																		
<b>Meta sugerida (fonte: pesquisa)</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nota</th> <th>Desvio</th> <th>Legenda</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10,0</td> <td>Menor que 0 mês</td> <td>Obra no prazo ou adiantada</td> </tr> <tr> <td>7,5</td> <td>De 0 a 2 meses</td> <td>Obra atrasada</td> </tr> <tr> <td>5,0</td> <td>De 2 a 4 meses</td> <td>Obra atrasada</td> </tr> <tr> <td>2,5</td> <td>De 4 a 6 meses</td> <td>Obra atrasada</td> </tr> <tr> <td>0,0</td> <td>Maior que 6 meses</td> <td>Obra atrasada</td> </tr> </tbody> </table>	Nota	Desvio	Legenda	10,0	Menor que 0 mês	Obra no prazo ou adiantada	7,5	De 0 a 2 meses	Obra atrasada	5,0	De 2 a 4 meses	Obra atrasada	2,5	De 4 a 6 meses	Obra atrasada	0,0	Maior que 6 meses	Obra atrasada
Nota	Desvio	Legenda																	
10,0	Menor que 0 mês	Obra no prazo ou adiantada																	
7,5	De 0 a 2 meses	Obra atrasada																	
5,0	De 2 a 4 meses	Obra atrasada																	
2,5	De 4 a 6 meses	Obra atrasada																	
0,0	Maior que 6 meses	Obra atrasada																	
<b>Método de determinação e fórmula</b>	$I_2 = DR - DP$ Onde: DR: Duração real para a obra (meses). DP: Duração prevista para a obra (meses).  Entende-se como término de obra a implantação da Assembléia Geral de Instalação (AGI).																		
<b>Fontes dos dados</b>	Cronograma físico (previsto e realizado) atualizado, contrato de construção.																		
<b>Exemplo de cálculo do indicador</b>	DR = 29 meses DP = 24 meses $I_2 = DR - DP = 29 - 24 = 5 \text{ meses} \rightarrow \text{NOTA } 2,5$																		
<b>Diretrizes para análise</b>	Pelo exemplo pode-se afirmar que a obra será entregue com 5 meses de atraso em relação a data prevista e obteve nota de 2,5. Para identificar qual serviço mais contribui para este desvio deve-se analisar cada item do cronograma físico (previsto x realizado). Caso o cronograma físico tenha sido revisado, deve-se considerar a sua última versão, exceto quando a causa da revisão seja oriunda de problemas de execução de obra (responsabilidade da equipe da obra).																		

Fonte: o pesquisador

Quadro 26 - Qualidade: Qualidade da construção (I<sub>3</sub>)

Item	Descrição
<b>Categoria</b>	I <sub>Q</sub> - Qualidade
<b>Indicador</b>	I <sub>3</sub> - Qualidade da construção (nota)
<b>Objetivo</b>	Determinar a qualidade da construção, por meio de avaliações técnicas amostrais da qualidade dos serviços e materiais, com base em critérios objetivos (normas técnicas e procedimentos).
<b>Periodicidade</b>	Mensal (com avaliações técnicas semanais, quinzenais ou mensais)
<b>Meta sugerida (fonte: o pesquisador)</b>	A nota obtida na lista de verificação representa automaticamente a nota deste indicador (ver método de determinação e fórmula)
<b>Método de determinação e fórmula</b>	$I_3 = \frac{\sum_{i=1}^m \left[ \frac{\sum_{i=1}^n (N_i \times P_i)}{\sum_{i=1}^n P_i} \right]}{m}$ <p>Onde:  <b>N<sub>i</sub></b>: Nota de um item num determinado serviço  <b>P<sub>i</sub></b>: Peso de um item num determinado serviço  <b>n</b>: número de itens de um serviço  <b>m</b>: número de serviços avaliados no mês</p>
<b>Fontes dos dados</b>	APÊNDICE A - Lista de verificação contendo: serviços, itens de inspeção, peso dos itens, método de avaliação e critérios de aceitação.
<b>Exemplo de cálculo do indicador</b>	<p>Critério de amostragem de serviços (fonte: CTE):  Lote de 2 até 25 (2 amostras), de 26 até 90 (5 amostras), de 91 até 500 (13 amostras) e de 501 até 1.200 (20 amostras).</p> <p>Produção dos serviços avaliados no mês (exemplo de 1 serviço):  1. Alvenaria (5 pavimentos) → Amostra = 2 pavimentos</p> <p>Avaliação em campo (notas 0, 5 ou 10):  1a. Atendimento projeto / dimensões (máx. 3mm; peso 1): 5x1=5  1b. Prumo (máx. 3mm; peso 2): 5x2=10  1c. Planeza (máx. 3mm; peso 2): 10x2=20  1d. Esquadro (máx. 5mm; peso 2): 10x2=20  Total notas = 5+10+20+20 = 55 / Total pesos = 1+2+2+2 = 7  Nota Alvenaria = 55 ÷ 7 = 7,9</p> $I_3 = \frac{\sum_{i=1}^m \left[ \frac{\sum_{i=1}^n (N_i \times P_i)}{\sum_{i=1}^n P_i} \right]}{m} = \frac{\sum_{i=1}^2 \left[ \left( \frac{55}{7} \right) \right]}{1} = \text{NOTA } 7,9$
<b>Diretrizes para análise</b>	Pelo exemplo pode-se afirmar que a qualidade média dos serviços inspecionados no mês é de 7,9, demonstrando que existem problemas a serem corrigidos. Como exemplo, demonstra-se acima a avaliação técnica de apenas um serviço no mês.

Fonte: o pesquisador

Quadro 27 - Meio ambiente: Geração de resíduo sólido por área construída ( $I_4$ )

Item	Descrição																		
<b>Categoria</b>	$I_A$ - Meio ambiente																		
<b>Indicador</b>	$I_4$ - Geração de resíduo sólido por área construída ( $L/m^2$ )																		
<b>Objetivo</b>	Determinar o volume de resíduos sólidos gerado para construir uma determinada área.																		
<b>Periodicidade</b>	Mensal (valores acumulados)																		
<b>Meta sugerida</b>	Valor de referência média para a meta: $100L/m^2$																		
<b>fontes: Picchi (1993) Pucci (2006) Britez (2011)</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nota</th> <th>Desvio*</th> <th>Legenda</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10,0</td> <td>Menor que 90% meta</td> <td>Volume 10% menor</td> </tr> <tr> <td>7,5</td> <td>De 90% a 110% meta</td> <td>Volume <math>\pm 10\%</math> menor/maior</td> </tr> <tr> <td>5,0</td> <td>De 110% a 125% meta</td> <td>Volume 10% a 25% maior</td> </tr> <tr> <td>2,5</td> <td>De 125% a 150% meta</td> <td>Volume 25% a 50% maior</td> </tr> <tr> <td>0,0</td> <td>Maior que 150% meta</td> <td>Volume mais que 50% maior</td> </tr> </tbody> </table> <p>*sugerido pelo pesquisador</p>	Nota	Desvio*	Legenda	10,0	Menor que 90% meta	Volume 10% menor	7,5	De 90% a 110% meta	Volume $\pm 10\%$ menor/maior	5,0	De 110% a 125% meta	Volume 10% a 25% maior	2,5	De 125% a 150% meta	Volume 25% a 50% maior	0,0	Maior que 150% meta	Volume mais que 50% maior
Nota	Desvio*	Legenda																	
10,0	Menor que 90% meta	Volume 10% menor																	
7,5	De 90% a 110% meta	Volume $\pm 10\%$ menor/maior																	
5,0	De 110% a 125% meta	Volume 10% a 25% maior																	
2,5	De 125% a 150% meta	Volume 25% a 50% maior																	
0,0	Maior que 150% meta	Volume mais que 50% maior																	
<b>Método de determinação e fórmula</b>	$I_4 = \frac{VR}{AC}$ <p>Onde: VR: Volume de resíduo gerado acumulado excluído solo (litros). AC: Área construída total ou área edificada do empreendimento (<math>m^2</math>) é a soma das áreas cobertas de todos os pavimentos de uma edificação.</p>																		
<b>Fontes dos dados</b>	Volume de resíduos: CTR - Controle de Transporte de Resíduos – NBR 15114 (ABNT, 2004) e projeto legal ou executivo conforme lei municipal de São Paulo Nº 11228 (SÃO PAULO, 1992) e lei municipal de São Paulo Nº 13430 (SÃO PAULO, 2002).																		
<b>Exemplo de cálculo do indicador</b>	<p>VR = <math>346m^3 \rightarrow 346.000L</math> (acumulado em 3 meses de obra) AC = <math>25.000m^2</math></p> $I_4 = \frac{VR}{AC} = \frac{346.000}{25.000} = 13,8L/m^2 \rightarrow 86\% < \text{meta} \rightarrow \text{NOTA } 10,0$ <p>(considerando meta de <math>100L/m^2</math>)</p>																		
<b>Diretrizes para análise</b>	É importante ressaltar que este indicador, durante a obra, terá a finalidade apenas de acompanhamento, pois o volume total de resíduos da obra será conhecido apenas no término da obra. Pelo exemplo pode-se afirmar que o volume acumulado de resíduo sólido até o 3º mês de obra é 86% menor que a meta de consumo definida para a obra.																		

Fonte: o pesquisador

Quadro 28 - Meio ambiente: Consumo de água por área construída ( $I_5$ )

Item	Descrição																		
<b>Categoria</b>	$I_A$ - Meio ambiente																		
<b>Indicador</b>	$I_{A5}$ - Consumo de água por área construída ( $m^3/m^2$ )																		
<b>Objetivo</b>	Determinar o volume de água consumida para construir uma determinada área.																		
<b>Periodicidade</b>	Mensal (valores acumulados)																		
<b>Meta sugerida</b>	Valor de referência média para a meta: $0,44m^3/m^2$																		
<b>fonte: Pessarelo (2008)</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nota</th> <th>Desvio*</th> <th>Legenda</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10,0</td> <td>Menor que 90% meta</td> <td>Consumo 10% menor</td> </tr> <tr> <td>7,5</td> <td>De 90% a 110% meta</td> <td>Consumo <math>\pm 10\%</math> maior/menor</td> </tr> <tr> <td>5,0</td> <td>De 110% a 125% meta</td> <td>Consumo 10% a 25% maior</td> </tr> <tr> <td>2,5</td> <td>De 125% a 150% meta</td> <td>Consumo 25% a 50% maior</td> </tr> <tr> <td>0,0</td> <td>Maior que 150% meta</td> <td>Consumo mais que 50% maior</td> </tr> </tbody> </table> <p>*sugerido pelo pesquisador</p>	Nota	Desvio*	Legenda	10,0	Menor que 90% meta	Consumo 10% menor	7,5	De 90% a 110% meta	Consumo $\pm 10\%$ maior/menor	5,0	De 110% a 125% meta	Consumo 10% a 25% maior	2,5	De 125% a 150% meta	Consumo 25% a 50% maior	0,0	Maior que 150% meta	Consumo mais que 50% maior
Nota	Desvio*	Legenda																	
10,0	Menor que 90% meta	Consumo 10% menor																	
7,5	De 90% a 110% meta	Consumo $\pm 10\%$ maior/menor																	
5,0	De 110% a 125% meta	Consumo 10% a 25% maior																	
2,5	De 125% a 150% meta	Consumo 25% a 50% maior																	
0,0	Maior que 150% meta	Consumo mais que 50% maior																	
<b>Método de determinação e fórmula</b>	$I_5 = \frac{CA}{AC}$ <p>Onde:  CA: Consumo de água acumulado (<math>m^3</math>), incluindo o volume proveniente de água de poços artesianos e de caminhões pipa.  AC: Área construída total ou área edificada do empreendimento (<math>m^2</math>) é a soma das áreas cobertas de todos os pavimentos de uma edificação.</p>																		
<b>Fontes dos dados</b>	Fatura mensal de água do canteiro de obras e projeto legal ou executivo conforme lei municipal de São Paulo Nº 11228 (SÃO PAULO, 1992) e lei municipal de São Paulo Nº 13430 (SÃO PAULO, 2002).																		
<b>Exemplo de cálculo do indicador</b>	<p>CA = <math>500m^3</math> (acumulado em 3 meses de obra)  AC = <math>25.000m^2</math></p> $I_5 = \frac{CA}{AC} = \frac{500}{25.000} = 0,020m^3/m^2 \rightarrow 95\% < \text{meta} \rightarrow \text{NOTA } 10,0$ <p>(considerando meta de <math>0,44m^3/m^2</math>)</p>																		
<b>Diretrizes para análise</b>	É importante ressaltar que este indicador, durante a obra, terá a finalidade apenas de acompanhamento, pois o consumo total de água da obra será conhecido apenas no término da obra. Pelo exemplo pode-se afirmar que o volume de água consumida até o 3º mês da obra é 95% menor que a meta de consumo definida para a obra.																		

Fonte: o pesquisador

Quadro 29 - Meio ambiente: Consumo de energia elétrica por área construída (I<sub>6</sub>)

Item	Descrição																		
<b>Categoria</b>	I <sub>A</sub> - Meio ambiente																		
<b>Indicador</b>	I <sub>6</sub> - Consumo de energia elétrica por área construída (kWh/m <sup>2</sup> )																		
<b>Objetivo</b>	Determinar o volume de água consumida para construir uma determinada área.																		
<b>Periodicidade</b>	Mensal (valores acumulados)																		
	Valor de referência: média histórica da empresa.																		
<b>Meta sugerida</b> (fonte: o pesquisador)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nota</th> <th>Desvio*</th> <th>Legenda</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10,0</td> <td>Menor que 90% meta</td> <td>Consumo 10% menor</td> </tr> <tr> <td>7,5</td> <td>De 90% a 110% meta</td> <td>Consumo ±10% maior/menor</td> </tr> <tr> <td>5,0</td> <td>De 110% a 125% meta</td> <td>Consumo 10% a 25% maior</td> </tr> <tr> <td>2,5</td> <td>De 125% a 150% meta</td> <td>Consumo 25% a 50% maior</td> </tr> <tr> <td>0,0</td> <td>Maior que 150% meta</td> <td>Consumo mais que 50% maior</td> </tr> </tbody> </table> <p>*sugerido pelo pesquisador</p>	Nota	Desvio*	Legenda	10,0	Menor que 90% meta	Consumo 10% menor	7,5	De 90% a 110% meta	Consumo ±10% maior/menor	5,0	De 110% a 125% meta	Consumo 10% a 25% maior	2,5	De 125% a 150% meta	Consumo 25% a 50% maior	0,0	Maior que 150% meta	Consumo mais que 50% maior
Nota	Desvio*	Legenda																	
10,0	Menor que 90% meta	Consumo 10% menor																	
7,5	De 90% a 110% meta	Consumo ±10% maior/menor																	
5,0	De 110% a 125% meta	Consumo 10% a 25% maior																	
2,5	De 125% a 150% meta	Consumo 25% a 50% maior																	
0,0	Maior que 150% meta	Consumo mais que 50% maior																	
<b>Método de determinação e fórmula</b>	$I_6 = \frac{CA}{AC}$ <p>Onde:  CA: Consumo de energia elétrica da obra, acumulado até o momento da coleta de dados deste indicador (kWh), incluindo a energia consumida por geradores.  AC: Área construída total ou área edificada do empreendimento (m<sup>2</sup>), que é a soma das áreas cobertas de todos os pavimentos dos edifícios do empreendimento.</p>																		
<b>Fontes dos dados</b>	Fatura mensal de energia elétrica do canteiro de obras e projeto legal ou executivo conforme lei municipal de São Paulo N° 11228 (SÃO PAULO, 1992) e lei municipal de São Paulo N° 13430 (SÃO PAULO, 2002).																		
<b>Exemplo de cálculo do indicador</b>	CA: 880 kWh AC: 25.000 m <sup>2</sup> $I_6 = \frac{CA}{AC} = \frac{880}{25.000} = 0,035 \text{ kWh}^3/\text{m}^2$ <p>→ 96% &lt; meta → NOTA 10,0</p> <p>(considerando meta de 1,0kWh/m<sup>2</sup>)</p>																		
<b>Diretrizes para análise</b>	É importante ressaltar que este indicador, durante a obra, terá a finalidade apenas de acompanhamento, pois o consumo total de energia elétrica da obra será conhecido apenas no término da obra. No exemplo acima pode-se afirmar que o volume de água consumida até o 3º mês da obra é 96% menor que a meta de consumo definida para a obra.																		

Fonte: o pesquisador

Quadro 30 - Segurança do trabalho: Avaliação de segurança do trabalho (I<sub>7</sub>)

Item	Descrição																												
<b>Categoria</b>	I <sub>S</sub> - Segurança do trabalho																												
<b>Indicador</b>	I <sub>7</sub> – Avaliação de segurança no canteiro de obras (nota)																												
<b>Objetivo</b>	Determinar as condições de segurança do trabalho no canteiro de obras, por meio de avaliações em campo com base em critérios objetivos (normas regulamentadoras, técnicas e procedimentos da empresa).																												
<b>Periodicidade</b>	Mensal																												
<b>Meta sugerida (fonte: o pesquisador)</b>	A nota obtida na lista de verificação representa automaticamente a nota deste indicador (ver Método de determinação e fórmula)																												
<b>Método de determinação e fórmula</b>	$I_7 = \frac{PO}{PP} \times 10$ <p>Onde:  <b>PO</b>: pontos obtidos.  <b>PP</b>: pontos possíveis.  Esta avaliação pode ser realizada por equipe interna capacitada ou por empresa especializada contratada.</p>																												
<b>Fontes dos dados</b>	ANEXO A - Lista de verificação de avaliação de segurança do trabalho Fonte: SAURIN; FORMOSO (2006)																												
<b>Exemplo de cálculo do indicador</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descrição do item de verificação</th> <th>Sim</th> <th>Não</th> <th>N/A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>B8) EPI - Equipamento de Proteção Individual</b></td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>B8.1) São fornecidos capacetes para os visitantes</td> <td>(X)</td> <td>( )</td> <td>( )</td> </tr> <tr> <td>B8.2) Independente da função todo trabalhador está usando botinas e capacetes</td> <td>( )</td> <td>(X)</td> <td>( )</td> </tr> <tr> <td>B8.3) Os trabalhadores estão usando uniforme cedido pela empresa (NR-18)</td> <td>(X)</td> <td>( )</td> <td>( )</td> </tr> <tr> <td>B8.4) Trabalhadores em andaimes externos ou qualquer outro serviço à mais de 2,0 m de altura, usam cinto de segurança com cabo fixado na construção (NR-18)</td> <td>(X)</td> <td>( )</td> <td>( )</td> </tr> <tr> <td><b>TOTAL DE PONTOS</b></td> <td><b>3</b></td> <td><b>1</b></td> <td><b>0</b></td> </tr> </tbody> </table> <p>PO = 3  PP = 4  <math display="block">I_7 = \frac{PO}{PP} \times 10 = \frac{3}{4} \times 10 = \text{NOTA } 7,5</math> Neste exemplo, a lista de verificação possui apenas 4 itens.</p>	Descrição do item de verificação	Sim	Não	N/A	<b>B8) EPI - Equipamento de Proteção Individual</b>	-	-	-	B8.1) São fornecidos capacetes para os visitantes	(X)	( )	( )	B8.2) Independente da função todo trabalhador está usando botinas e capacetes	( )	(X)	( )	B8.3) Os trabalhadores estão usando uniforme cedido pela empresa (NR-18)	(X)	( )	( )	B8.4) Trabalhadores em andaimes externos ou qualquer outro serviço à mais de 2,0 m de altura, usam cinto de segurança com cabo fixado na construção (NR-18)	(X)	( )	( )	<b>TOTAL DE PONTOS</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
Descrição do item de verificação	Sim	Não	N/A																										
<b>B8) EPI - Equipamento de Proteção Individual</b>	-	-	-																										
B8.1) São fornecidos capacetes para os visitantes	(X)	( )	( )																										
B8.2) Independente da função todo trabalhador está usando botinas e capacetes	( )	(X)	( )																										
B8.3) Os trabalhadores estão usando uniforme cedido pela empresa (NR-18)	(X)	( )	( )																										
B8.4) Trabalhadores em andaimes externos ou qualquer outro serviço à mais de 2,0 m de altura, usam cinto de segurança com cabo fixado na construção (NR-18)	(X)	( )	( )																										
<b>TOTAL DE PONTOS</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>0</b>																										
<b>Diretrizes para análise</b>	Pelo exemplo pode-se afirmar que as condições de segurança do trabalho no canteiro de obras atendem 75% dos itens inspecionados na avaliação em obra, no mês em questão. A média das notas deste indicador ao término da obra representará a nota do indicador I <sub>S7</sub> .																												

Fonte: o pesquisador

Quadro 31 - Segurança do trabalho: Taxa de frequência de acidentes ( $I_8$ )

Item	Descrição																		
<b>Categoria</b>	$I_8$ - Segurança do trabalho																		
<b>Indicador</b>	$I_8$ – Taxa de frequência de acidentes (acidente/Hh)																		
<b>Objetivo</b>	Determinar a frequência de acidentes em função da quantidade de homem-hora de exposição ao risco (trabalhadas).																		
<b>Periodicidade</b>	Mensal - valores acumulados no ano																		
<b>Meta sugerida (fonte: o pesquisador)</b>	Valor de referência média para a meta: 50 (recomenda-se adotar a média histórica da empresa).																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nota</th> <th>Desvio*</th> <th>Legenda</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10,0</td> <td>Menor que 90% meta</td> <td>10% menor</td> </tr> <tr> <td>7,5</td> <td>De 90% a 110% meta</td> <td>±10% maior/menor</td> </tr> <tr> <td>5,0</td> <td>De 110% a 125% meta</td> <td>10% a 25% maior</td> </tr> <tr> <td>2,5</td> <td>De 125% a 150% meta</td> <td>25% a 50% maior</td> </tr> <tr> <td>0,0</td> <td>Maior que 150% meta</td> <td>mais que 50% maior</td> </tr> </tbody> </table>	Nota	Desvio*	Legenda	10,0	Menor que 90% meta	10% menor	7,5	De 90% a 110% meta	±10% maior/menor	5,0	De 110% a 125% meta	10% a 25% maior	2,5	De 125% a 150% meta	25% a 50% maior	0,0	Maior que 150% meta	mais que 50% maior
	Nota	Desvio*	Legenda																
	10,0	Menor que 90% meta	10% menor																
	7,5	De 90% a 110% meta	±10% maior/menor																
	5,0	De 110% a 125% meta	10% a 25% maior																
2,5	De 125% a 150% meta	25% a 50% maior																	
0,0	Maior que 150% meta	mais que 50% maior																	
*sugerido pelo pesquisador																			
<b>Método de determinação e fórmula</b>	$I_8 = \frac{NA \times 1.000.000}{Hh}$																		
	<p>Onde:</p> <p><b>NA:</b> Número total de acidentes com e sem afastamento, excluído acidente de trajeto (absoluto).</p> <p><b>Hh:</b> Homem-hora de exposição ao risco (trabalhadas) acumulados da obra. Na ausência destes dados pode-se admitir 8h/dia por trabalhador e 22 dias/mês.</p> <p>Fontes: NBR 14280 (ABNT, 2001); NR-4 (MTE, 1978)</p>																		
<b>Fontes dos dados</b>	Efetivo da obra; Recursos humanos; Técnicos de segurança do trabalho																		
<b>Exemplo de cálculo do indicador</b>	<p>200 funcionários na obra</p> <p>180 horas trabalhadas por mês em média por trabalhador</p> <p><math>Hh = 200 \times 180 = 36.000</math></p> <p><math>NA = 2</math> acidentes</p> $I_8 = \frac{NA \times 1.000.000}{Hh} = \frac{2 \times 1.000.000}{36.000} = 55,6 \rightarrow 11\% > \text{meta} \rightarrow \text{NOTA } 5,0$																		
<b>Diretrizes para análise</b>	<p>É importante ressaltar que este indicador, durante a obra, terá a finalidade apenas de acompanhamento, pois a taxa da obra será conhecida somente no término da obra.</p> <p>Pelo exemplo pode-se afirmar que para cada milhão de homem-hora trabalhadas, a obra teve 55,6 acidentes, independente da gravidade das lesões.</p>																		

Fonte: o pesquisador

Quadro 32 - Segurança do trabalho: Taxa de gravidade de acidentes (I<sub>9</sub>)

Item	Descrição																		
<b>Categoria</b>	I <sub>9</sub> - Segurança do trabalho																		
<b>Indicador</b>	I <sub>9</sub> – Taxa de gravidade de acidentes (acidente/Hh)																		
<b>Objetivo</b>	Determinar a gravidade de acidentes em função de um milhão de homem-hora de exposição ao risco (trabalhadas).																		
<b>Periodicidade</b>	Mensal - valores acumulados no ano																		
<b>Meta sugerida (fonte: o pesquisador)</b>	Valor de referência média para a meta: 500 (recomenda-se adotar a média histórica da empresa).																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nota</th> <th>Desvio*</th> <th>Legenda</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10,0</td> <td>Menor que 90% meta</td> <td>10% menor</td> </tr> <tr> <td>7,5</td> <td>De 90% a 110% meta</td> <td>±10% maior/menor</td> </tr> <tr> <td>5,0</td> <td>De 110% a 125% meta</td> <td>10% a 25% maior</td> </tr> <tr> <td>2,5</td> <td>De 125% a 150% meta</td> <td>25% a 50% maior</td> </tr> <tr> <td>0,0</td> <td>Maior que 150% meta</td> <td>mais que 50% maior</td> </tr> </tbody> </table>	Nota	Desvio*	Legenda	10,0	Menor que 90% meta	10% menor	7,5	De 90% a 110% meta	±10% maior/menor	5,0	De 110% a 125% meta	10% a 25% maior	2,5	De 125% a 150% meta	25% a 50% maior	0,0	Maior que 150% meta	mais que 50% maior
	Nota	Desvio*	Legenda																
	10,0	Menor que 90% meta	10% menor																
	7,5	De 90% a 110% meta	±10% maior/menor																
	5,0	De 110% a 125% meta	10% a 25% maior																
2,5	De 125% a 150% meta	25% a 50% maior																	
0,0	Maior que 150% meta	mais que 50% maior																	
*sugerido pelo pesquisador																			
<b>Método de determinação e fórmula</b>	$I_9 = \frac{TC \times 1.000.000}{Hh}$ <p>Onde:  <b>TC:</b> Tempo total computado (dias perdidos mais dias debitados).  <b>Dias perdidos:</b> Dias corridos de afastamento do trabalho em virtude de lesão pessoal, excetuados o dia do acidente e o dia da volta ao trabalho.  <b>Dias debitados:</b> Dias que se debitam, por incapacidade permanente ou morte.  <b>Hh:</b> Homem-hora de exposição ao risco (trabalhadas) acumulados da obra. Na ausência destes dados pode-se admitir 8h/dia e 22 dias/mês.  Fontes: NBR 14280 (ABNT, 2001); NR-4 (MTE, 1978)</p>																		
<b>Fontes dos dados</b>	Efetivo da obra; Recursos humanos; Técnicos de segurança do trabalho																		
<b>Exemplo de cálculo do indicador</b>	<p>200 funcionários na obra  180 horas trabalhadas por mês em média por trabalhador  Hh = 200 x 180 = 36.000  TC = 1 acidente com lesão = 50 (3ª falange do dedo 5º mínimo)</p> $I_9 = \frac{TC \times 1.000.000}{Hh} = \frac{50 \times 1.000.000}{36.000} = 1.389$ <p>→ 178% &gt; meta → NOTA 0,0</p>																		
<b>Diretrizes para análise</b>	Este indicador terá a finalidade apenas de acompanhamento, pois a taxa da obra será conhecida somente no término da obra. Pelo exemplo pode-se afirmar que para cada milhão de homem-hora trabalhadas, a obra teve 1.389 acidentes com lesão no período de um mês, que representa uma nota do mês em questão igual a 0,0.																		

Fonte: o pesquisador



## 5.2 CÁLCULO DO IDP

As medições de desempenho de obras, propostas pelo IDP, são realizadas mensalmente associando o resultado dos indicadores a notas predefinidas (0 a 10), fornecendo informações de desempenho ao longo da obra. Isso permite que se intervenha se necessário, e na conclusão da obra, se avaliar e comparar o desempenho final do empreendimento.

Os indicadores que compõem o IDP, apresentados no Quadro 23, associados a notas de 0 a 10, são multiplicadas pela importância relativa (peso) de cada indicador, obtendo o resultado do IDP (Equação 10), para um determinado mês (durante a obra) ou para a obra (entrega da obra).

A Equação 10 apresenta a fórmula geral do IDP.

$$\text{IDP (nota)} = \{(I_C \times P_C) + (I_P \times P_P) + (I_Q \times P_Q) + (I_A \times P_A) + (I_S \times P_S)\} \quad \text{Equação 10}$$

Onde:

$I_C$  = Nota da categoria Custo (0-10);

$P_C$  = Peso da categoria Custo (%);

$I_P$  = Nota da categoria Prazo (0-10);

$P_P$  = Peso da categoria Prazo (%);

$I_Q$  = Nota da categoria Qualidade (0-10);

$P_Q$  = Peso da categoria Qualidade (%);

$I_A$  = Nota da categoria Meio ambiente (0-10);

$P_A$  = Peso da categoria Meio ambiente (%);

$I_S$  = Nota da categoria Segurança do Trabalho (0-10);

$P_S$  = Peso da categoria Segurança do Trabalho (%).

As notas dos exemplos de indicadores calculados para uma obra hipotética, apresentados nos quadros do Capítulo 5.1, estão consolidadas no Quadro 33 abaixo, juntamente com as notas das categorias e a nota final do IDP (6,4), obtida por meio da Equação 10.

Quadro 33 - Exemplo de cálculo do IDP

Categoria			Indicador		Nota associada indicador	Nota associada categoria	IDP
Código	Nome	Peso	Código	Peso			
I <sub>C</sub>	Custo	18,6%	I <sub>1</sub>	100%	7,5	7,5	<b>6,4</b>
I <sub>P</sub>	Prazo	16,0%	I <sub>2</sub>	100%	2,5	2,5	
I <sub>Q</sub>	Qualidade	23,0%	I <sub>3</sub>	100%	7,9	7,9	
I <sub>A</sub>	Meio ambiente	17,7%	I <sub>4</sub>	50%	10,0	10,0	
			I <sub>5</sub>	27%	10,0		
			I <sub>6</sub>	23%	10,0		
I <sub>S</sub>	Segurança do Trabalho	24,7%	I <sub>7</sub>	36%	7,5	4,4	
			I <sub>8</sub>	34%	5,0		
			I <sub>9</sub>	30%	0,0		

Fonte: o pesquisador

Os pesos das categorias e indicadores devem ser definidos pela empresa e iguais para todas as obras passíveis de comparação. No capítulo 4 apresentou-se pesos e notas médias associadas a cada indicador, oriundos de pesquisa de campo realizada com gestores de empresas da construção civil, os quais podem ser adotados em empresas que decidem implementar este método e não dispõem de valores de referência.

### 5.3 PLANILHA DE CONTROLE DO IDP

Para facilitar a coleta e processamento dos dados elaborou-se uma planilha de controle (APÊNDICE D), a qual permite divulgar os resultados do IDP, por meio de gráfico. Como exemplo, foram inseridos dados para de uma obra hipotética.

### 5.4 CRITÉRIOS MINORADORES E MAJORADORES DA NOTA FINAL

Pode-se utilizar critérios minoradores e majoradores da nota final (IDP) em decorrência de outros indicadores, calculados no término da obra. Dentre eles pode-se listar:

- Quantidade de defeitos na inspeção final obra (exemplo: caimento da água para o ralo);
- Quantidade de unidades aceitas na primeira vistoria (exemplo: 85% de unidades aceitas na primeira vistoria);

- Quantidade de não conformidade na entrega do Imóvel (exemplo: porta instalada no sentido contrário);
- Produtividade global da mão-de-obra (exemplo: 50Hh/m<sup>2</sup>);
- Atendimento de legislação de meio ambiente (exemplo: DOF - documento de origem florestal na aquisição de madeiras nativas);
- Atendimento de legislação segurança do trabalho (exemplo: geração do PPP - Perfil Profissiográfico Previdenciário no desligamento dos funcionários).

## 6. CONCLUSÃO

O monitoramento do desempenho de obras de edifícios residenciais de múltiplos pavimentos em empresas da construção civil é, geralmente, realizado com foco apenas em custo e prazo, ignorando outros indicadores importantes para tomada de decisão que podem, direta ou indiretamente, afetar o resultado do empreendimento. Pode-se destacar as seguintes categorias cujo desempenho não deveria ser desprezado para tomada de decisão: qualidade, meio ambiente e segurança dos trabalhadores do canteiro de obras.

Na seleção dos indicadores consideraram-se as práticas reconhecidas no mercado, consultorias técnicas, estudos nacionais e internacionais, experiência do pesquisador, além dos requisitos usualmente considerados na escolha de indicadores (seletividade, estabilidade, simplicidade, baixo custo, acessibilidade, representatividade, rastreabilidade, abordagem experimental).

Os indicadores de desempenho de obras tornam-se ferramentas imprescindíveis para gestão de empresas da construção civil e, por meio de um processo constituído, propõe-se um conjunto de indicadores relevantes para medir e avaliar o processo de execução de obra, associando-os a um único Indicador de Desempenho da Produção (IDP) de edifícios residenciais, que possibilita à empresa construtora avaliar sistemicamente o desempenho de obras de edifícios residenciais de múltiplos pavimentos.

O IDP visa entender como estas cinco categorias (custo, prazo, qualidade, meio ambiente e segurança do trabalho) influenciam o desempenho de uma obra, permitindo comparar o desempenho entre obras, quando respeitadas as limitações deste método.

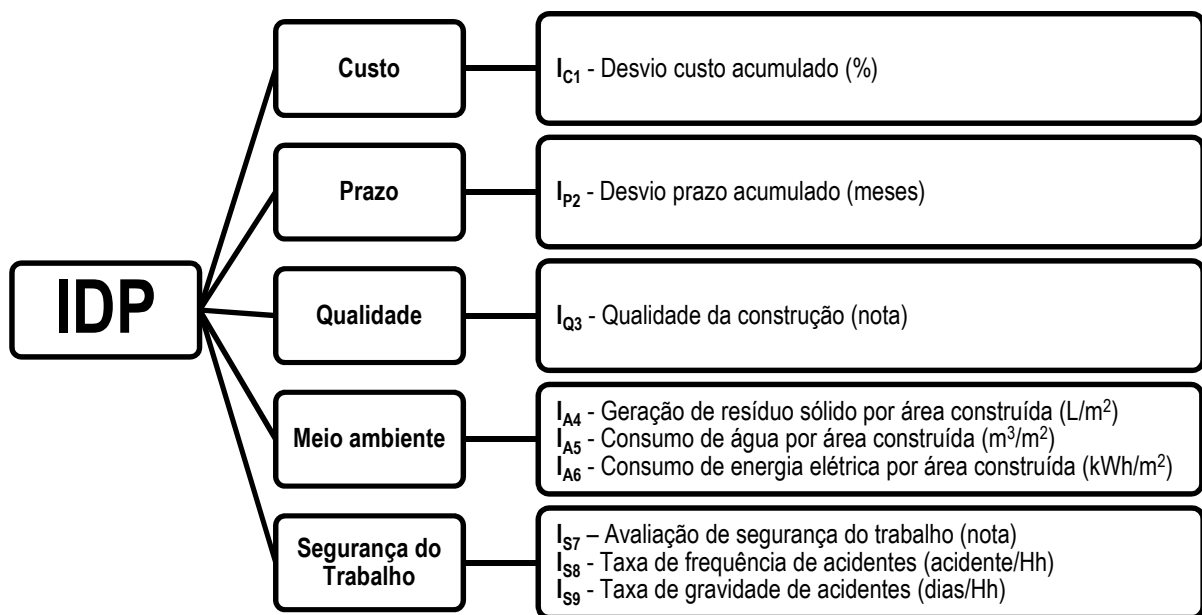
A proposta de cada categoria propõe responder algumas questões simples referentes ao desempenho de uma obra.

- Custo – A obra está com custo maior ou menor em relação ao orçamento?
- Prazo – A obra está atrasada ou adiantada de acordo com o planejamento?
- Qualidade – A qualidade dos materiais instalados e serviços executados atendem ao padrão mínimo esperado para o produto?

- Meio ambiente – Os impactos ambientais referentes aos resíduos gerados, a água e a energia consumidas são menores ou iguais que a meta estabelecida?
- Segurança do trabalho – O ambiente de trabalho é seguro? Houve acidentes na obra? Qual a frequência e gravidade destes acidentes?

Nesta pesquisa estabeleceu-se um conjunto de indicadores de desempenho da produção de edifícios residenciais de múltiplos pavimentos em empresas construtoras que associa resultados de custo, prazo, qualidade, meio ambiente e segurança do trabalho a uma nota final. O Quadro 34 apresenta o conjunto de indicadores associados a uma nota final (IDP).

**Quadro 34 - Indicadores do IDP**



**Fonte: o pesquisador**

A importância relativa entre as categorias e os indicadores foi estabelecida, como sugestão, com base em pesquisa realizada com gestores da construção civil. O resultado médio na percepção dos gestores foi, em ordem de importância, 24,7% para Segurança do Trabalho, 23,0% para Qualidade, 18,6% para Custo, 17,7% para Meio ambiente e 16,0% para Prazo. A percepção média dos gestores indicou uma dispersão pequena, com pesos bem distribuídos, haja visto que a diferença entre o menor (16% - Prazo) e o maior resultado (25% - Segurança do Trabalho) foi de 9%.

Percebe-se também que as categorias com maior participação (Segurança do Trabalho e Qualidade) representam 48% da importância atribuída às categorias e não são as comumente utilizadas (Custo e Prazo).

Acredita-se que cada gestor possui seu ponto de vista em relação à importância relativa destas e outras categorias. Entretanto, a percepção média de gestores da construção civil pode auxiliar uma empresa que não disponha de tais informações e pretenda implantar o Indicador de Desempenho da Produção (IDP) de edifícios residenciais.

Para os indicadores da categoria meio ambiente, a importância relativa atribuída foi de 50% para o indicador Geração de resíduo sólido por área construída, de 27% para o indicador de Consumo de água por área construída e de 23% para o indicador de Consumo de energia elétrica por área construída. Já para os indicadores de segurança do trabalho, obteve-se 36% para a Avaliação de segurança do trabalho, 34% para a Taxa de frequência de acidentes e 30% para a Taxa de gravidade de acidentes.

Sabe-se que o sistema construtivo interfere significativamente tanto na geração de resíduos sólidos, como na água e energia consumida por uma obra. Portanto é fundamental que os gestores considerem também estes aspectos na concepção de novos projetos, visto que, segundo a percepção destes gestores, a importância certamente não é 100% para custo e prazo.

Observou-se uma dificuldade nesta pesquisa referente à ausência de aplicação e testes (validação) do conjunto de indicadores e do método proposto em um canteiro de obras real (estudo de caso). Entretanto, é importante ressaltar que um dos critérios de seleção dos indicadores foi utilizar somente os reconhecidos e testados no setor da construção civil.

Outra dificuldade encontrada foi o pequeno número de respostas recebidas na pesquisa realizada por e-mail (apenas 13%), indicando uma percepção média de apenas dez gestores da construção civil, os quais possuíam em média 10 anos de experiência, formação em Engenharia Civil, sendo 5 oriundos de construtoras e 5 de consultoria. Assim, recomenda-se que, ao implantar este método, utilizem-se os resultados médios desta pesquisa apenas como um parâmetro de referência, dando preferência às informações internas de cada empresa.

Percebeu-se que os indicadores ambientais, relacionados com a geração de resíduos, o consumo de água e o consumo de energia elétrica, são pouco monitorados no setor da construção civil, o que dificultou a busca por referências confiáveis para esta pesquisa.

É importante ressaltar que o método do IDP, proposto nesta pesquisa, possui limitações quanto ao seu uso e trará melhores resultados quando o sistema construtivo e o padrão construtivo (baixo, médio e alto) forem iguais ou semelhantes entre as obras;

A partir dos resultados obtidos e dificuldades encontradas nesta pesquisa, sugere-se como recomendações para pesquisas futuras:

- a) Aplicar o método completo em obra(s) piloto(s), testando-o e obtendo valores de referência;
- b) Ampliar a abrangência do IDP, adicionando novos indicadores (ex.: produtividade, desperdício de materiais, índice de doenças ocupacionais etc.) e novas categorias (ex.: responsabilidade social);
- c) Desenvolver aplicativo *web* para facilitar a coleta, armazenamento e processamento dos dados;
- d) Buscar novos indicadores para categoria meio ambiente, que permitam avaliação ao longo da obra e não apenas na sua conclusão;
- e) Realizar pesquisa presencial com um número maior de gestores, classificando e analisando as respostas por cargos (diretores, gerentes, coordenadores, engenheiros, consultores etc.).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9000:2005 - Sistemas de gestão da qualidade - Fundamentos e vocabulário**, 2005. 35p.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14280:2001 - Cadastro de acidente do trabalho - Procedimento e classificação**, 2001. 94p.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15114:2004 - Resíduos sólidos da Construção civil - Áreas de reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação**, 2004. 7p.
- ALWAER H., CLEMENTS-CROOME D.J. *Key performance indicators (KPIs) and priority setting in using the multi-attribute approach for assessing sustainable intelligent buildings*. Building and Environment (Elsevier), n.45, 799-807p., 2009.
- AMBROZEWICZ, P. H. L. **Qualidade na prática: Conceitos e Ferramentas**. Curitiba: Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Departamento Regional do Paraná, 118p. 2003.
- BARTOLOMEU, T. A. **Modelo de investigação de acidentes do trabalho baseado na aplicação de tecnologias de extração de conhecimento**. Santa Catarina, 2002. 277p. Dissertação (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina, 2002.
- BRITEZ, A. A. **Gestão de resíduos em canteiro de obra**. SBCS 11 - 4º Simpósio Brasileiro de Construção Sustentável. São Paulo, 2011.
- CARDOSO F.; ARAUJO V. **Levantamento do estado da arte: Canteiro de obras** (documento 2.6). São Paulo. 2007.
- COCHARERO, R. **Ferramentas para gestão de segurança e saúde do trabalho no canteiro de obras**. 108p. Monografia (MBA em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios). Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007.
- CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL – CBCS. **Texto preliminar de conjunto de indicadores de sustentabilidade de empreendimentos**. Comitê Temático Avaliação de Sustentabilidade, Agosto 2011.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA 307: Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil**, 5 de julho de 2002.
- COSTA, D. B. **Diretrizes para concepção, implementação e uso de sistemas de indicadores de desempenho para empresas da construção civil**. Porto Alegre, 2003. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- CTE - Centro de Tecnologia de Edificações. **Metodologia de uso restrito: QRO - Qualidade Real de Obra**. 2012.



Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos – DIEESE. **Estudo Setorial da Construção 2011 - Nº 56**. São Paulo.

FUNDACENTRO - Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho. **Dia Mundial da Segurança e da Saúde no Trabalho**. 2008. Disponível em: <<http://www.fundacentro.gov.br/conteudo.asp?D=ctn&C=904&menuAberto=64>>. Acesso em: 16 out. 2011.

FUNDAÇÃO VANZOLINI – FCAV. **Referencial técnico de certificação "Edifícios do setor de serviços - Processo AQUA" - Escritórios e Edifícios escolares**. Versão 0. Outubro 2007.

GBC Brasil. Barueri. **Gestão de Impacto Ambiental da Atividade de Construção. Comitê LEED - Sustentabilidade do Espaço**. Disponível em: <<http://www.gbcbrasil.org.br>>. Acesso em: 10 jun. 2011.

GUERRA, M. **Inspeções técnicas garantem qualidade real do empreendimento**. Projeto CTE. 24 fev., 2010. Disponível em: <[http://www.cte.com.br/site/informativo\\_noticia.php?id\\_artigo=1637](http://www.cte.com.br/site/informativo_noticia.php?id_artigo=1637)> Acesso em: 2 set., 2011.

JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. 113p. Tese (Livre Docência) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2000.

LANTELME, E. **Proposta de um sistema de indicadores de qualidade e produtividade para a construção civil**. Porto Alegre, 1994. Dissertação de Mestrado em Engenharia. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

MTE - MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR 4 - Serviços especializados em engenharia de segurança e em medicina do trabalho**. Brasília. 11 de dezembro de 2009.

MTE - MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR 18 - Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção**. Brasília. 16 de dezembro de 2011.

MTE - MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Anuário Estatístico de Acidentes do Trabalho**. Brasília. 2009.

NAVARRO, G. P. **Proposta de Sistema de Indicadores de Desempenho para a Gestão da Produção em Empreendimentos de Edificações Residenciais**. Porto Alegre, 2005. Trabalho de Conclusão (Mestrado em Engenharia) - Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Escola de Engenharia, UFRGS.

NORIE - NÚCLEO ORIENTADO PARA A INOVAÇÃO DA EDIFICAÇÃO - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL - UFRGS. Porto Alegre. Disponível em: <[www.ufrgs.br/norie/indicadores/](http://www.ufrgs.br/norie/indicadores/)>. Acesso em: 1 jul. 2011.

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). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

OLIVEIRA, M.; LANTELME, E. & FORMOSO, C.T. **Sistema de indicadores de qualidade e produtividade da construção civil.** Manual de utilização. 2a Ed. Porto Alegre, SEBRAE/RS, 1995.

PESSARELLO, R. G. **Estudo Exploratório quanto ao consumo de água na produção de obras de edifícios: avaliação e fatores influenciadores.** 114p. Monografia (MBA em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios). Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

PICCHI, F. A. **Sistemas da qualidade: uso em empresas de construção e edifícios.** São Paulo, 1993. 462p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1993.

PINHEIRO, J. P. C. **Indicadores-chave de Desempenho (Key Performance Indicators) aplicados à construção.** Lisboa, 2011. Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil. Universidade Técnica de Lisboa.

PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana.** 189p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 1999.

PUCCI, R. B. **Logística de resíduos da construção civil atendendo à resolução CONAMA 307.** 137p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Transportes. São Paulo, 2006.

SÃO PAULO. Lei municipal nº 11228, de 25 de junho de 1992. **Código de Obras e Edificações.** São Paulo. 80p. 1992.

SÃO PAULO. Lei municipal nº 13430, de 13 de setembro de 2002. **Plano Diretor Estratégico.** São Paulo. 206p. 2002.

SAURIN, T.A.; FORMOSO, C. T. **Planejamento de canteiros de obras e gestão de processos** (Recomendações Técnicas HABITARE). 1. ed. Porto Alegre: Associação Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído (ANTAC), 2006. v. 3. 110p.

SILVA, V. G. **Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e base metodológica.** 210p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2003.

SILVA, V. G.; SILVA, M.G; AGOPYAN, V. **Avaliação de edifícios: definição de indicadores de sustentabilidade.** III Encontro Nacional sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis – ENECS, São Carlos, SP. 2003. Anais... São Carlos, SP: ANTAC, 2003. 11p.

SOUZA, R., MEKBEKIAN, G., SILVA, M., LEITÃO, A., e SANTOS, M. (1994). **Indicadores da qualidade e produtividade: Sistema de gestão da qualidade para empresas construtoras.** São Paulo.

SOUZA, U.E.L. **Método para a previsão da produtividade da mão-de-obra e do consumo unitário de materiais para os serviços de fôrmas, armação, concretagem, alvenaria, revestimentos com argamassa, contrapiso, revestimentos com gesso e revestimentos cerâmicos.** São Paulo, 2001. 265p. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

THOMAZ, E. **Produtividade.** Revista Técnica – IPT Responde, n. 165, 2010. Disponível em <http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/165/imprime194778.asp>>. Acesso em: 16 out. 2011.

VILHENA, J. M. **Diretrizes para a Sustentabilidade das Edificações.** Revista Gestão & Tecnologia de Projetos. Volume 2. Número 1, Maio de 2007. Editorial Márcio M. Fabricio, Paulo R. P. Andery e Silvio B. Melhado. Disponível em: <http://www.arquitetura.eesc.usp.br/posgrad/gestaodeprojetos/>>. Acesso em: 10 jun. 2011.

WONG J.K.W., LI H. **Application of the analytic hierarchy process (AHP) in multicriteria analysis of the selection of intelligent building systems.** *Building and Environment* (Elsevier), n.43, 108-125p., 2008.

# APÊNDICE A - LISTA DE VERIFICAÇÃO DA QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO

## AVALIAÇÃO TÉCNICA DA QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO

NOME OBRA - mês/ano

PESO	SERVIÇO	MÉTODO DE AVALIAÇÃO	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO	NOTA
<b>LOCAÇÃO DE OBRA (por peça estrutural)</b>				
	Alinhamento e nivelamento da tábua de todo gabarito	Linha e nível	10mm	
	Esquadro do gabarito	Trena	20mm lado maior	
	Fixação e travamento do gabarito	Visual	-	
	Locação dos eixos das peças estruturais na tábua / Clareza da identificação	Trena	5mm	
<b>COMPACTAÇÃO DE ATERRO (por trecho)</b>				
	Cotas finais de acordo com projeto	Nível laser ou teodolito	50mm	
	Inclinação dos taludes de acordo com projeto	Nível laser ou teodolito	50mm	
	Uniformidade e proteção do terreno	Visual	Conforme especificação	
	Grau de compactação do aterro	Ensaio	GC mín.= 95% ou especificação	
<b>ESTACA ESCAVADA (por estaca)</b>				
	Diâmetro da estaca	Trena	10mm	
	Excentricidade	Trena, prumo de centro e arame	10% do diâmetro ou consultor	
	Cota de arrasamento	Visual	Conforme consultor	
	Resultado dos ensaios de resistência do concreto aos 7 e 28 dias	Visual	100% ensaios e providências	
	Rastreabilidade do concreto	Visual	100% rastreável	
<b>ESTACA PRÉ-MOLDADA (por estaca)</b>				
	Especificação da estaca (resistência e dimensões)	Visual	conforme projeto	
	Excentricidade	Trena, prumo de centro e arame	10% do diâmetro	
	Diâmetro da estaca	Trena	10mm	
	Cota de arrasamento	Visual	Conforme consultor	
	Laudo de conformidade / Resultado dos ensaios	Visual	100% laudos/ensaios	
<b>ESTACA STRAUSS (por estaca)</b>				
	Excentricidade	Trena, prumo de centro e arame	10% do diâmetro	
	Diâmetro da estaca	Trena	Conforme projeto	
	Cota de arrasamento	Trena	conforme projeto/sondagem	
	Resultado dos ensaios de resistência do concreto aos 7 e 28 dias	Visual	100% ensaios e providências	
	Rastreabilidade do concreto	Visual	100% rastreável	
<b>TUBULÃO (por tubulão)</b>				
	Excentricidade	Trena, prumo de centro e arame	10% do diâmetro	
	Diâmetro da estaca	Trena	10mm	
	Existência de registros de liberação técnica da Base	Visual	100% liberado	
	Resultado dos ensaios de resistência do concreto aos 7 e 28 dias	Visual	100% ensaios e providências	
	Rastreabilidade do concreto	Visual	100% rastreável	
<b>SAPATA E BALDRAME (por sapata)</b>				
	Locação conforme projeto	Trena	5mm	
	Presença de deformações, bicheiras, manchas, armaduras expostas e variações dimensionais significativas	Visual	-	
	Resultado dos ensaios de aço	Visual	conforme NBR correspondente	
	Resultado dos ensaios de resistência do concreto aos 7 e 28 dias	Visual	100% ensaios e providências	
	Rastreabilidade do concreto	Visual	100% rastreável	
<b>CORTINA (por trecho)</b>				
	Prumo	Prumo de face	5mm	
	Presença de deformações, ressalto, bicheiras, manchas, armaduras expostas e variações dimensionais significativas	Visual	-	
	Resultado dos ensaios de resistência do concreto aos 7 e 28 dias	Visual	100% ensaios e providências	
	Rastreabilidade do concreto	Visual	100% rastreável	
<b>BROCA (por broca)</b>				
	Excentricidade da broca	Trena	10% do diâmetro	
	Diâmetro da broca	Trena	10mm	
	Cota de arrasamento de acordo com definições de projeto e sondagem	Visual	Conforme projetista	
	Preenchimento completo da broca	Visual	-	
	Resultado dos ensaios de resistência do concreto aos 7 e 28 dias	Visual	100% ensaios e providências	
	Rastreabilidade do concreto	Visual	100% rastreável	
<b>BLOCO FUNDAÇÃO (por bloco)</b>				
	Locação de acordo com definições de projeto (desvio máx. 5 mm)	Trena	5mm	
	Presença de deformações, bicheiras, manchas, armaduras expostas e variações dimensionais significativas	Visual	-	
	Resultado dos ensaios de resistência do concreto aos 7 e 28 dias	Visual	100% ensaios e providências	
	Rastreabilidade do concreto	Visual	100% rastreável	

Fonte: adaptado de CTE (2012)

PESO	SERVIÇO	MÉTODO DE AVALIAÇÃO	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO	NOTA
<b>ESTRUTURA TIPO (por pavimento)</b>				
	Referência de nível do pavimento	Trena	7mm	
	Nivelamento da laje	Nível de mangueira ou laser	10mm laje c/ contrapiso; 5mm laje zero	
	Prumo de pilares	Prumo de face	3mm	
	Presença de deformações, bicheiras, manchas, armaduras expostas e variações dimensionais significativas	Visual	-	
	Resultado dos ensaios de resistência do concreto aos 7 e 28 dias	Visual	100% ensaios e providências	
	Rastreabilidade do concreto	Visual	100% rastreável	
<b>ESTRUTURA PERIFERIA (por trecho)</b>				
	Referência de nível do pavimento	Trena	7mm	
	Nivelamento da laje	Nível de mangueira ou laser	10mm	
	Prumo de pilares	Prumo de face	3mm	
	Presença de deformações, bicheiras, manchas, armaduras expostas e variações dimensionais significativas	Visual	-	
	Resultado dos ensaios de resistência do concreto aos 7 e 28 dias	Visual	100% ensaios e providências	
	Rastreabilidade do concreto	Visual	100% rastreável	
<b>ALVENARIA VEDAÇÃO (por pavimento)</b>				
	Atendimento ao projé (posicionamento e tamanho de vergas e contra-vergas)	Trena	1mm	
	Dimensões dos vãos - largura, altura e cota do peitoril	Trena	5mm	
	Esquadro	Esquadro	5mm lado maior	
	Prumo	Prumo e trena	3mm	
	Planeza	Régua	3mm	
	Aspecto visual	Visual	-	
<b>DRY-WALL (por pavimento)</b>				
	Atendimento ao projeto (posicionamento e tipo das placas)	Trena	5mm	
	Dimensões dos vãos - largura, altura e cota do peitoril	Trena	5mm	
	Prumo	Trena	2mm	
	Planeza	Régua	2mm	
	Esquadro	Esquadro	3mm	
	Aspecto visual (fitas aplicadas, emendas bem acabadas, ausência de cantos quebrados, parafusos faceados com a placa)			
<b>PRUMADA HIDRO-SANITÁRIAS (por pavimento)</b>				
	Especificação e tipo de materiais	Visual	Conforme projeto/memorial descritivo	
	Diâmetro (observar pavimentos com reduções)	Visual	Conforme projeto/memorial descritivo	
	Fixação da prumada	Visual	-	
	Posicionamento da prumada (em planta)	Trena	Deve permitir a colocação do acabamento	
<b>CONTRAPISO ÁREA SECA (por apartamento)</b>				
	Aderência com a base	Peça de metal ou de madeira	Ausência de som cavo	
	Nivelamento	Régua técnica	3mm	
	Planeza	Régua	3mm	
	Acabamento (conferência visual da rugosidade, desagregação, falhas, buracos e fissuras)	Visual	-	
<b>CONTRAPISO ÁREA FRIA (por apartamento)</b>				
	Aderência com a base	Peça de metal ou de madeira	Ausência de som cavo	
	Nivelamento	Régua técnica	3mm	
	Caimento para os ralos nos box e terraços	Água ou mangueira	Sem empoçamento	
	Acabamento (conferência visual da rugosidade, desagregação, falhas, buracos e fissuras)	Visual	-	
<b>GESSO LISO (por apartamento)</b>				
	Planeza	Régua	4mm desempenado e 2mm sarrafeado	
	Esquadro	Esquadro	2mm lado maior	
	Prumo (observar principalmente junto as portas)	Prumo de face	2mm	
	Regularidade de quinas e cantos	Visual	-	
	Aspecto visual (ondulação, rugosidade, presença de fissuras ou desagregação, presença de taliscas)	Visual	-	
	Integridade de Serviços acabados (caixinhas, quadros, ralos, etc.)	Visual	-	
<b>HIDRÁULICA PAREDE (por apartamento)</b>				
	Especificação e tipo de materiais	Visual	Conforme projeto/memorial descritivo	
	Diâmetro (observar pavimentos com reduções)	Visual	Conforme projeto/memorial descritivo	
	Posicionamento dos pontos de água, esgoto e caminhamento de tubo	Visual	Conforme projeto	
<b>ELÉTRICA PAREDE (por apartamento)</b>				
	Especificação e tipo de materiais	Visual	Conforme projeto/memorial descritivo	
	Posicionamento de caixinhas e pontos de luz (altura, distancia lateral e profundidade)	Visual	-	
<b>ARANHA SANITÁRIA (por apartamento)</b>				
	Especificação e tipo de materiais	Visual	Conforme projeto/memorial descritivo	
	Diâmetro (observar pavimentos com reduções)	Visual	Conforme projeto/memorial descritivo	
	Qualidade dos engates	Visual	Sem juntas a fogo	
	Posicionamento da aranha	Visual	Conforme projeto	
	Fixação da aranha e chumbamento dos ralos	Visual	Fixados	

Fonte: adaptado de CTE (2012)

PESO	SERVIÇO	MÉTODO DE AVALIAÇÃO	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO	NOTA
<b>EMBOÇO ÁREA SECA (por apartamento)</b>				
	Prumo	Prumo de face	2mm	
	Planeza	Régua	2mm	
	Esquadro	Esquadro lado maior	2mm	
	Regularidade das quinas e cantos	Visual	-	
	Profundidade de peças (caixinhas, batentes, etc)	Trena	5 a 10mm para dentro	
	Acabamento da superfície (rugosidade, presença de fissuras ou desagregação do revestimento)	Visual	-	
	Integridade de Serviços acabados (caixinhas, quadros, ralos, etc.)	Visual	-	
<b>EMBOÇO ÁREA FRIA (por apartamento)</b>				
	Prumo	Prumo de face	2mm	
	Planeza	Régua	2mm	
	Esquadro	Esquadro lado maior	2mm	
	Regularidade das quinas e cantos	Visual	-	
	Profundidade de peças (caixinhas, batentes, etc)	Trena	5 a 10mm para dentro	
	Acabamento da superfície (rugosidade, presença de fissuras ou desagregação do revestimento)	Visual	-	
	Integridade de Serviços acabados (caixinhas, quadros, ralos, etc.)	Visual	-	
<b>CONTRAMARCO (por apartamento)</b>				
	Especificação de materiais	Visual	Conforme memorial descritivo	
	Prumo do contramarco	Prumo de face	3mm	
	Esquadro do contramarco	Esquadro lado maior	3mm	
	Nivelamento do contramarco (2 pontos do contramarco e entre contramarcos)	Nível de mangueira ou laser	3mm	
	Pontos de chumbamento - local e quantidade	Visual	Conforme projeto	
<b>FACHADA ARGAMASSA (por balancim/trecho)</b>				
	Validação prévia (resultados dos ensaios de aderência)	Visual	Conforme NBR 13528 e NBR 13749	
	Posição, nivelamento, alinhamento e profundidade dos frisos	Visual	-	
	Acabamento da superfície (rugosidade, presença de fissuras ou desagregação do revestimento)	Visual	-	
	Planeza (onde for acessível)	Régua	3mm	
	Regularidade do requadro dos vãos, considerando o caimento do requadro superior	Visual	-	
	Regularidade das quinas e cantos	Visual	-	
	Aderência da argamassa (onde for acessível e após 28 dias)	Martelo de borracha	Ausência de som cavo	
	Peitoris - aderência, caimento e posicionamento/limpeza do friso da pingadeira (descolamento da água)	Visual	-	
<b>IMPERMEABILIZAÇÃO MANTA ASFÁLTICA / (por apartamento/trecho)</b>				
	Especificação de materiais	Visual	Conforme memorial descritivo/projeto	
	Cantos e detalhes - Manta acima do nível da água, subindo pelos rodapés e tubulações emergentes e na volta dos ralos	Visual	20cm ou conforme especificação	
	Estanqueidade	Lâmina água 10cm por 72h	Não deve haver vazamentos	
<b>CERÂMICA DE PAREDE INTERNA (por apartamento)</b>				
	Alinhamento, largura e regularidade das juntas	Visual	-	
	Planicidade ou Ressaltos nas placas	Régua	2mm	
	Prumo (principalmente junto aos vãos das portas)	Prumo de face	3mm	
	Aderência das placas (por amostragem)	Martelo de borracha	Ausência de som cavo	
	Recortes e acabamento de válvulas, ralos, pontos de água	Visual	-	
	Peças trincadas ou defeituosas	Visual	-	
	Uniformidade de tonalidade do rejunte e das placas	Visual	-	
	Especificação das placas	Visual	Conforme projeto	
<b>CERÂMICA DE PISO (por apartamento)</b>				
	Alinhamento, largura e regularidade das juntas	Visual	-	
	Uniformidade do rejunte	Visual	-	
	Recortes e acabamento de válvulas, ralos, pontos de água	Visual	-	
	Planicidade (com régua - desvio de 2 mm) e Ressaltos nas placas	Visual	-	
	Caimento em direção aos ralos	Jogar água	Sem empoçamento	
	Peças trincadas ou defeituosas	Visual	Ausência peças quebradas/defeituosas	
	Aderência das placas	Martelo de borracha	Ausência de som cavo	
	Alinhamento e acabamento do rodapé	Visual	-	
	Especificação das placas/lotes	Visual	Conforme projeto	
<b>CERÂMICA DE FACHADA (por balancim/trecho)</b>				
	Juntas entre placas (alinhamento, largura e regularidade)	Visual	-	
	Rejunte	Visual	Uniforme	
	Recortes	Visual	Bem recortados	
	Peças trincadas ou defeituosas	Visual	Ausência peças quebradas/defeituosas	
	Juntas de trabalho (posicionamento, largura, profundidade, preenchimento)	Visual	Conforme projeto	
	Aderência da argamassa (onde for acessível e após 28 dias)	Martelo de borracha	Ausência de som cavo	
	Especificação das placas/lotes	Visual	Conforme projeto	
<b>REVESTIMENTO DE PEDRA PAREDE (por apartamento)</b>				
	Alinhamento, largura e regularidade das juntas	Visual	-	
	Rejunte (caso exista)	Visual	Uniforme	
	Recortes e acabamento de válvulas, ralos, pontos de água	Visual	Bem recortados	
	Peças trincadas ou defeituosas, acabamento das bordas e presença de dentes e saliências entre as peças	Visual	Ausência peças quebradas/defeituosas	
	Especificação das placas/lotes	Visual	Conforme projeto	

Fonte: adaptado de CTE (2012)

PESO	SERVIÇO	MÉTODO DE AVALIAÇÃO	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO	NOTA
<b>REVESTIMENTO DE PEDRA PISO (por apartamento)</b>				
	Alinhamento, largura e regularidade das juntas	Visual	-	
	Uniformidade do rejunte	Visual	Uniforme	
	Recortes e acabamento (válvulas, ralos, pontos de água)	Visual	Bem recortados	
	Caimento em direção aos ralos	Jogar água	Sem empoçamento	
	Peças trincadas ou defeituosas, acabamento das bordas e presença de dentes e saliências entre as peças	Visual	Ausência peças quebradas/defeituosas	
	Alinhamento e acabamento do rodapé	Visual	-	
	Especificação das placas/lotes	Visual	Conforme projeto	
<b>REVESTIMENTO DE PEDRA FACHADA (por balcim/trecho)</b>				
	Alinhamento, largura e regularidade das juntas	Visual	-	
	Rejunte (caso exista)	Visual	Uniforme	
	Recortes	Visual	Bem recortados	
	Peças trincadas ou defeituosas, acabamento das bordas e presença de dentes e saliências entre as peças	Visual	Ausência peças quebradas/defeituosas	
	Fixação das pedras	Visual	Conforme especificação	
	Especificação das placas	Visual	Conforme projeto	
<b>FORRO DE GESSO (por apartamento)</b>				
	Nivelamento	Régua com nível de bolha	2mm	
	Planicidade	Régua	2mm	
	Locação dos pontos de elétrica	Trena	20mm	
	Juntas (acabamento e regularidade)	Visual	-	
<b>FORRO DE MADEIRA (por apartamento)</b>				
	Nivelamento	Régua com nível de bolha	3mm	
	Planicidade	Régua	2mm	
	Locação dos pontos de elétrica	Trena	20mm	
	Juntas (acabamento e regularidade)	Visual	-	
<b>PISO DE MADEIRA (por apartamento)</b>				
	Especificação de materiais	Visual	Conforme memorial descritivo	
	Juntas (alinhamento, largura e regularidade)	Visual	-	
	Recortes	Visual	Bem recortados	
	Peças trincadas, defeituosas ou soltas	Visual	Ausência peças quebradas/defeituosas	
	Peças soltas	Visual	Ausência peças soltas	
	Planicidade e acabamento superficial	Visual	Sem ressalto	
<b>BATENTE E PORTA (por apartamento)</b>				
	Especificação de materiais	Visual	Conforme memorial descritivo	
	Espessura das frestas entre folha e batente; entre folha e piso acabado	Trena	2mm	
	Funcionamento da porta (abertura e fechamento)	Visual	Permanece parada, presença de "jogo"	
	Acabamento da guarnição (ressalto na meia esquadria, frestas, fissuras ou rachaduras, distância da guarnição-piso).	Visual	-	
	Fixação das ferragens (quando estiverem fixadas)	Visual	-	
<b>ESQUADRIA METÁLICA (por apartamento)</b>				
	Especificação de materiais	Visual	Conforme memorial descritivo	
	Prumo da esquadria	Prumo de face	3mm	
	Nivelamento da esquadria	Régua com nível de bolha	3mm	
	Funcionamento dos caixilhos (teste manual) e Fixação (caso fixado com espuma deve ser parafusado também)	Visual	-	
	Acabamento (presença de riscos, furos, defeitos, inclusive nos vidros, etc.)	Visual	-	
<b>PINTURA PVA/ACRÍLICA (por apartamento/trecho)</b>				
	Especificação de materiais	Visual	Conforme memorial descritivo	
	Cobrimto e uniformidade da superfície (parede, teto e forro)	Visual	Ausência de bolhas, buracos ou escorrimento	
	Uniformidade no acabamento dos detalhes (ex. molduras) e arremates (ex. encontro do forro com a parede)	Visual	-	
	Aspecto visual, sem pintura indevida em outros elementos e acessórios	Visual	-	
<b>PINTURA ESMALTE (por apartamento)</b>				
	Especificação de materiais	Visual	Conforme memorial descritivo	
	Cobrimto e uniformidade da superfície (parede, teto e forro)	Visual	Ausência de bolhas, buracos ou escorrimento	
	Uniformidade no acabamento dos detalhes (ex. molduras) e arremates (ex. encontro do forro com a parede)	Visual	-	
	Aspecto visual, sem pintura indevida em outros elementos e acessórios	Visual	-	
<b>LOUÇA (por apartamento)</b>				
	Especificação de materiais	Visual	Conforme memorial descritivo	
	Aparência	Visual	Ausência riscos, trincas, rejunte uniforme	
	Estabilidade do conjunto	Visual	Ausência de peças soltas	
<b>BANCADA (por apartamento)</b>				
	Especificação de materiais	Visual	Conforme memorial descritivo	
	Nivelamento da bancada com frontão	Nível de bolha	3mm	
	Colocação da mão-francesa (posicionamento e preenchimento)	Visual	Perpendicular e 100% preenchida	
	Colocação da cuba - fixação e integridade	Visual	-	
	Acabamento da bancada com frontão	Visual	-	
<b>METAIS (por apartamento)</b>				
	Especificação de materiais	Visual	Conforme memorial descritivo	
	Aparência do conjunto visualmente	Visual	Ausência de riscos, amassados, rejunte uniforme	
	Estabilidade dos metais e Posicionamento e fixação dos sifões	Visual	Ausência peças soltas, sifões firmes e alinhamento	
	Teste de funcionamento com abertura dos registros	Visual	Ausência de vazamentos nos flexíveis e sifão	
<b>GRADIS (por apartamento)</b>				
	Especificação de materiais	Visual	Conforme memorial descritivo	
	Chumbamento	Visual	Conjunto bem fixado	
	Pintura e acabamento (revestimento anti-oxidação)	Visual	Ausência de pontos de ferrugem	
	Integridade de serviços acabados	Visual	-	

Fonte: adaptado de CTE (2012)





# APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO APLICADO A GESTORES DA CONSTRUÇÃO CIVIL

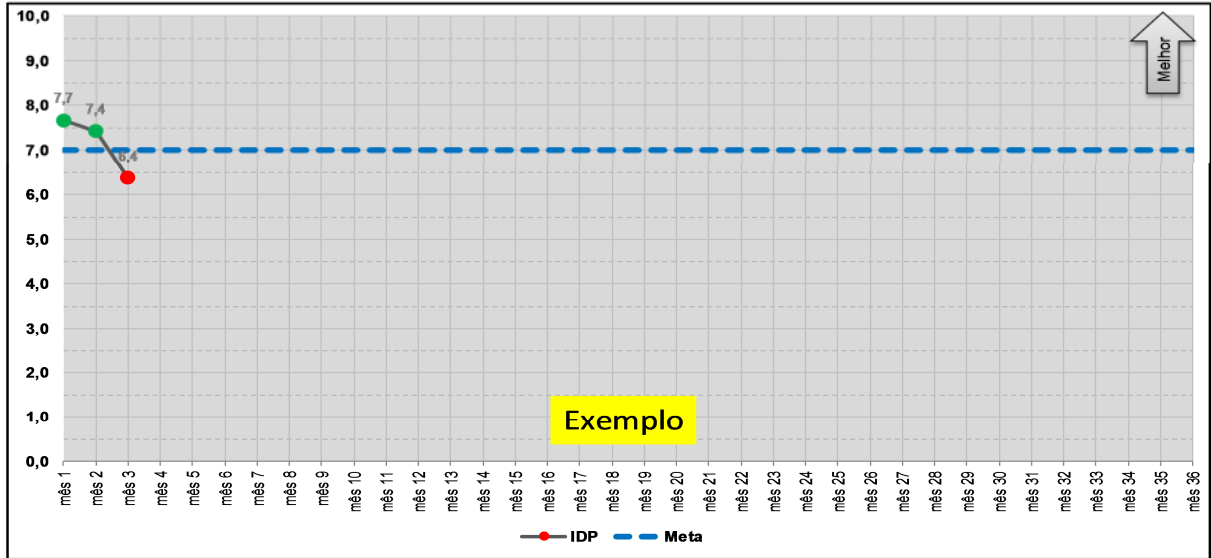
Monografia TGP/USP	<b>Questionário</b>	Samuel Gosch																																																
<b>INDICADORES DE DESEMPENHO DA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS ASSOCIADOS A UMA NOTA FINAL</b>																																																		
Nome completo:	<input style="width: 100%;" type="text"/>	E-mail:																																																
Formação profissional:	<input style="width: 100%;" type="text"/>	Tempo de experiência (anos):																																																
Cargo atual:	<input style="width: 100%;" type="text"/>	Data da avaliação:																																																
Empresa:	<input style="width: 100%;" type="text"/>	Receber resultado (sim/não):																																																
<p><b>1) Indique o grau de importância relativa entre as categorias abaixo, as quais compõem a nota final da obra.</b></p> <p>Legenda:  Muito mais importante (4)      Mais importante (2)      Importância igual (1)      Menos importante (0,5)      Muito menos importante (0,25)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">Categoria A</th> <th style="width: 33%;">Grau de importância</th> <th style="width: 33%;">Categoria B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>CUSTO</td><td></td><td>PRAZO</td></tr> <tr><td>CUSTO</td><td></td><td>QUALIDADE</td></tr> <tr><td>CUSTO</td><td></td><td>AMBIENTAL</td></tr> <tr><td>CUSTO</td><td></td><td>SEGURANÇA DO TRABALHO</td></tr> <tr><td>PRAZO</td><td></td><td>QUALIDADE</td></tr> <tr><td>PRAZO</td><td></td><td>AMBIENTAL</td></tr> <tr><td>PRAZO</td><td></td><td>SEGURANÇA DO TRABALHO</td></tr> <tr><td>QUALIDADE</td><td></td><td>AMBIENTAL</td></tr> <tr><td>QUALIDADE</td><td></td><td>SEGURANÇA DO TRABALHO</td></tr> <tr><td>AMBIENTAL</td><td></td><td>SEGURANÇA DO TRABALHO</td></tr> </tbody> </table> <p>Painel de resultados:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">CUSTO</th> <th style="width: 20%;">PRAZO</th> <th style="width: 20%;">QUALIDADE</th> <th style="width: 20%;">AMBIENTAL</th> <th style="width: 20%;">SEGURANÇA DO TRABALHO</th> </tr> <tr> <td>Desvio orçamento</td> <td>Desvio cronograma</td> <td>Processo construtivo</td> <td>Entulho, água, energia</td> <td>Segurança canteiro, acidentes</td> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>			Categoria A	Grau de importância	Categoria B	CUSTO		PRAZO	CUSTO		QUALIDADE	CUSTO		AMBIENTAL	CUSTO		SEGURANÇA DO TRABALHO	PRAZO		QUALIDADE	PRAZO		AMBIENTAL	PRAZO		SEGURANÇA DO TRABALHO	QUALIDADE		AMBIENTAL	QUALIDADE		SEGURANÇA DO TRABALHO	AMBIENTAL		SEGURANÇA DO TRABALHO	CUSTO	PRAZO	QUALIDADE	AMBIENTAL	SEGURANÇA DO TRABALHO	Desvio orçamento	Desvio cronograma	Processo construtivo	Entulho, água, energia	Segurança canteiro, acidentes					
Categoria A	Grau de importância	Categoria B																																																
CUSTO		PRAZO																																																
CUSTO		QUALIDADE																																																
CUSTO		AMBIENTAL																																																
CUSTO		SEGURANÇA DO TRABALHO																																																
PRAZO		QUALIDADE																																																
PRAZO		AMBIENTAL																																																
PRAZO		SEGURANÇA DO TRABALHO																																																
QUALIDADE		AMBIENTAL																																																
QUALIDADE		SEGURANÇA DO TRABALHO																																																
AMBIENTAL		SEGURANÇA DO TRABALHO																																																
CUSTO	PRAZO	QUALIDADE	AMBIENTAL	SEGURANÇA DO TRABALHO																																														
Desvio orçamento	Desvio cronograma	Processo construtivo	Entulho, água, energia	Segurança canteiro, acidentes																																														
<p><b>2) Indique o grau de importância relativa entre os indicadores da categoria Ambiental.</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">Indicador A</th> <th style="width: 33%;">Grau de importância</th> <th style="width: 33%;">Indicador B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Entulho gerado por área construída</td><td></td><td>Consumo de água por área construída</td></tr> <tr><td>Entulho gerado por área construída</td><td></td><td>Energia consumida por área construída</td></tr> <tr><td>Consumo de água por área construída</td><td></td><td>Energia consumida por área construída</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">Entulho gerado por área construída</th> <th style="width: 33%;">Consumo de água por área construída</th> <th style="width: 33%;">Energia consumida por área construída</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>			Indicador A	Grau de importância	Indicador B	Entulho gerado por área construída		Consumo de água por área construída	Entulho gerado por área construída		Energia consumida por área construída	Consumo de água por área construída		Energia consumida por área construída	Entulho gerado por área construída	Consumo de água por área construída	Energia consumida por área construída																																	
Indicador A	Grau de importância	Indicador B																																																
Entulho gerado por área construída		Consumo de água por área construída																																																
Entulho gerado por área construída		Energia consumida por área construída																																																
Consumo de água por área construída		Energia consumida por área construída																																																
Entulho gerado por área construída	Consumo de água por área construída	Energia consumida por área construída																																																
<p><b>3) Indique o grau de importância entre os indicadores da categoria Segurança do Trabalho.</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">Indicador A</th> <th style="width: 33%;">Grau de importância</th> <th style="width: 33%;">Indicador B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Avaliação de segurança do trabalho</td><td></td><td>Taxa frequência de acidentes</td></tr> <tr><td>Avaliação de segurança do trabalho</td><td></td><td>Taxa gravidade de acidentes</td></tr> <tr><td>Taxa frequência de acidentes</td><td></td><td>Taxa gravidade de acidentes</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">Avaliação de segurança do trabalho</th> <th style="width: 33%;">Taxa frequência de acidentes</th> <th style="width: 33%;">Taxa gravidade de acidentes</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>			Indicador A	Grau de importância	Indicador B	Avaliação de segurança do trabalho		Taxa frequência de acidentes	Avaliação de segurança do trabalho		Taxa gravidade de acidentes	Taxa frequência de acidentes		Taxa gravidade de acidentes	Avaliação de segurança do trabalho	Taxa frequência de acidentes	Taxa gravidade de acidentes																																	
Indicador A	Grau de importância	Indicador B																																																
Avaliação de segurança do trabalho		Taxa frequência de acidentes																																																
Avaliação de segurança do trabalho		Taxa gravidade de acidentes																																																
Taxa frequência de acidentes		Taxa gravidade de acidentes																																																
Avaliação de segurança do trabalho	Taxa frequência de acidentes	Taxa gravidade de acidentes																																																
<p><b>4) Indique o desvio máximo (em %) para cada nota do indicador "Desvio de custo acumulado".</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 40%;">Nota associada ao desvio</th> <th style="width: 30%;">Desvio máx. (%)</th> <th style="width: 30%;">Legenda</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Para obra receber nota 10,0 o desvio no custo deve ser menor que...</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Para obra receber nota 7,5 qual o desvio máximo no custo ?</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Para obra receber nota 5,0 qual o desvio máximo no custo ?</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Para obra receber nota 2,5 qual o desvio máximo no custo ?</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Para obra receber nota 0,0 o desvio no custo deve ser maior que...</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> <p>Obs. 1: Utilizar % negativos para indicar obras que custaram menos que o previsto.  Obs. 2: A nota zero é obtida automaticamente após definição do último intervalo.</p>			Nota associada ao desvio	Desvio máx. (%)	Legenda	Para obra receber nota 10,0 o desvio no custo deve ser menor que...			Para obra receber nota 7,5 qual o desvio máximo no custo ?			Para obra receber nota 5,0 qual o desvio máximo no custo ?			Para obra receber nota 2,5 qual o desvio máximo no custo ?			Para obra receber nota 0,0 o desvio no custo deve ser maior que...																																
Nota associada ao desvio	Desvio máx. (%)	Legenda																																																
Para obra receber nota 10,0 o desvio no custo deve ser menor que...																																																		
Para obra receber nota 7,5 qual o desvio máximo no custo ?																																																		
Para obra receber nota 5,0 qual o desvio máximo no custo ?																																																		
Para obra receber nota 2,5 qual o desvio máximo no custo ?																																																		
Para obra receber nota 0,0 o desvio no custo deve ser maior que...																																																		
<p><b>5) Indique o desvio máximo (em meses) para cada nota do indicador "Desvio prazo acumulado".</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 40%;">Nota associada ao desvio</th> <th style="width: 30%;">Desvio máx. (%)</th> <th style="width: 30%;">Legenda</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Para obra receber nota 10,0 o desvio no prazo deve ser menor que...</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Para obra receber nota 7,5 qual o desvio máximo no prazo ?</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Para obra receber nota 5,0 qual o desvio máximo no prazo ?</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Para obra receber nota 2,5 qual o desvio máximo no prazo ?</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Para obra receber nota 0,0 o desvio no prazo deve ser maior que...</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> <p>Obs. 1: Utilizar % negativos para indicar obras executadas com prazo menor que o previsto (entrega antecipada).  Obs. 2: A nota zero é obtida automaticamente após definição do último intervalo.</p>			Nota associada ao desvio	Desvio máx. (%)	Legenda	Para obra receber nota 10,0 o desvio no prazo deve ser menor que...			Para obra receber nota 7,5 qual o desvio máximo no prazo ?			Para obra receber nota 5,0 qual o desvio máximo no prazo ?			Para obra receber nota 2,5 qual o desvio máximo no prazo ?			Para obra receber nota 0,0 o desvio no prazo deve ser maior que...																																
Nota associada ao desvio	Desvio máx. (%)	Legenda																																																
Para obra receber nota 10,0 o desvio no prazo deve ser menor que...																																																		
Para obra receber nota 7,5 qual o desvio máximo no prazo ?																																																		
Para obra receber nota 5,0 qual o desvio máximo no prazo ?																																																		
Para obra receber nota 2,5 qual o desvio máximo no prazo ?																																																		
Para obra receber nota 0,0 o desvio no prazo deve ser maior que...																																																		
<p><b>6) Observações, sugestões, comentários, etc.</b></p> <div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div>																																																		
Enviar questionário para: <a href="mailto:eng.gosch@gmail.com">eng.gosch@gmail.com</a>																																																		

Fonte: o pesquisador

## APÊNDICE D - PLANILHA DE CONTROLE DO IDP

### PLANILHA DE CONTROLE DO IDP - INDICADOR DE DESEMPENHO DA PRODUÇÃO

Obra: \_\_\_\_\_



Item	Mês	CUSTO - I <sub>c</sub> 19%	PRAZO - I <sub>p</sub> 16%	QUALIDADE - I <sub>q</sub> 23%	AMBIENTAL - I <sub>a</sub> 18%	SEGURANÇA - I <sub>s</sub> 25%	IDP
1	mês 1	5,0	5,0	9,3	10,0	8,3	7,7
2	mês 2	5,0	7,5	5,3	10,0	7,5	7,4
3	mês 3	7,5	2,5	7,9	10,0	4,4	6,4
4	mês 4						
5	mês 5						
6	mês 6						
7	mês 7						
8	mês 8						
9	mês 9						
10	mês 10						
11	mês 11						
12	mês 12						
13	mês 13						
14	mês 14						
15	mês 15						
16	mês 16						
17	mês 17						
18	mês 18						
19	mês 19						
20	mês 20						
21	mês 21						
22	mês 22						
23	mês 23						
24	mês 24						
25	mês 25						
26	mês 26						
27	mês 27						
28	mês 28						
29	mês 29						
30	mês 30						
31	mês 31						
32	mês 32						
33	mês 33						
34	mês 34						
35	mês 35						
36	mês 36						
<b>RESULTADO FINAL</b>		CUSTO - I <sub>c</sub> Acumulado 7,5	PRAZO - I <sub>p</sub> Acumulado 2,5	QUALIDADE - I <sub>q</sub> Média 7,5	AMBIENTAL - I <sub>a</sub> Acumulado 10,0	SEGURANÇA - I <sub>s</sub> Acumulado 4,4	<b>IDP</b> 6,4

Obs.: \_\_\_\_\_

Fonte: o pesquisador

## DADOS - CUSTO

Obra: \_\_\_\_\_

Indicador I<sub>1</sub> - Desvio custo acumulado (%)

Critérios de pontuação				
%		%		Nota
	≥	<b>-2,0%</b>	Real < Orçado	<b>10</b>
<b>-2,0%</b>	a	<b>1,0%</b>	Real < ou > Orçado	<b>7,5</b>
<b>1,0%</b>	a	<b>4,0%</b>	Real > Orçado	<b>5</b>
<b>4,0%</b>	a	<b>7,0%</b>	Real > Orçado	<b>2,5</b>
<b>7,0%</b>	<		Real > Orçado	<b>0</b>

Mês	Previsto	Real projetado	Resultado (%)	Nota CUSTO
mês 1	R\$ 50.000.000,00	R\$ 51.300.000,00	<b>2,6%</b>	<b>5,0</b>
mês 2	R\$ 50.300.000,00	R\$ 51.000.000,00	<b>1,4%</b>	<b>5,0</b>
mês 3	R\$ 50.400.000,00	R\$ 50.700.000,00	<b>0,6%</b>	<b>7,5</b>
mês 4				-
mês 5		<b>Exemplo</b>		-
mês 6				-
mês 7				-
mês 8				-
mês 9				-
mês 10				-
mês 11				-
mês 12				-
mês 13				-
mês 14				-
mês 15				-
mês 16				-
mês 18				-
mês 19				-
mês 20				-
mês 21				-
mês 22				-
mês 23				-
mês 24				-
mês 25				-
mês 26				-
mês 27				-
mês 28				-
mês 29				-
mês 30				-
mês 31				-
mês 32				-
mês 33				-
mês 34				-
mês 35				-
mês 36				-

Fonte: o pesquisador

## DADOS - PRAZO

Obra: \_\_\_\_\_

Indicador I<sub>2</sub> - Desvio prazo acumulado (meses)

meses		Critérios de pontuação		Nota
meses		meses		
	≥	<u>0</u>	Obra no prazo ou adiantada	10
0	a	<u>2</u>	Obra atrasada	7,5
2	a	<u>4</u>	Obra atrasada	5
4	a	<u>6</u>	Obra atrasada	2,5
6	<		Obra atrasada	0

Mês	Duração prevista (meses)	Duração real (meses)	Resultado (meses)	Nota PRAZO
mês 1	24	27	3	5,0
mês 2	24	26	2	7,5
mês 3	24	29	5	2,5
mês 4				-
mês 5				-
mês 6				-
mês 7				-
mês 8				-
mês 9				-
mês 10				-
mês 11				-
mês 12				-
mês 13				-
mês 14				-
mês 15				-
mês 16				-
mês 18				-
mês 19				-
mês 20				-
mês 21				-
mês 22				-
mês 23				-
mês 24				-
mês 25				-
mês 26				-
mês 27				-
mês 28				-
mês 29				-
mês 30				-
mês 31				-
mês 32				-
mês 33				-
mês 34				-
mês 35				-
mês 36				-

Fonte: o pesquisador

## DADOS - QUALIDADE

Obra: \_\_\_\_\_  
 Indicador I<sub>3</sub> - Qualidade do processo construtivo (nota)

Serviço	SERVIÇO 1	SERVIÇO 2	SERVIÇO 3	SERVIÇO 4	SERVIÇO 5	SERVIÇO 6	SERVIÇO 7	SERVIÇO 8	SERVIÇO 9	SERVIÇO 10	SERVIÇO 11	SERVIÇO 12	SERVIÇO 13	SERVIÇO 14	SERVIÇO 15	SERVIÇO 16	SERVIÇO 17	SERVIÇO 18	SERVIÇO 19	SERVIÇO 20	SERVIÇO 21	SERVIÇO 22	SERVIÇO 23	SERVIÇO 24	SERVIÇO 25	SERVIÇO 26	SERVIÇO 27	SERVIÇO 28	SERVIÇO 29	SERVIÇO 30	Nota QUALIDADE	
Mês																																
	<b>MÉDIA GERAL DA QUALIDADE DA OBRA</b>																														<b>7,5</b>	
mês 1	10,0			8,0													9,0															9,3
mês 2		5,0						3,0					6,0										7,0									5,3
mês 3			7,9																													7,9
mês 4																																
mês 5																																
mês 6																																
mês 7																																
mês 8																																
mês 9																																
mês 10																																
mês 11																																
mês 12																																
mês 13																																
mês 14																																
mês 15																																
mês 16																																
mês 17																																
mês 18																																
mês 19																																
mês 20																																
mês 21																																
mês 22																																
mês 23																																
mês 25																																
mês 26																																
mês 27																																
mês 28																																
mês 29																																
mês 30																																
mês 31																																
mês 32																																
mês 33																																
mês 34																																
mês 35																																
mês 36																																

Exemplo

Fonte: o pesquisador

**DADOS - MEIO AMBIENTE**

Obra: \_\_\_\_\_

AC (Área construída total) =	25.000,00 m <sup>2</sup>	Peso	Meta	
Indicador I <sub>4</sub> - Geração de resíduo sólido por área construída (L/m <sup>2</sup> )		50%	100	L/m <sup>2</sup>
Indicador I <sub>5</sub> - Consumo de água por área construída (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )		27%	0,44	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
Indicador I <sub>6</sub> - Consumo de energia elétrica por área construída (kWh/m <sup>2</sup> )		23%	1,00	kWh/m <sup>2</sup>

Critérios de pontuação	
Desvio em relação a meta	Nota
Menor que 90% meta	10
De 90% a 110% meta	7,5
De 110% a 125% meta	5
De 125% a 150% meta	2,5
Maior que 150% meta	0

Mês	DADOS DO MÊS			RESULTADO AC. RELATIVO			NOTAS PARCIAIS			NOTA AMBIENTAL
	Resíduo mês (m <sup>3</sup> )	Água mês (m <sup>3</sup> )	Energia mês (kWh)	Resíduo (L/m <sup>2</sup> )	Água (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	Energia (kWh/m <sup>2</sup> )	I <sub>A4</sub> Resíduo	I <sub>A5</sub> Água	I <sub>A6</sub> Energia	
<b>TOTAL AC.</b>	<b>346,00</b>	<b>500,00</b>	<b>880,00</b>							
mês 1	100,00	150	300	4,00	0,006	0,012	10,0	10,0	10,0	10,0
mês 2	116,00	170	250	8,64	0,013	0,022	10,0	10,0	10,0	10,0
mês 3	130,00	180	330	13,84	0,020	0,035	10,0	10,0	10,0	10,0
mês 4										
mês 5										
mês 6										
mês 7										
mês 8										
mês 9										
mês 10										
mês 11										
mês 12										
mês 13										
mês 14										
mês 15										
mês 16										
mês 17										
mês 19										
mês 20										
mês 21										
mês 22										
mês 23										
mês 24										
mês 25										
mês 26										
mês 27										
mês 28										
mês 29										
mês 30										
mês 31										
mês 32										
mês 33										
mês 34										
mês 35										
mês 36										

Exemplo

Fonte: o pesquisador

**DADOS - SEGURANÇA DO TRABALHO**

Obra: \_\_\_\_\_

	Peso	Meta	
I <sub>7</sub> - Avaliação de segurança do trabalho (nota)	36%	NA	
I <sub>8</sub> - Taxa frequência de acidentes (acidente/Hh)	34%	50,0	acidente/Hh
I <sub>9</sub> - Taxa gravidade de acidentes (dias/Hh)	30%	500,0	dias/Hh

Critérios de pontuação	
Desvio em relação a meta	Nota
Menor que 90% meta	10
De 90% a 110% meta	7,5
De 110% a 125% meta	5
De 125% a 150% meta	2,5
Maior que 150% meta	0

Mês	RESULTADO			NOTAS PARCIAIS			NOTA SEGURANÇA DO TRABALHO
	Avaliação mês	Frequência Acumulada	Gravidade Acumulada	I <sub>7</sub> nota média	I <sub>8</sub> Frequência	I <sub>9</sub> Gravidade	
<b>MÉDIA</b>	<b>7,50</b>	-	-				
mês 1	7,5	45,0	0,0	7,5	7,5	10,0	8,3
mês 2	7,5	55,0	550,0	7,5	7,5	7,5	7,5
mês 3	7,5	55,6	1.389,0	7,5	5,0	0,0	4,4
mês 4							
mês 5							
mês 6							
mês 7							
mês 8							
mês 9							
mês 10							
mês 11							
mês 12							
mês 13							
mês 14							
mês 15							
mês 16							
mês 17							
mês 19							
mês 20							
mês 21							
mês 22							
mês 23							
mês 24							
mês 25							
mês 26							
mês 27							
mês 28							
mês 29							
mês 30							
mês 31							
mês 32							
mês 33							
mês 34							
mês 35							
mês 36							

Exemplo

Fonte: o pesquisador

## ANEXO A - LISTA DE VERIFICAÇÃO PARA AVALIAÇÃO DE SEGURANÇA DO TRABALHO

<b>ANEXO A - LISTA DE VERIFICAÇÃO PARA AVALIAÇÃO DE SEGURANÇA DO TRABALHO EM OBRA</b>			
OBRA: _____	DATA: ____ / ____ / ____		
ITENS DE VERIFICAÇÃO	PO	PP	NOTA
<b>B) SEGURANÇA NA OBRA</b>			<b>0,00</b>
<b>ÍNDICE DE BOAS PRÁTICAS EM CANTEIROS DE OBRA</b>	-	-	<b>0,00</b>
<b>B) SEGURANÇA NA OBRA</b>	<b>S</b>	<b>N</b>	<b>NA</b>
<b>B1) ESCADAS</b>	-	-	-
B1.1) Há corrimão provisório constituído de madeira ou outro material de resistência equivalente (NR-18)			
B1.2) Há escada ou rampa provisória para transposição de pisos com desnível superior à 40 cm (NR-18)			
B1.3) Os corrimãos são pintados e estão em bom estado de conservação			
B1.4) Existem lâmpadas nos patamares das escadas (caso a alvenaria já esteja concluída)			
Obs:	-	-	-
<b>B2) ESCADAS DE MÃO</b>	-	-	-
B2.1) As escadas de mão ultrapassam em cerca de 1,0 m o piso superior (NR-18)			
B2.2) As escadas de mão estão fixadas nos pisos superior e inferior, ou são dotadas de dispositivo que impeça escorregamento (NR-18)			
Obs:	-	-	-
<b>B3) POÇO DO ELEVADOR</b>	-	-	-
B3.1) Há fechamento provisório, com guarda-corpo e rodapé revestidos com tela, de no mínimo 1,20 m de altura (NR-18)			
B3.2) O fechamento provisório é constituído de material resistente e está seguramente fixado à estrutura (NR-18)			
B3.3) Há assoalamento com painel inteiriço dentro dos poços para amenizar eventuais quedas (no mínimo a cada 3 pavimentos) (NR-18)			
Obs:	-	-	-
<b>B4) PROTEÇÃO CONTRA QUEDA NO PERÍMETRO DOS PAVIMENTOS</b>	-	-	-
• Há andaime fachadeiro? ( ) existe ( ) não existe			
• Se a resposta for sim passe para o item B5			
B4.1) Há proteção efetiva, constituída por anteparo rígido com guarda-corpo e rodapé revestido com tela (NR-18)			
Obs:	-	-	-
<b>B5) ABERTURAS NO PISO</b>	-	-	-
B5.1) Todas as aberturas nos pisos de lajes tem fechamento provisório resistente			
Obs:	-	-	-
<b>B6) PLATAFORMA DE PROTEÇÃO (bandeja salva-vidas)</b>			
• Se apesar da atual fase da obra requisitá-las, mas elas não estiverem sendo utilizadas, marque não para todos os itens;	-	-	-
• Caso a fase atual ou o número de pavimentos da obra não exijam o uso de bandejas, marque não se aplica para todos os itens			
B6.1) A plataforma principal de proteção está na primeira laje que esteja no mínimo um pé-direito acima do nível do terreno (NR-18)			
• se estiver em outra indique :			
B6.2) Existem plataformas secundárias de proteção a cada 3 lajes, a partir da plataforma principal (NR-18)			
B6.3) As plataformas contornam toda a periferia da edificação (NR-18)			
B6.4) Os painéis das bandejas são fixados com parafusos ou borboletas			
B6.5) A fixação das treliças é feita através de furo na viga, espera na laje ou solução equivalente			
B6.6) A plataforma principal e as secundárias tem largura de 2,50 m + 0,80 m (à 45°) e 1,40 m + 0,80 m (à 45°) respectivamente (NR-18)			
B6.7) O conjunto bandejas/treliças é pintado e está em bom estado de conservação			
Obs:	-	-	-
<b>B7) SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA</b>	-	-	-
B7.1) Há identificação dos locais de apoio (banheiros, escritório, almoxarifado, etc.) que compõe o canteiro (NR-18)			
B7.2) Há alertas quanto a obrigatoriedade do uso de EPI, específico para a atividade executada, próximos ao posto de trabalho (NR-18)			
B7.3) Existe identificação dos andares da obra			
B7.4) Há advertências quanto ao isolamento das áreas de transporte e circulação de materiais por grua, guincho e guindaste (NR-18)			
B7.5) Há uma placa no elevador de materiais, indicando a carga máxima e a proibição do transporte de pessoas (NR-18)			
Obs:	-	-	-
<b>B8) EPI's</b>	-	-	-
B8.1) São fornecidos capacetes para os visitantes			
B8.2) Independente da função todo trabalhador está usando botinas e capacetes			
B8.3) O s trabalhadores estão usando uniforme cedido pela empresa (NR-18)			
B8.4) Trabalhadores em andaimes externos ou qualquer outro serviço à mais de 2,0 m de altura, usam cinto de segurança com cabo fixado na construção (NR-18)			

Fonte: SAURIN; FORMOSO (2006)



<b>ANEXO A - LISTA DE VERIFICAÇÃO PARA AVALIAÇÃO DE SEGURANÇA DO TRABALHO EM OBRA</b>			
<b>OBRA:</b> _____	<b>DATA:</b> ___/___/___		
<b>ITENS DE VERIFICAÇÃO</b>	<b>PO</b>	<b>PP</b>	<b>NOTA</b>
<b>B) SEGURANÇA NA OBRA</b>			<b>0,00</b>
<b>ÍNDICE DE BOAS PRÁTICAS EM CANTEIROS DE OBRA</b>	-	-	<b>0,00</b>
<b>B9) INSTALAÇÕES ELÉTRICAS</b>	-	-	-
B9.1 Circuitos e equipamentos não tem partes vivas expostas, tais como fios desencapados (NR-18)			
B9.2 Os fios condutores estão em locais livres do trânsito de pessoas e equipamentos, de modo que está preservada sua isolação (NR-18)			
B9.3 Todas as máquinas e equipamentos elétricos estão ligados por conjunto plugue e tomada (NR-18)			
B9.4 As redes de alta tensão estão protegidas de modo a evitar contatos acidentais com veículos, equipamentos e trabalhadores (NR-18)			
B9.5 Junto a cada disjuntor há identificação do circuito / equipamento correspondente			
Obs:	-	-	-
<b>B10) ANDAIMES SUSPENSOS</b>	-	-	-
B10.1 Os andaimes dispõem de guarda-corpo e rodapé em todo o perímetro, exceto na face de trabalho (NR-18)			
B10.2 Existe tela de arame, náilon ou outro material de resistência equivalente presa no guarda-corpo e rodapé (NR-18)			
B10.3 O andaime é sustentado por perfis I chumbados na laje através de braçadeiras ou dispositivo semelhante			
B10.4 Cada perfil I corresponde a sustentação de dois guinchos			
Obs:	-	-	-
<b>B11) PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO</b>	-	-	-
B11.1 O canteiro possui extintores para combate à princípios de incêndio (NR-18)			
Nº de extintores: _____			
Obs:	-	-	-
<b>B) SEGURANÇA NA OBRA</b>	<b>S</b>	<b>N</b>	<b>NA</b>
<b>B12) GUINCHO</b>	-	-	-
B12.1 A torre do guincho é revestida com tela (NR-18)			
B12.2 As rampas de acesso à torre são dotadas de guarda-corpo e rodapé, sendo planas ou ascendentes no sentido da torre (NR-18)			
B12.3 Há pneus ou outra espécie de amortecimento para a plataforma do elevador no térreo			
B12.4 O posto de trabalho do guincheiro é isolado e possui cobertura de proteção contra queda de materiais (NR-18)			
B12.5 Há assento ergonômico para o guincheiro (NR-18)			
B12.6 A plataforma do elevador é dotada de contenções laterais em todas as faces (porta nas faces em que há carga / descarga) (NR-18)			
B12.7 No térreo o acesso a plataforma do elevador é plano, não exigindo esforço adicional no empurramento de carrinhos/gericas			
B12.8 Nas concretagens são deixados ganchos de ancoragem nos pavimentos para atirantar a torre do guincho			
B12.9 A plataforma do elevador possui cobertura (NR-18)			
Obs:	-	-	-
<b>B13) GRUA</b>	-	-	-
B13.1 Existe delimitação das áreas de carga e descarga de materiais (NR-18)			
B13.2 A grua possui alarme sonoro que é acionado pelo operador quando há movimentação de carga (NR-18)			
Obs:	-	-	-

Fonte: SAURIN; FORMOSO (2006)

## ANEXO B - DIAS A DEBITAR PARA CÁLCULO DA TAXA DE GRAVIDADE - NBR 14280

I – Morte		6000			
II – Incapacidade permanente total		6000			
III – Perda de membro:					
a) Membro superior:					
acima do punho até o cotovelo, exclusive				3600	
do cotovelo até a articulação do ombro, inclusive				4500	
b) Mão:					
Amputação, atingindo todo o osso ou parte <sup>1)</sup>	Quirodátalos (dedos da mão)				
	1/(Polegar)	2/(Indicador)	3/(Médio)	4/(Anular)	5/(Mínimo)
3ª falange - distal	-	100	75	60	50
2ª falange - medial (distal para o polegar)	300	200	150	120	100
1ª falange - proximal	600	400	300	240	200
Metacarpianos	900	600	500	450	400
Mão, no punho (carpo)	3000				
c) Membro inferior:					
acima do joelho				4500	
Acima do tornozelo até a articulação do joelho, exclusive				3000	
d) Pé:					
Amputação, atingindo todo o osso ou parte <sup>1)</sup>	Pododátalos (dedos do pé)				
	1/	Cada um dos demais			
3ª falange - distal	-	35			
2ª falange - medial (distal para o 1º pododátalo)	150	75			
1ª falange - proximal	300	150			
Metatarsianos	600	350			
Pé, no tornozelo (tarso)	2400				
IV – Perturbação funcional:					
Perda de visão de um olho, haja ou não visão no outro				1800	
Perda de visão de ambos os olhos em um só acidente				6000	
Perda de audição de um ouvido, haja ou não audição no outro				600	
Perda da audição de ambos os ouvidos em um só acidente				3000	
<sup>1)</sup> Se o osso não é atingido, usar somente os dias perdidos e classificar como incapacidade temporária.					

**Fonte: ABNT (2001)**