

### **Referência completa para citação:**

Oliveira (M.) e Freitas (H.). Indicadores de Qualidade de Projeto para Edificações: O Caso do Campus Universitário da UFRGS. Angra dos Reis - RJ: Anais do 20º-ENANPAD, ANPAD, Produção Industrial e de Serviços, 23 - 25 de Setembro 1996, p. 127 dos Anais Resumidos

---

## **INDICADORES DE QUALIDADE DE PROJETO PARA EDIFICAÇÕES: O CASO DO CAMPUS UNIVERSITÁRIO DA UFRGS**

### **Mírian Oliveira**

Engenheira Civil, M.Sc., Doutoranda do PPGA/UFRGS

### **Henrique M. R. de Freitas**

Professor Adjunto do GESID - PPGA/UFRGS e Pesquisador CNPq;  
Doutor "nouveau régime" em gestão pela Université Pierre Mendès France  
(Grenoble, França), Consultor *ad hoc*.

### **Endereços para contato:**

PPGA/UFRGS - Av. João Pessoa, 52 - Sala 11 - Porto Alegre/RS - CEP 90.040-000

e-mail: MIRIANO @ VORTEX.UFRGS.BR

e-mail: hfreitas@vortex.ufrgs.br

## **RESUMO**

O tema **qualidade** tem sido discutido mundialmente em todos os setores, envolvendo desde as atividades mais simples até os grandes complexos industriais. No Brasil, a Indústria da Construção Civil, especificamente a categoria Edificações, apesar de se caracterizar por atrasos em várias áreas, também tem se empenhado em pesquisar e implementar conceitos inerentes a este tema.

O objetivo deste trabalho é demonstrar a utilidade (e o método) de coleta e de análise de algumas medidas de desempenho de projeto para os prédios de um campus universitário, considerando o uso a que se destinam estas edificações. Particularmente, o campo de aplicação foi o Novo Campus da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Porto Alegre/RS).

Neste trabalho, com o intuito de avaliar as soluções adotadas, são apresentados os critérios que levaram às definições de projeto dos prédios que compõem o Novo Campus. Também são abordados aspectos conceituais sobre medidas de desempenho e, principalmente, realiza-se a análise de alguns indicadores de qualidade do projeto arquitetônico destes prédios.

**ÁREA TEMÁTICA:** Produção industrial e de serviços.

# INDICADORES DE QUALIDADE DE PROJETO PARA EDIFICAÇÕES: O CASO DO CAMPUS UNIVERSITÁRIO DA UFRGS

## 1. INTRODUÇÃO

Desde a implantação dos primeiros Programas de Qualidade, os conceitos envolvidos têm sido muito discutidos e muitos autores contribuem com definições, adequando-os à sua situação de estudo ou de aplicação. Especificamente, o conceito de qualidade varia de autor para autor. Neste trabalho será utilizada a forma como Harrington (1988) define qualidade: “aquilo que vai de encontro ou excede às expectativas dos consumidores, a um custo que represente valor para os mesmos”.

Os gerentes necessitam de informações para avaliar o desempenho de suas empresas e para propor ações de melhoria, na busca da qualidade. No entanto, verifica-se a deficiência de dados que possam auxiliar a tomada de decisões. Um fator importante para o aperfeiçoamento da empresa como um todo é o conhecimento do nível atual de qualidade e, a partir disto, o estabelecimento de um processo que melhore este nível, o que pode ser obtido através da medição.

Cada nova atividade deve ter seus resultados avaliados com base em dados. Segundo Harrington (1988), as empresas que ficam satisfeitas com um nível de qualidade aceitável possuem uma visão limitada, não pensando no amanhã. O aperfeiçoamento deve ser contínuo, uma vez que o tempo faz com que os padrões mudem. Organizações que não estabelecem seus padrões, ficam condicionadas aos padrões estabelecidos pelos seus empregados.

O uso de medidas de desempenho, especificamente para avaliação da qualidade dos projetos, fornece informações sobre custo, racionalidade das soluções adotadas, satisfação dos usuários e existência de não conformidades, possibilitando a tomada de decisão baseada em dados e fatos. As informações obtidas podem ser utilizadas para alterar o próprio projeto ou para projetos futuros, dependendo para tal do momento da coleta dos indicadores, pois alguns deles são obtidos durante a elaboração dos projetos, e outros após a execução da edificação.

Este trabalho apresenta de forma sucinta a concepção e implantação do Novo Campus da UFRGS, denominado Campus do Vale (seção 2), faz uma revisão bibliográfica sobre medidas de desempenho (seção 3) e, principalmente, na seção 4, analisa alguns indicadores de projeto, coletados para prédios localizados no campus. A seção 5 apresenta considerações finais.

## 2. CONCEPÇÃO DO NOVO CAMPUS: UM ESTUDO DE CASO

### 2.1. Introdução

Os estudos para a criação do Novo Campus da Universidade, transferindo e expandindo as áreas das unidades localizadas no Campus Central, tiveram início em 1970. Inicialmente, foi desenvolvido um levantamento das necessidades para todas as atividades próprias a um campus universitário. O objetivo para a criação do Novo Campus era resolver o problema de mau uso, precariedade e escassez de espaço físico da Universidade.

A área definida para implantação do Novo Campus foi parte de uma gleba de terra de propriedade da Universidade, com 658 hectares, situada junto ao campus da Faculdade de Agronomia e da Faculdade e Hospital de Clínicas Veterinárias. A área a ser ocupada pelo Campus do Vale era de aproximadamente 63 hectares da área total da gleba.

A população limite para o Novo Campus é de 24.000 alunos, 4.000 docentes e 2.500

funcionários, que definem a princípio 120.000 m<sup>2</sup> para áreas acadêmicas e 70.000 m<sup>2</sup> para funções complementares e de apoio. Atualmente, existem aproximadamente 11.000 alunos e 2.000 entre docentes e funcionários frequentando o Campus do Vale.

O sistema viário é formado pela via que circunda os 63 hectares definidos para o Campus do Vale, denominada Anel Viário, seus dois acessos à avenida Bento Gonçalves e vias internas que permitem a circulação de veículos para o abastecimento ou reparos nos prédios.

## **2.2. Concepção e implantação**

Os prédios foram agrupados em sete blocos dispostos ao longo do Anel Viário, e as atividades de apoio localizadas na parte central. Os blocos são formados por prédios destinados à administração, graduação, pós-graduação, extensão e pesquisa, com dimensões de 17,50 x 60,00 m ou 17,50 x 45,00 m, e por prédios destinados aos sanitários e serviços, denominados núcleos de serviço, com dimensões de 10,00 x 10,00 m ou 10,00 x 15,00 m, sendo conectados por passarelas, escadas e rampas.

Os trabalhos iniciados em 1970 foram interrompidos e retomados em 1975, quando foi estabelecido um prazo de 6 anos para a execução de todo o Novo Campus. Este prazo, embora não tenha se concretizado, naquele momento condicionou a escolha do sistema construtivo a ser adotado.

Como critérios para a racionalização dos projetos, naquela época, foram adotadas as seguintes considerações:

- “- suprimir a duplicidade de compartimentos com características idênticas nos conjuntos de Departamentos que constituem um prédio;
- estabelecer o número necessário de salas de aulas teóricas e torná-las de uso comum;
- agrupar os compartimentos em função da infraestrutura requerida (laboratórios, salas para atividades administrativas, salas de aula, etc.);
- escolher o sistema construtivo que valorize a repetitividade de espaços padrões; e,
- manter próximos os espaços com funções similares” (UFRGS, 1993).

Os espaços para as atividades acadêmicas foram classificados, segundo suas tipologias, em aulas teóricas, aulas práticas, administração, serviços e sanitários e circulações (verticais e horizontais).

A definição da modulação a ser adotada teve como base a sala de aula teórica, considerada o espaço mais genérico na Universidade. Para a definição do módulo básico estrutural foram considerados: o número de alunos mais usual, as dimensões do posto de trabalho de cada aluno e a área de circulação, resultando em uma sala padrão de 7,50 x 7,50 m. Esta sala-padrão teve largura constante com variação do comprimento, quando era requerido um tamanho maior ou menor, isto possibilitando atender a diferentes demandas.

O arranjo adotado para os prédios foi de duas salas de aula separadas por uma circulação de 2,50 m, resultando em um prédio com 17,50 m de largura, com comprimentos de 45 ou 60 m. A partir da definição do módulo básico, de 1,25 x 1,25 m, foram definidas as dimensões dos núcleos de serviço.

Na escolha do sistema construtivo, além do reduzido tempo destinado à execução, foram considerados o custo e a racionalização do projeto, com a atenção voltada para a área acadêmica, em função do volume a ser realizado deste tipo de obra (120.000 m<sup>2</sup>).

A partir de visitas a obras de outras instituições, do centro do País, e de consultas a firmas especializadas, foi definido um sistema de produção industrial para a confecção dos

pavilhões de dois pavimentos e passarelas, com o intuito de diminuir os prazos de execução em função da redução no uso de grande parte da mão-de-obra artesanal.

### **3. MEDIDAS DE DESEMPENHO**

#### **3.1. Introdução**

Numa organização qualquer, existe normalmente uma concentração da atenção dos gerentes nas atividades dentro do seu setor ou departamento de atuação. Entretanto, eles deveriam se concentrar também (e mesmo principalmente) no fluxo dos produtos, dos papéis e das informações entre os diversos setores ou departamentos da organização. Desta forma, os gerentes têm que compreender as variáveis que influenciam o desempenho individual e o da organização, uma vez que tudo (tecnologia, clientes, produtos, serviços, processos, etc.), dentro e fora de uma organização, possui algum tipo de ligação.

Caso os setores da organização forem vistos e medidos isoladamente, estas medidas poderão não ser adequadas do ponto de vista do negócio, embora identifiquem o desempenho do setor. A organização passa a ter um conjunto de medidas que poderão otimizar o desempenho do setor sob algum aspecto, mas não otimizarão o desempenho da organização como um todo, nem visarão a satisfação do usuário final, o cliente. Como exemplo, pode-se citar a falta de integração entre os projetistas e a fábrica, o que em algumas situações leva a problemas na execução. Isto é normalmente função da otimização do projeto ter sido feita sem a consideração do processo de execução.

Harrington (1988) aponta alguns requisitos para o aperfeiçoamento, que são: aceitar o cliente como alguém importante no processo; comprometer-se a longo prazo; crer que prevenir problemas é melhor que remediá-los; buscar a participação de todos; focar o aperfeiçoamento no processo e não nas pessoas; estabelecer parcerias com fornecedores; almejar desempenho com padrão de erros igual a zero.

#### **3.2. Necessidades dos clientes**

Segundo o conceito de qualidade adotado, a consideração dos desejos dos clientes é fundamental para a organização (Harrington, 1988). Em algumas situações, os clientes não conhecem o que necessitam. A necessidade somente surge após a observação do produto no mercado. Na busca de descobrir o desejo dos clientes, as pesquisas devem incluir os clientes internos e externos.

Para Tironi (1991), os indicadores de qualidade e produtividade são para a gestão da qualidade um instrumento necessário. Na definição do indicador é importante levar em consideração a forma como o cliente percebe o produto ou o serviço que lhe está sendo fornecido.

Juran (1992) aborda a preocupação em diferenciar as necessidades dos clientes em reais e declaradas, ou seja, o cliente pode declarar suas necessidades em função do produto que deseja comprar, e suas necessidades reais seriam o que este produto pode oferecer. O autor exemplifica: é declarada a necessidade de pintura da casa; enquanto a necessidade real é de fato a ausência de manutenção na aparência colorida. Esta situação exigiria perguntas como: “Por que você está comprando este produto?” e “Que serviço você espera dele?”.

Os clientes externos do setor de projeto da Universidade Federal do Rio Grande do Sul são os professores, alunos e funcionários. Como clientes internos, pode-se citar todos os projetistas e demais profissionais envolvidos na elaboração dos documentos de projeto.

Para a implantação do Campus, inicialmente, foram elaborados critérios e processos para o levantamento das necessidades de áreas para as atividades inerentes ao campus universitário, desenvolvendo fichas apropriadas a cada tipo de utilização. Desta forma, para todos os tipos de área foram registradas as seguintes informações: carga horária semanal; número médio de alunos por turma para as aulas teóricas; espaço necessário para as atividades práticas; padrões de áreas administrativas, segundo a função; equipamentos utilizados, considerando seu tamanho, peso, forma de acesso e utilização e tipo de instalações necessárias; e, um esboço de cada tipo de compartimento.

### 3.3. Classificação das medições

As medidas de desempenho são classificadas segundo diferentes aspectos, por diversos autores. A seguir são apresentadas três formas de classificação.

Segundo Campos (1992), no “Total Quality Control” (TQC) são definidas medidas sobre as causas e sobre os fins. Quanto aos resultados, interessa controlar os efeitos do processo que são mais significativos, estas medidas são chamadas de itens de controle. Cada processo pode ter um número elevado de causas, sendo que devem ser controladas somente as mais importantes, gerando as medidas chamadas de itens de verificação. Como o cliente de um processo pode ser o fornecedor do processo seguinte, o mesmo ocorre com os itens de controle e de verificação, um item de controle pode ser um item de verificação do processo seguinte.

As medidas de desempenho são classificadas em três categorias por Hronec (1994): qualidade, custo e tempo. Entretanto, essas categorias de medidas de desempenho devem ser otimizadas simultaneamente. A **qualidade** significa atender e exceder às expectativas dos clientes, o **custo** refere-se à eficiência do processo e o **tempo** está relacionado à velocidade e habilidade nas mudanças (flexibilidade).

Para Sink e Tuttle (1993) as medições podem ser classificadas e avaliadas segundo o uso da informação que produzem: visibilidade, controle e melhoria. As medições para **visibilidade** são utilizadas para diagnosticar, identificam a situação da empresa em relação a dados médios do setor, indicando a necessidade de ações de melhoria. Quando as medições têm a finalidade de **controle**, os dados das empresas são comparados a padrões estabelecidos, que podem ser médias ou limites superiores e inferiores. Já as medições para **melhoria** são utilizadas para comparar a implantação de uma melhoria à uma meta previamente estabelecida ou então à situação anterior à implantação.

A definição e utilização destas medidas de desempenho pode ser, também, um fator motivador para o engajamento das pessoas, pois busca o retorno do desempenho a níveis que satisfaçam tanto os técnicos envolvidos no processo como os clientes.

As medidas de desempenho de projeto levantadas para alguns prédios do Campus do Vale da UFRGS servem para visibilidade, à medida que os prédios já se encontram concluídos e em plena utilização, mostrando a necessidade ou não de melhorias para futuros projetos.

### 3.4. Criação de medidas de desempenho

A **medição** deve ser realizada para permitir o monitoramento, o controle e o aperfeiçoamento do desempenho da organização, nos seus diversos níveis. As medidas permitem: comunicar as expectativas de desempenho a todos os operários; conhecer o desempenho das organizações; identificar problemas e permitir sua solução; comparar com o desempenho padrão; auxiliar na tomada de decisão; e também que os empregados saibam o que é esperado deles e conheçam seu desempenho.

As medidas devem ser estabelecidas a partir de uma visão global da organização, identificando as saídas dos processos mais importantes e as suas dimensões críticas, assim como devem considerar os clientes internos e externos (Rummler e Brache, 1992). O que algumas vezes tem ocorrido é o estabelecimento de medidas em função da facilidade de obtenção, e não pela importância do que está sendo medido.

Segundo Harrington (1988), a organização deve passar pelas fases apresentadas no quadro 1, quando da definição de medidas.

Quadro 1 - Fases para definição de medidas de desempenho.

FASES	EXPLICAÇÃO
Seleção do problema	utilizar o gráfico de Pareto, sem esquecer a importância do problema no custo
<b>Análise</b>	<b>obter as informações possíveis para o problema</b>
Correção	desenvolver um plano que evite a repetição do problema
<b>Medição</b>	<b>aplicar a medição para verificar se o problema realmente foi resolvido</b>
Prevenção	utilizar o conhecimento adquirido em outros processos

Fonte: Adaptado de Harrington (1988).

Ao desenvolver novas medidas, deve-se ter em mente que este é um processo evolutivo e que a experiência fornecerá importantes contribuições. Segundo Tironi (1991), um indicador deve atender aos seguintes requisitos:

- a) **simplicidade** - deve ser facilmente compreendido por todos os envolvidos;
- b) **baixo custo** - a obtenção do indicador deve ter um custo baixo;
- c) **seletividade** - deve se referir às etapas, aspectos, atividade e resultados essenciais ou críticos do processo, serviço ou produto;
- d) **representatividade** - deve representar a atividade, processo ou resultado, inclusive em termos estatísticos, a que se refere;
- e) **rastreabilidade** - a forma de obtenção do indicador, assim como os dados coletados devem poder ser verificados;
- f) **facilidade na obtenção** - deve ser obtido com facilidade;
- g) **estabilidade** - deve ser gerado com base em procedimentos rotineiros, que perdurem ao longo do tempo.

### 3.5. Implantação da medição

Os funcionários devem ter conhecimento das medições, assim como acesso aos resultados, desta forma eles visualizam a importância da medição e auxiliam a evitar a repetição dos erros. Cada função, assim como cada indivíduo deve assumir a responsabilidade por uma operação sem erros.

Após a definição das origens potenciais de erros, a medição deve permitir a realimentação. O cliente deve realimentar a organização para garantia de que o grau de satisfação esteja entre as medidas, e também proporcionar a visualização das mudanças de suas necessidades.

Um dos fatores que faz com que o sistema de medição falhe é a atitude tomada pelos superiores. Uma medida jamais deve ser usada para punição ou demissões, pois isto representaria um mau uso do sistema de medição. As medições não são feitas para achar um culpado e puni-lo, mas para responder o por quê, sendo fundamental o uso atribuído a elas. Um outro aspecto que leva a medição a falhar é a falta de “feedback”, pois tanto os clientes

quanto os operários esperam algum tipo de atitude. Caso nada vá ocorrer (em consequência) é melhor que não haja medição, para que não sejam criadas ‘falsas’ expectativas.

Juran (1992) coloca que a prática tem mostrado às empresas que são obtidos melhores resultados quando ocorre o treinamento dos próprios funcionários e o seu envolvimento nas medições, do que quando são utilizados consultores para esta atividade.

As medidas partem de uma determinada característica a ser controlada, que passa a ser definida por unidade de medida. Esta medida é obtida através de um sensor, para ela é estabelecida uma meta e uma frequência de coleta adequada, e é atribuída a responsabilidade pela tomada de decisão a uma pessoa, a qual deverá seguir critérios previamente estabelecidos, como mostra o quadro 2.

Quadro 2 - Exemplo de definição de medida de desempenho.

<b>Característica</b>	<b>Reduzir a área de fachadas</b>
Unidade de medida	Índice de compacidade (IC)
<b>Tipo de sensor</b>	<b>Humano</b>
Meta	80%
<b>Frequência de coleta</b>	<b>A cada alteração no anteprojeto</b>
Critérios para tomada de decisão	IC < 80% redefinir projeto arquitetônico
<b>Responsável pela tomada de decisão</b>	<b>Arquiteto</b>

Fonte: Adaptado de Juran (1992).

As informações normalmente são fornecidas após o término do processo, algumas vezes durante e poucas vezes antes da sua ocorrência. Em termos gerenciais, os indicadores são informações sobre o passado. Entretanto, possuem valor por mostrarem as tendências, indicarem falhas, identificarem o desempenho, etc. As medidas para fins operacionais ocorrem durante o processo, levando à tomada de atitude no momento próximo da coleta.

Na **implantação** do sistema de medição, segundo Sink e Tuttle (1993), deve haver a preocupação com a coleta dos dados, com o processamento e com a avaliação. Para cada uma destas etapas existem algumas perguntas que devem ser respondidas previamente:

- a) **coleta** - refere-se à obtenção dos dados,
  - onde obter os dados necessários?
  - como obter os dados necessários?
  - estes dados já existem, como acessá-los?
  - quanto custará a obtenção dos dados?
  - quem será responsável pela coleta?
  - como armazenar os dados para recuperação posterior?
  - com que frequência os dados serão coletados?;
- b) **processamento** - refere-se à manipulação dos dados,
  - como processar os dados (transformá-los em informação)?
  - que ferramentas ou técnicas serão utilizadas?
  - qual o melhor modo de representar as informações?
  - para quem serão fornecidas as informações?
  - com que frequência serão fornecidas as informações?;
- c) **avaliação** - refere-se à utilização da informação,
  - quais os critérios para avaliação?
  - qual a atitude a ser tomada em caso de resultados indesejados?
  - como realimentar o processo?.

### 3.6. Medidas de desempenho para o setor de projeto

Para a tomada de decisão baseada em dados e fatos, a mensuração é elemento fundamental. O sistema de indicadores deve estar estruturado de forma a fornecer informações, claras e concisas, adequadas ao usuário das mesmas. A chave do aperfeiçoamento é a medição do nível atual de qualidade e então o estabelecimento de um processo que efetivamente eleve este nível. *Se não puder medir, não conseguirá entender, logo não poderá controlar e aperfeiçoar.*

A repetição das falhas em projetos futuros de edificações com características semelhantes pode ser atribuída ao desconhecimento de fatos ocorridos em ambientes já em uso. Isto pode ser evitado à medida que se tente conhecer as edificações também pelo ponto de vista do usuário.

As soluções adotadas na fase de projeto têm alta repercussão nas demais etapas, como por exemplo, execução, vendas, etc. Segundo Souza (1994), a qualidade no projeto agrega diferentes níveis:

- a) solução do projeto, que deve integrar a qualidade do produto final, facilidade de executar e custos;
- b) a descrição do projeto, que é composta por documentos gráficos e escritos;
- c) processo de elaboração do projeto, que envolve a integração entre os projetistas, critérios de recebimento da documentação, análise da solução adotada e fixação de diretrizes.

Para o estabelecimento de medidas de desempenho no setor de projeto, alguns aspectos devem ser considerados:

- a) os clientes do setor, externos e internos;
- b) quais os desejos destes clientes;
- c) quais as características da qualidade que representam os desejos dos clientes;
- e,
- d) quais as características mensuráveis.

O quadro 3 apresenta um exemplo para o estabelecimento de uma medida de desempenho, considerando como cliente do setor de projeto o canteiro de obras.

Quadro 3 - Exemplo do estabelecimento de medidas de desempenho.

CLIENTES	INTERNO: execução	EXTERNO: usuário
Desejo do cliente	entrega de plantas na data	ter conhecimento por onde passam as tubulações e eletrodutos
Característica da qualidade	não ocorrência de atrasos	existência do projeto “as built”
Característica mensurável	nº de dias de atraso na entrega	(nº de projetos “as built” / nº de imóveis) x 100

Os indicadores do setor de projeto ao serem classificados, quanto ao momento de coleta, definem o **tipo de atitude que pode ser tomada**, por exemplo, indicadores coletados no canteiro de obras servem para dar visibilidade e evitar a repetição do erro em projetos futuros, os indicadores coletados no momento da elaboração do projeto servem para visibilidade e permitem que haja intervenção no próprio projeto.

Alguns exemplos de indicadores, obtidos na bibliografia, são apresentados no quadro 4 abaixo, mostrando o momento da coleta, o local de coleta, o objetivo da medida, o nível hierárquico e o cliente.



Quadro 4 - Indicadores para o setor de projeto.

Indicador	Unidade	Momento de coleta	Local de coleta	Objetivo	Nível hierárquico	Cliente
Custo do projeto arquitetônico / área construída	R\$/m <sup>2</sup>	após conclusão dos documentos de projeto	Setor de projeto	custo	estratégico, tático	planejamento e vendas, diretoria
Custo do projeto arquitetônico x 100 / custo total	%	após conclusão dos documentos de projeto	Setor de projeto	custo	tático	setor de projeto
Área de esquadrias x 100 / área de alvenarias	%	durante a elaboração das plantas	Setor de projeto	racionalidade	operacional	setor de projeto
Número de modificações após início da obra	modificações	durante a execução da obra	Canteiro de obra	gerenciamento	operacional	setor de produção

#### 4. ANÁLISE DE INDICADORES PARA O PROJETO ARQUITETÔNICO

Alguns dos prédios dos Institutos de Informática, Física, Matemática e Química foram escolhidos por conveniência para o cálculo dos indicadores de projeto arquitetônico. Contudo, representam prédios típicos do Campus do Vale. O trabalho utilizou uma amostra por conveniência composta por prédios e núcleos de serviço, não sendo representativa da área construída no Campus do Vale.

Cabe salientar que os prédios construídos no campus, com finalidade acadêmica e não de apoio, possuem dois pavimentos, área do pavimento igual a 1.050,00 m<sup>2</sup> ou 787,50 m<sup>2</sup>, sendo que em todos os prédios são utilizados os mesmos materiais de revestimento, variando apenas a compartimentação interna dos mesmos, em função do uso a que se destinam.

Os núcleos de serviço também apresentam dois pavimentos, os mesmos materiais de revestimento que são utilizados nos prédios, e possuem área do pavimento em torno de 150 m<sup>2</sup>, variando a compartimentação segundo a função a que se propõem. A figura 1 apresenta a vista de um dos prédios do Campus do Vale.

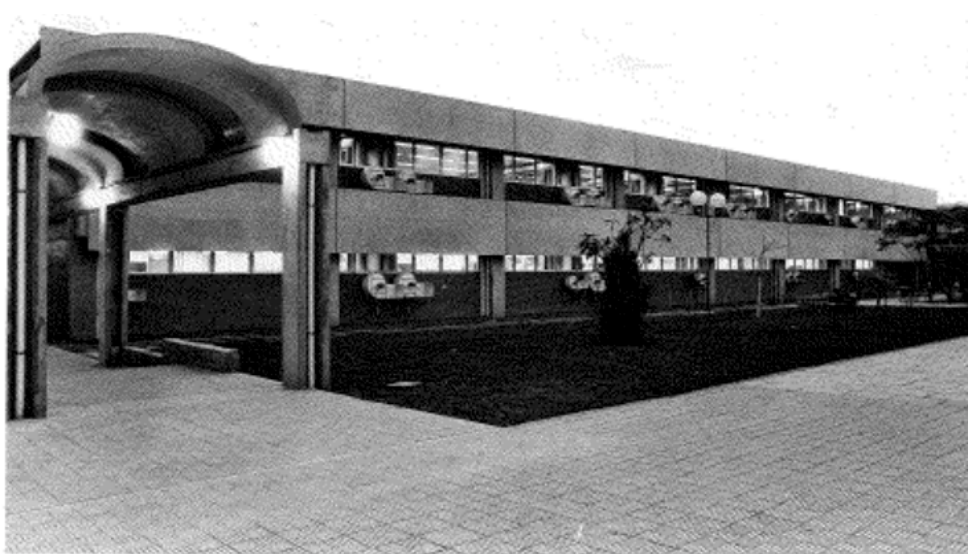


Figura 1 - Prédio do Campus do Vale / UFRGS.

O quadro 5 apresenta a área total e os prédios ocupados pelos Institutos, para alguns dos

quais serão levantados *a posteriori* indicadores para o projeto arquitetônico.

Quadro 5 - Prédios e áreas dos Institutos de Informática, Física, Matemática e Química.

NOME DO PRÉDIO	NÚMERO	PAVIMENTO	ÁREA (m <sup>2</sup> )
Instituto de Informática	43.412	1º e 2º	1.575,00
	43.424	1º e 2º	2.100,00
	43.425	1º e 2º	2.100,00
	43.453	1º e 2º	320,34
			<b>Total = 6.095,34</b>
Instituto de Física	43.132	1º e 2º	1.575,00
	43.133	1º e 2º	1.575,00
	43.134	1º e 2º	1.575,00
	43.135	1º e 2º	1.575,00
	43.164	1º e 2º	276,76
			<b>Total = 6.576,76</b>
Instituto de Matemática	43.111	1º	787,50
	43.112	1º e 2º	2.100,00
	43.153	1º e 2º	276,76
			<b>Total = 3.164,26</b>
Instituto de Química	43.111	2º	787,50
	43.121	1º e 2º	2.100,00
	43.122	1º e 2º	2.100,00
	43.131	1º e 2º	1.575,00
	43.151	1º e 2º	282,34
	43.152	1º e 2º	282,34
	43.161	1º e 2º	276,76
	43.162	1º e 2º	276,76
			<b>Total = 7.680,70</b>

Seguindo a metodologia geral da medição, descrita por Sink e Tuttle (1993), apresentada na figura 2, foram definidos alguns indicadores, desenvolvido o processo e coletado os dados. As duas últimas etapas propostas, validação/avaliação e reciclagem, não foram implementadas até o momento.

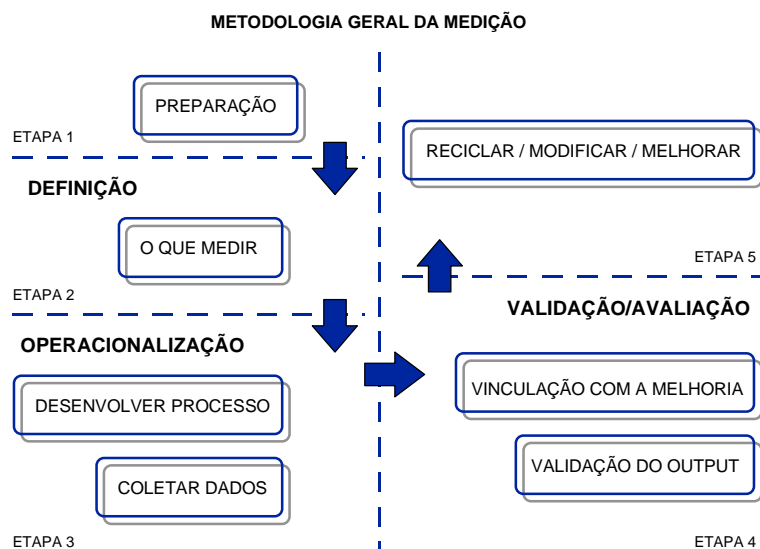


Figura 2 - Metodologia geral da medição.

Fonte: Sink e Tuttle (1993)

Os indicadores coletados, referentes ao projeto arquitetônico, são os seguintes: Índice de

Compacidade (IC); Densidade de Paredes (DP); Percentual da Área do Pavimento Ocupada Pela Área de Circulação (AC); Percentual da Área do Pavimento Ocupada Pela Área Útil (AU); Relação Entre a Área de Fachada e a Área do Pavimento (AF/AP); e, Relação Entre a Área de Alvenarias e a Área do Pavimento (AA/AP).

Quadro 6 - Indicadores obtidos para os prédios, a partir do projeto arquitetônico.

Instituto	Tipo	Número	Pavim.	IC (%)	DP (%)	AC (%)	AU (%)	AF/AP (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	AA/AP (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )
Informática	núcleo	43453	1	67,55	13,39	0,00	86,61	1,45	2,34
	núcleo	43453	2	67,55	13,34	0,00	86,66	1,22	1,96
	prédio	43424	1	72,59	7,11	19,51	73,38	0,53	1,36
	prédio	43424	2	72,59	8,95	20,38	70,66	0,44	1,45
Física	prédio	43133	1	80,86	9,00	13,42	77,59	0,55	1,69
	prédio	43133	2	80,86	7,51	18,28	74,22	0,46	1,20
	prédio	43132	1	80,86	7,13	10,76	82,11	0,55	1,32
	prédio	43132	2	80,86	8,94	15,16	75,90	0,46	1,41
Matemática	núcleo	43153	1	67,37	13,41	0,00	86,59	1,57	2,65
	núcleo	43153	2	67,37	12,50	0,00	87,50	1,31	2,05
	prédio	43111	1	80,86	7,83	16,34	75,82	0,55	1,48
	prédio	43112	1	80,86	7,98	16,88	75,14	0,55	1,51
	prédio	43112	2	80,86	7,68	20,71	71,61	0,46	1,22
Química	núcleo	43152	1	67,22	11,52	0,00	88,48	1,55	2,04
	núcleo	43152	2	66,58	11,77	0,00	88,23	1,32	1,91
	prédio	43121	1	75,06	7,26	15,04	77,69	0,51	1,39
	prédio	43121	2	75,06	6,96	15,71	77,33	0,43	1,12

Os índices obtidos para os prédios do Campus do Vale são apresentados no quadro 6, e os objetivos, assim como, os resultados encontrados para os indicadores coletados, são comentados a seguir.

Os índices obtidos para os prédios da Universidade serão comparados a índices obtidos para prédios residenciais por não terem sido encontrados valores para prédios com a mesma utilização, devendo-se então considerar que as diferenças encontradas podem ser função desta característica.

O Índice de Compacidade (IC) compara o perímetro externo da edificação ao perímetro externo de um círculo de igual área inscrita, com isto indica o quanto o projeto se afasta da forma mais econômica (círculo) no que diz respeito ao perímetro das paredes externas. Um IC igual a 100% significa uma planta baixa com forma circular. À medida que o índice se afasta deste valor ótimo, indica um aumento no perímetro externo para uma mesma área inscrita.

Os prédios construídos no Campus do Vale apresentam basicamente a forma de um retângulo, variando a proporção entre os lados (figura 3):

- a) os núcleos - possuem como razão entre os lados aproximadamente 1,5; contudo têm um recorte interno (poço de ventilação e iluminação);
- b) os prédios - possuem como razão entre os lados aproximadamente 2,57 (prédios com área de pavimento igual a 787,50 m<sup>2</sup>) ou 3,43 (prédios com área de pavimento igual a 1.050,00 m<sup>2</sup>).

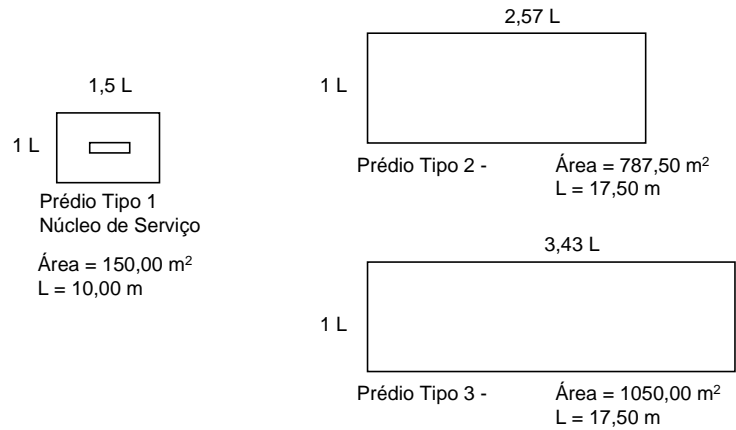


Figura 3 - Relação entre os lados dos prédios.

O Índice de Compacidade depende basicamente da forma do terreno e do prédio. No caso da UFRGS, não há nenhuma restrição quanto à forma do terreno, sendo que os índices obtidos são unicamente resultado da escolha da forma do prédio.

Como resultado pode-se observar, no quadro 6 já apresentado, que embora a razão entre os lados do núcleo seja menor que a dos prédios, o seu Índice de Compacidade é inferior aos demais tipos de prédios, em função do recorte que apresenta. Se compararmos estes resultados com o IC obtido para prédios residenciais na cidade de Porto Alegre - RS, valor médio de 66,25% (Oliveira et al., 1995), pode-se dizer que os índices obtidos para os prédios da UFRGS são melhores, como ilustra a figura 4.

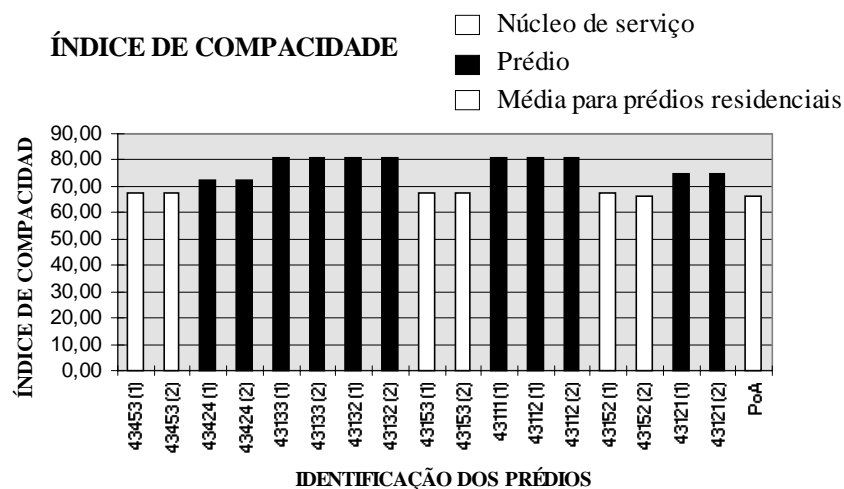


Figura 4 - Índice de compacidade.

O indicador Densidade de Paredes (DP) refere-se ao percentual da área do pavimento que a área de projeção das paredes ocupa, mostrando o grau de otimização na compartimentação do pavimento.

Ao observar o quadro 6, pode-se verificar que os núcleos apresentam uma maior compartimentação do pavimento do que os demais prédios, o que é ilustrado na figura 5. Isto ocorre devido ao tipo de uso a que estes prédios se destinam. Os compartimentos dos núcleos são sanitários, cozinhas, depósitos, etc., enquanto os prédios possuem compartimentos com maior área útil como as salas de aula, laboratórios, oficinas, etc. Para prédios residenciais foi obtido um valor médio de 15% para este indicador, considerando prédios localizados em Porto Alegre (Oliveira et al., 1995), no caso dos prédios da Universidade, mesmo os núcleos

obtiveram valor inferior a este, conseqüentemente um melhor resultado.

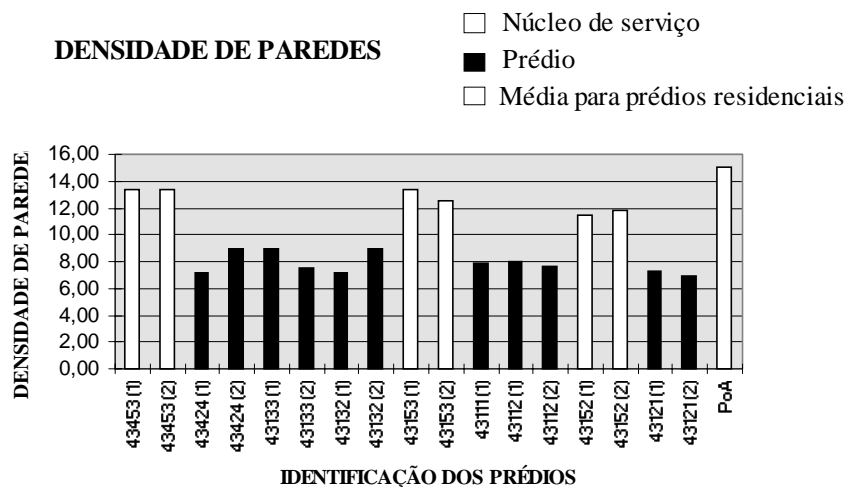


Figura 5 - Densidade de paredes.

As áreas de circulação vertical e horizontal têm como única função permitir o acesso de pessoas e de bens. Com o indicador Percentual da Área do Pavimento Ocupada Pela Área de Circulação (AC), pretende-se verificar a otimização da relação entre as áreas de circulação e a área total do pavimento.

Todos os prédios possuem dois pavimentos, onde na maioria dos casos pertencem ao mesmo Instituto. Contudo, nenhum dos prédios do Campus do Vale possui circulação vertical, sendo que os núcleos não possuem nenhum tipo de circulação. A circulação vertical é feita através das escadas e rampas localizadas junto às passarelas que ligam os prédios externamente. Todos os compartimentos dos núcleos têm o seu acesso feito a partir das passarelas. Eventualmente, um compartimento tem comunicação com outro, mas de forma direta sem que exista um terceiro compartimento com a função única de circulação.

Para prédios residenciais em Porto Alegre (Oliveira et al., 1995), considerando a circulação vertical e horizontal, em média 10% da área do pavimento é ocupada pela área de circulação. A partir dos índices do indicador AC, dispostos no quadro 6, pode-se observar que, embora os prédios do Campus do Vale só possuam circulação horizontal, esta ocupa de 10,7% a 20,7% da área total do pavimento, valor na maioria das situações bastante superior ao valor obtido para prédios residenciais.

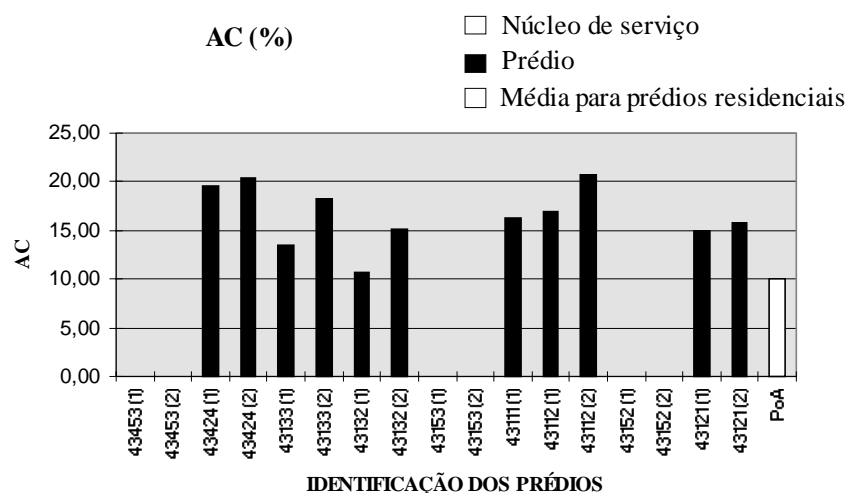


Figura 6 - Percentual da área do pavimento ocupada pela área de circulação.

O indicador Percentual da Área do Pavimento Ocupada por Área Útil (AU) mostra de forma indireta a otimização da compartimentação e das áreas de circulação, resultando numa maior área útil no pavimento. Os prédios que apresentaram uma menor densidade de paredes e um menor percentual de área do pavimento ocupada pela área de circulação possuem um maior percentual de área útil. No caso dos prédios do Campus do Vale, isto é observado nos núcleos, o que pode ser explicado pela inexistência de área destinada à circulação.

O quadro 6 também apresenta os indicadores Relação Entre a Área de Fachada e a Área do Pavimento (AF/AP) e a Relação Entre a Área de Alvenarias e a Área do Pavimento (AA/AP), os quais têm o intuito de analisar a quantidade de áreas de revestimento em relação à área destinada a utilização. Pode-se observar que os prédios que apresentam um Índice de Compacidade mais baixo são os que possuem um índice mais elevado para o AF/AP. Por outro lado, a simples observação da figura 7 permite identificar uma diferença acentuada entre os índices obtidos para os prédios e para os núcleos, estes últimos sendo bem mais desfavoráveis.

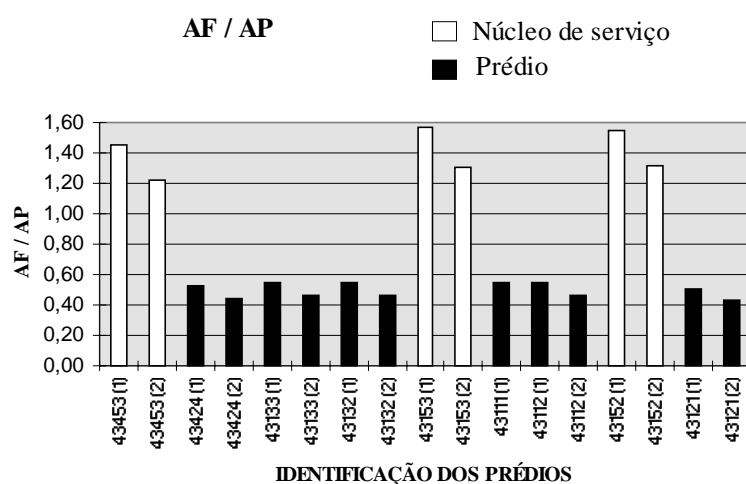


Figura 7 - Relação entre a área de fachada e a área do pavimento.

O indicador Relação Entre a Área de Alvenarias e a Área do Pavimento (AA/AP) possui ligação com o indicador Densidade de Paredes (DP), porém os índices não resultam em um

comportamento semelhante em função de que para o cálculo da DP não tem importância o pé-direito do pavimento, que é um dos componentes do indicador AA/AP.

## 5. CONCLUSÕES:

### A REALIDADE DO SETOR DE PROJETO DE EMPRESAS DE CONSTRUÇÃO

O projeto arquitetônico de um prédio deve ser desenvolvido **em conjunto** com os demais projetos complementares, devido às interfaces existentes. O que na prática ocorre com frequência é a elaboração do projeto arquitetônico e, somente após a conclusão deste, o início dos demais (estrutural, instalações, etc.), desenvolvidos ao mesmo tempo, mas por profissionais distintos. Esta seqüência na elaboração dos projetos não permite a ideal coordenação dos mesmos, fazendo com que muitas vezes seja necessária a adoção de soluções pouco satisfatórias para compatibilizar todos os projetos. **Estas soluções podem elevar o custo, comprometer a qualidade e atrasar o término da obra.**

É comum encontrar a execução dos projetos sem a necessária coordenação. Isso pode gerar uma série de incompatibilidades que, quando detectadas em estágios avançados da obra, geram custos extras e soluções insatisfatórias. A coordenação de projetos é fundamental não só para garantir a qualidade do produto, mas também por influir na facilidade de construir, na produtividade, para evitar retrabalho, etc.

O pequeno tempo atribuído a confecção dos projetos, faz com que as discussões entre profissionais à respeito das soluções a serem adotadas e o detalhamento do projeto se tornem insuficiente. O ganho de tempo "irreal" na fase de projeto, onde 80% dos custos do empreendimento são definidos, faz com que o prazo de execução da obra seja prolongado e até mesmo cause o insucesso do empreendimento. O projeto se torna fora das expectativas devido à falta de informações dadas aos projetistas. Este é um aspecto que pode causar discussões entre cliente e projetista, além de perda de tempo. **Muitas vezes a obra já iniciou, porém os projetos não estão totalmente prontos.**

Baseado na experiência de implantação do Sistema de Indicadores de Qualidade e Produtividade (Oliveira et al., 1993) em empresas de construção civil, constata-se, além dos problemas relacionados acima, a falta de informações que auxiliem no processo decisório, com exceção de algumas empresas de grande e médio porte, as quais vêm desenvolvendo trabalhos isolados na área. Contudo, estes trabalhos desenvolvidos estão mais relacionados ao processo produtivo.

Pode-se observar a falta de dados para comparação dos resultados obtidos, a bibliografia disponível não oferece índices específicos para prédios de Universidade. Ao invés de um exercício *a posteriori*, como o acima descrito em detalhe, **muitos dos indicadores poderiam ser obtidos DURANTE o desenvolvimento dos projetos, o que permitiria uma atuação no próprio projeto (ainda) em realização, caso o índice obtido fosse insatisfatório.** Isto, naturalmente, seria bem melhor do que somente se utilizar estes dados para revisão de projetos de obras futuras.

Os dados necessários para a obtenção de vários indicadores estão disponíveis **durante** a elaboração dos projetos, e são muitas vezes levantados com outra finalidade, não demandando para sua obtenção muito tempo, nem mão-de-obra especializada.

No caso de alguns prédios da UFRGS, verificou-se que a área destinada a circulação foi mais elevada que em outros prédios, e, além disso, acima do percentual obtido para prédios residenciais. Caso esta informação estivesse disponível durante a elaboração do projeto arquitetônico poderia ter sido verificada a possibilidade de se reduzir o índice.



Outra questão que poderia ser levantada, quanto à solução arquitetônica adotada para os prédios do Campus do Vale, é sobre as vantagens da inexistência de circulação vertical dentro dos prédios. Isto cria a necessidade de sair à rua para que se possa ter acesso ao outro pavimento, e como os prédios possuem saída pelas duas extremidades, necessitam que sejam mantidas duas portarias em cada pavimento. Este é um dos aspectos que deveria ser avaliado também pelos usuários, pois influencia o seu comportamento diário.

Uma solução que poderia ter sido analisada, à luz dos indicadores, é a existência de um poço de ventilação e iluminação no centro dos núcleos de serviço. Este elemento (que estava presente no caso em questão) influenciou o resultado de vários indicadores, refletindo desfavoravelmente no custo da edificação.

Este trabalho apresentou o levantamento de alguns indicadores específicos para o projeto arquitetônico. Para uma análise completa dos projetos dos prédios do Campus do Vale deverá ser feito um estudo considerando também os demais projetos existentes (estrutural, instalações elétricas e instalações hidráulicas).

Os indicadores levantados têm como objetivo verificar a racionalidade do projeto, medindo somente indiretamente o custo. Como continuidade deste trabalho poderiam ser obtidos indicadores relativos a:

- a) não conformidades - como seria, por exemplo, o enfoque dos indicadores “número de incompatibilidades entre projetos” ou “número de modificações nos projetos”; e,
- b) satisfação do usuário - como seria, por exemplo, o enfoque dos indicadores “índice de reclamações do cliente” ou “nível de satisfação do cliente”.

Estes e outros aspectos das soluções adotadas para os prédios poderiam ter sido analisados à luz de medidas de desempenho, as quais auxiliariam a tomada de decisão pelo fornecimento de informações.

A figura 8 apresenta de forma genérica os benefícios da utilização de medidas de desempenho, todos eles fortemente associados à gestão do negócio.

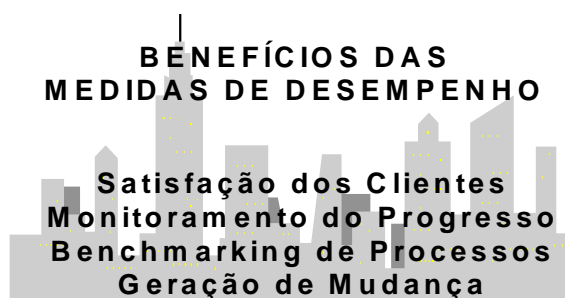


Figura 8 - Benefícios das medidas de desempenho.

**Enfim, acredita-se fortemente que os indicadores de projeto podem auxiliar na tomada de decisão DURANTE a elaboração dos projetos e em projetos futuros, indicando soluções que reduzem o custo e aumentam a satisfação dos usuários.** Nossos próximos estudos se dedicarão a identificar métodos, técnicas e ferramental neste sentido.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMPOS, V. F. TQC: controle da qualidade total. 2. ed. Rio de Janeiro: Bloch Ed., 1992. 220p.

HARRINGTON, H. J. **O processo do aperfeiçoamento:** como as empresas americanas líderes de mercado aperfeiçoam o controle da qualidade. Tradução de JODON Engenharia

- Consultoria e Representações Ltda. São Paulo: McGraw-Hill Ltda., 1988. 266 p. Original em inglês.
- HRONEC, S. M. **Sinais vitais:** usando medidas do desempenho da qualidade, tempo e custo para traçar a rota para o futuro de sua empresa. Tradução de Kátia A. Roque. São Paulo: Makron Books, 1994. 240 p. Original em inglês.
- JURAN, J. M. **A qualidade desde o projeto:** novos passos para o planejamento da qualidade em produtos e serviços. Tradução de Nivaldo Montingelli Jr. São Paulo Pioneira, 1992. 551 p. Original em inglês.
- OLIVEIRA, M. et al. **Sistema de indicadores de qualidade e produtividade para a construção civil:** manual de utilização. Porto Alegre: UFRGS/SINDUSCON, 1993.
- RUMMLER, G. A., BRACHE, A. P. **Melhores desempenhos das empresas:** ferramentas para melhoria da qualidade e da competitividade. Tradução de Kátia A. Roque. São Paulo: Makro Books, 1992. 263 p. Original em inglês.
- SINK, D. S., TUTTLE, T. C. **Planejamento e medição para performance.** Tradução de Elenice Mazzilli e Lúcia Faria Silva. Rio de Janeiro: Quality Mark, 1993. 343 p. Original em inglês.
- SOUZA, R. et al. **Sistema de gestão da qualidade para empresas construtoras.** São Paulo: SEBRAE/SP, 1994.
- TIRONI, L. et al. **CrITÉrios para geração de indicadores de qualidade e produtividade no setor público.** Brasília: IPEA/MEFP, 1991. (texto para discussão nº 238)
- UFRGS. **Campus do Vale.** 1993. (CoEF / UFRGS - Documento interno).