



## AVALIAÇÃO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS PARA HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL

**César Winter de Mello (1); Ronaldo Bastos Duarte (2)**

- (1) Núcleo Orientado para Inovação da Construção – NORIE – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – e-mail: [cesarwmello@hotmail.com](mailto:cesarwmello@hotmail.com)  
(2) Núcleo Orientado para Inovação da Construção – NORIE – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – e-mail: [duarte@cintec.rs.gov.br](mailto:duarte@cintec.rs.gov.br)

### RESUMO

**Proposta:** O déficit habitacional no Brasil é um problema enfrentado a décadas, agravado pelo êxodo rural e do acelerado crescimento demográfico das grandes metrópoles brasileiras. No Estado do Rio Grande do Sul a situação não é diferente, pois cerca de um terço do déficit habitacional no Estado corresponde a necessidade de novas moradias na região metropolitana de Porto Alegre. A partir da aceitação de sistemas construtivos não-convencionais pela Caixa Econômica Federal, através da homologação do desempenho técnico, com o objetivo de oferecer alternativas tecnológicas para financiamento, vê-se o retorno da confiança desta instituição financeira em liberar recursos para a produção de habitações com tais tecnologias. Dessa forma, a presente pesquisa propõe-se avaliar o desempenho desses sistemas construtivos com o foco voltado à produção de habitações unifamiliares, de interesse social, sob o ponto de vista da industrialização na construção e da gestão dos processos de produção. **Método de pesquisa/Abordagens:** A pesquisa foi dividida em três fases, sendo elas: pesquisa de levantamento; escolha dos métodos de avaliação com auxílio da revisão da literatura e estudo de caso múltiplo; e, aplicação dos métodos em sete sistemas construtivos da Caixa Econômica Federal e um oitavo sistema, com possibilidades de recursos para os materiais, bem como de uma análise dos resultados da avaliação. **Resultados:** Através da descrição detalhada de cada tecnologia, foi possível concluir que as mesmas possuem plenas condições de produzir habitações de interesse social com eficiência diante dos requisitos de desempenho definidos em cada método de avaliação no que se refere ao processo de produção dos elementos em fábrica e na construção e/ou montagem em canteiro de obras. **Contribuições/Originalidade:** A comprovação da eficiência construtiva de sistemas construtivos não-convencionais na produção de habitações.

Palavras-chave: Avaliação de sistemas construtivos não-convencionais; habitação de interesse social; industrialização na construção; gestão dos processos de produção.

### ABSTRACT

**Propose:** In Brazil, houses shortage is a great problem that has been faced for a few decades aggravated by rural exodus and demographic growth in the brazilian metropolis. The third part of houses shortage of Rio Grande do Sul State is situated in the metropolitan region of Porto Alegre. The acceptance of non conventional building systems by Caixa Econômica Federal through technical performance approval in order to offer technological alternatives to get financial resources has become a practice once again. We notice the return from this financial institution demonstrating confidence to release resources for construction. Thus, the proposal of this research is to evaluate the performance of these building systems focused on unifamiliar houses production, for low income people, taking into consideration the construction industrialization and production processes management. **Methods:** This research is divided in three phases: first of all, a survey research; after that, the findings of the evaluating methods with bibliographic research and multiple study cases; finally, the method application in seven building systems of Caixa Econômica Federal and an eighth, a possibility of

getting resources for materials and analyses of evaluating results. **Findings:** Through the building systems description it is possible to conclude that the building systems investigated had good conditions to build houses with efficiency for low income people in relation to the performance requirements determinated by each evaluating method in relationship with production processes components in manufacturing, building or assembling in site. **Originality/value:** The confirmation that non-conventional system building had a good conditions to build houses.

Keywords: characterization; recycled aggregate; quality control.

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 O déficit habitacional no Brasil e a necessidade de avaliação de sistemas construtivos

A questão habitacional, no Brasil continua sendo um problema enfrentado há décadas, agravada pelo êxodo rural, pelas grandes taxas de crescimento demográfico e por um gradativo aceleração do processo de urbanização, principalmente, das grandes metrópoles brasileiras. Na década de 80 houve um crescimento acentuado do déficit habitacional no Brasil, estimado em cerca de 6 milhões de novas moradias (BNH, 1981).

De acordo com a Fundação João Pinheiro (2001), a estimativa para o déficit habitacional no ano de 2000 não mudou muito, ficando atualmente, em torno de 6,6 milhões de novas moradias. Desse número, cerca de 81,3% corresponde à incidência da necessidade de habitações na área urbana e 29,3% do total engloba todas as áreas metropolitanas do país, totalizando, aproximadamente, 2 milhões de novas moradias. Em termos regionais, o Nordeste lidera a demanda de novas habitações, com necessidades estimadas em mais de 2,5 milhões de unidades. Já, na região Sul, a demanda total por novas moradias é de 690 mil, destacando-se um número considerável de 309 mil unidades, no Estado do Rio Grande do Sul, com 116 mil apenas na região metropolitana de Porto Alegre.

Na tentativa do equacionamento do problema habitacional brasileiro, foi criado o Sistema Financeiro da Habitação (SFH) e o Banco Nacional da Habitação (BNH), na década de 60, os quais promoveram um grande incentivo financeiro na produção de habitações, com o objetivo de prover novas unidades habitacionais e a criação de novos postos de trabalho. Com isso, verificou-se o intenso surgimento de novos sistemas construtivos industrializados, tanto importados de países desenvolvidos assim como os criados pelo setor privado, pelas universidades e instituições de pesquisa. Mas, em meados dos anos 70, houve o surgimento ainda maior de tecnologias em um conjunto habitacional, no Estado de São Paulo, servindo assim, como um laboratório para o desenvolvimento e avaliação dos sistemas construtivos (IPT, 1985).

Muitas dessas tecnologias não se adaptaram devido ao contexto técnico, por possuírem baixa qualidade dos materiais e processos construtivos. Sendo assim, surge a preocupação de verificar o desempenho dessas edificações tanto em avaliações técnicas, ambientais, sociais e gerenciais. Contudo, as avaliações de tecnologias, no Brasil, tiveram maior ênfase na questão técnica e ambiental.

A avaliação gerencial de tecnologias construtivas ainda é incipiente, podendo destacar o método de avaliação de sistemas construtivos de Duarte (1982) enfatizando o processo de fabricação de edificações, através de conceitos da industrialização na construção, dentro do paradigma da construção em massa, Silva (1996) que analisam estratégias de seleção tecnológica, segundo os custos de manutenção, e de Barros (1996), que apresenta uma metodologia para a implantação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios. Englobando os conceitos de gestão dos processos de produção, dentro do novo paradigma da construção denominado construção enxuta, San Martin (1999) propõe uma sistemática de avaliação de sistemas construtivos para habitações de interesse social.

Neste contexto, vê-se a possibilidade de avaliar sistemas construtivos para habitações de interesse social levando em conta a industrialização da construção e a gestão dos processos de produção através da utilização dos requisitos de desempenho das sistemáticas de avaliação de Duarte (1982) e San Martin (1999). A primeira utiliza princípios pertencentes ao paradigma da construção em massa, já a segunda utiliza princípios relacionados com o paradigma da construção enxuta. Tais sistemáticas são descritas brevemente a seguir.

## 1.2 Os métodos de avaliação de sistemas construtivos

### 1.2.1 Elementos de avaliação da industrialização na construção por sistemas

Baseado nos conceitos de industrialização na construção de habitações, Duarte (1982) propôs o método de avaliação de tecnologias de edificações. Tais conceitos dizem respeito a sistematização dos produtos, especialização da mão-de-obra, concentração da produção e mecanização.

O primeiro conceito leva em conta a utilização de componentes padronizados, os quais devem possuir características previamente estabelecidas, considerando fatores dimensionais, forma, peso, qualidade e desempenho como pontos primordiais dentro dos limites de aceitação. O segundo conceito diz respeito a divisão do trabalho em operações mais simples, distribuindo-se em equipes de trabalhadores, desempenhando assim, atividades com mais eficiência e perícia. A concentração da produção deve ser estudada, pois tem a finalidade de aumentar os efeitos de aglomeração, isto é, economia de escala, controle de qualidade e maior consolidação e eficiência de penetração no mercado. E, por fim, a mecanização tem como objetivo substituir, eventualmente, a mão-de-obra em algumas atividades realizadas manualmente, proporcionando aumento da produtividade.

Dessa forma, Duarte (1982) propõe, por um lado, a avaliação de sistemas construtivos medindo a eficiência do processo de fabricação, através da análise das atividades desempenhadas pela mão-de-obra na produção dos componentes da edificação em fábrica e na montagem dos mesmos em canteiro de obras. Diante disso, propõe-se a quantificação da mão-de-obra empregada na execução das atividades, através da adaptação da fórmula 1 da determinação do índice de pré-fabricação de Ordoñez (1974) em índice de produção industrial para a produção de habitações, apresentada a seguir:

$$i = \frac{100}{t_2(t_1 + t_2)}$$

**Formula 1: Fórmula da determinação do índice de pré-fabricação**

Onde:

i = índice de produção industrial;

$t_1$  = tempo em atividades inerentes ao sistema, com características de industrialização parcial ou total, necessário para a realização de uma unidade de medida de obra previamente adotada, expresso em horas-homem/m<sup>2</sup>, de superfície habitável de construção;

$t_2$  = tempo em atividades não inerentes ao sistema, com características de trabalho não industriais ou artesanal, necessário para a realização de uma unidade de medida de obra previamente adotada, expresso em horas-homem/m<sup>2</sup>, de superfície habitável de construção.

Por outro lado, a avaliação é realizada, também, através da sistematização do produto, a qual compreende na aplicação de uma lista de verificação, onde são considerados os conceitos da industrialização na construção citados anteriormente e relacionados com os subsistemas existentes numa edificação, tais como: fundações, estrutura, envelope, divisórias, instalações elétricas e

hidrossanitárias, piso, cobertura e revestimento. Para cada subsistema é classificado como sendo de produção artesanal, parcialmente industrializado e totalmente industrializado.

### *1.2.2 Avaliação de tecnologias de edificações sob o ponto de vista da gestão dos processos de produção*

San Martin (1999) desenvolveu a sistemática de avaliação levando em conta o novo paradigma da construção civil, a construção enxuta. Através das características da qualidade identificadas, o autor propõe os requisitos de desempenho em gestão de processos para tecnologias de edificações de interesse social. Com eles busca-se, de forma mais objetiva, a análise do que os sistemas construtivos deveriam apresentar. No quadro 1, a seguir, apresentam-se as características da qualidade confrontadas com os requisitos de desempenho elaborados.

<b>Característica da qualidade</b>	<b>Requisito de desempenho correspondente</b>
Mão-de-obra polivalente	- Possibilitar um nível mais baixo e homogêneo de habilidade exigida pelas operações intrínsecas.
Menor habilidade exigida da mão-de-obra	
Condições ergonômicas de trabalho	- Utilizar elementos construtivos mais leves.
Formação de parcerias	- Possibilitar o fornecimento freqüente de recursos por um número menor de fornecedores.
Tecnologia com sistema fechado de produção	- Utilizar menor número de materiais diferentes.
Utilização dos mesmos materiais básicos	
Adaptabilidade em diferentes regiões	- Não depender de fornecedores específicos de uma dada região. - Não depender de materiais específicos de uma dada região.
Redução das atividades que não agregam valor	- Empregar elementos com maior valor agregado.
Simplificação	- Padronizar componentes e métodos de trabalho. - Tornar processos mais simples independentes uns dos outros. - Reduzir o número de etapas em obra. - Separar processos em unidades de produção focalizadas.
Aumento da transparência	
Redução da variabilidade	- Padronizar componentes e métodos de trabalho.
Redução do tempo de ciclo	- Reduzir o número de processos em série.
Flexibilidade de robustez	- Possibilitar maior flexibilidade de fluxos de processos. - Possibilitar maior flexibilidade de frentes de trabalho.

**Quadro 1: Requisitos de desempenho em gestão de processos (SAN, MARTIN, 1999)**

Com esses subsídios, o autor elaborou indicadores que medem o desempenho de sistemas construtivos sob a visão da gestão dos processos de produção, os quais relacionou as características da qualidade consideradas com os requisitos de desempenho elaborados, os quais estão listados no quadro 2 a seguir.

<b>Indicadores de desempenho</b>
1. Indicador da eficiência do desenho dos processos (EDP)
2. Indicador de flexibilidade de robustez (IFR)
3. Grau de interdependência de processos (GIP)
4. Grau de habilidade exigido da mão-de-obra (GHMO)
5. Grau de dependência por materiais específicos (GDM)
6. Indicador de variedade de materiais (IVM)
7. Grau de padronização e agregação de valor de elementos construtivos (GPAE)
8. Grau de padronização de operações (GPO)
9. Grau de separação física de processos (GSP)
10. Peso dos elementos construtivos (PEC)

**Quadro 2: Indicadores de desempenho (SAN, MARTIN, 1999)**

No quadro 3, são apresentadas as relações entre o atendimento dos requisitos de desempenho e a medição para cada indicador. Os indicadores que estão representados entre parênteses indicam a existência de uma relação indireta com o respectivo requisito, auxiliando na medição do atendimento desse último.

<b>Características da qualidade considerada</b>	<b>Requisitos de desempenho correspondentes</b>	<b>Indicadores para medição</b>
Mão-de-obra polivalente	Possibilitar um nível mais baixo e homogêneo de habilidade exigida pelas operações intrínsecas	⇒ GHMO
Menor habilidade exigida da mão-de-obra		
Condições ergonômicas de trabalho	Utilizar elementos construtivos leves	⇒ PEC
Formação de parcerias	Possibilitar o fornecimento freqüentes de recursos por um número menor de fornecedores	⇒ (IVM)
Tecnologia com sistema fechado de produção		
Utilização dos mesmos materiais básicos	Utilizar menor número de materiais diferentes	⇒ IVM
Adaptabilidade em diferentes regiões	Não depender de fornecedores específicos de uma dada região Não depender de materiais específicos de uma dada região	⇒ GDM ⇒ GDM
Redução das atividades que não agregam valor	Empregar elementos com maior valor agregado	⇒ GPAE, EDP
Simplificação	Padronizar componentes e métodos de trabalho	⇒ GPAE, GPO
Aumento da transparência	Tornar processos mais independentes uns dos outros Reducir o número de etapas em obra Separar processos em unidades de produção focalizadas	⇒ GIP, (EDP) ⇒ GPAE ⇒ GSP, EDP
Redução do tempo de ciclo	Reducir o número de processos em série	⇒ EDP, GIP
Flexibilidade de robustez	Possibilitar maior flexibilidade de fluxos de processos Possibilitar maior flexibilidade de fluxos de trabalho	⇒ IFR ⇒ IFR

**Quadro 3: As relações entre os indicadores e os requisitos de desempenho (SAN MARTIN, 1999)**

## **2 OBJETIVO**

A presente pesquisa tem como objetivo principal apresentar uma análise conjunta de duas sistemáticas de avaliação do desempenho de sistemas construtivos em potencial para a produção de habitações unifamiliares, de interesse social, sob o ponto de vista da industrialização na construção e da gestão dos processos de produção.

## **3 METODOLOGIA**

A partir da descrição dos sistemas construtivos e da escolha dos métodos de avaliação, parte-se, então, para a aplicação dos mesmos. Ambos possuem um roteiro para a aplicação da coleta dos dados realizadas nos diferentes métodos de pesquisa já descritos anteriormente.

O método de Duarte (1982) apresenta a avaliação através de resultados quantitativos e qualitativos. O primeiro diz respeito ao processo de fabricação dos componentes dos subsistemas funcionais da edificação, mostrando o índice industrial de cada sistema construtivo. O segundo realiza uma discussão da sistematização do produto, classificando os subsistemas em três níveis de avaliação, quais sejam: transformado (ou evoluído), parcialmente transformado (ou parcialmente evoluído) e convencional. Por fim, realiza-se um cruzamento dos resultados, distribuindo-se as tecnologias num diagrama que relaciona as variáveis do processo de fabricação e sistematização do produto.

O método de San Martin (1999) relaciona-se com a avaliação de tecnologias de edificação para habitações de interesse social, através da gestão dos processos de produção, baseando-se essencialmente em aplicação de um sistema de indicadores de desempenho quantitativos e qualitativos. Os mesmos foram construídos a partir de princípios relacionados à Construção Enxuta, a qual está enraizada, principalmente, a conceitos de várias correntes relacionadas à produção, como por exemplo: Just in Time (JIT), total quality control (TQC), produção enxuta, dentre outras. Além disso, o método leva em conta diversos requisitos de desempenho que os sistemas construtivos devem atender para atingir os objetivos relacionados a habitações de interesse social.

A avaliação dos sistemas construtivos é realizada através da discussão das variáveis propostas pelos métodos, apresentando cada resultado isoladamente, confrontando-os entre as tecnologias. Posteriormente, faz-se a ligação dos métodos, numa forma de cruzamento de resultados, identificando as principais características entre eles e analisando os dados obtidos conjuntamente.

#### **4 ANÁLISE DOS RESULTADOS**

Através da descrição de cada método de avaliação de tecnologias de edificações para habitação de interesse social, pôde-se identificar semelhanças nos seus requisitos de desempenho, os quais são complementares, mesmo levando em conta que as sistemáticas de avaliação possuem diferenças substanciais na visualização da produção. Assim, propõe-se uma discussão conjunta das necessidades apresentadas, a partir do quadro 4, o qual relaciona os diversos requisitos dos métodos, mostrando, ainda, o indicador de desempenho correspondente. Juntamente com essa análise, realiza-se a discussão conjunta dos resultados obtidos em cada um dos métodos.

RELAÇÃO DOS REQUISITOS DE DESEMPENHO DOS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO		
Elementos de avaliação da industrialização na construção de habitações (DUARTE, 1982)	Avaliação de tecnologias de edificação sob o ponto de vista da gestão dos processos de produção (SAN MARTIN, 1999)	Indicador correspondente
<i>Sistematização dos produtos</i>		
- Padronização	- Padronizar componentes e métodos de trabalho	i, GPAE, GPO
- Coordenação modular		
- Coordenação dimensional		
- Componentização	- Tornar processos mais independentes uns dos outros	i, GIP, EDP
	- Reduzir o número de etapas em obra	GPAE
	- Separar processos em unidades de produção focalizadas	i, GSP, EDP
	- Utilizar menor número de materiais diferentes	IVM
	- Empregar elementos com maior valor agregado	i, GPAE, EDP
	- Reduzir o número de processos em série	EDP, GIP
- Pré-fabricação		
	- Possibilitar um nível mais baixo e homogêneo de habilidade exigida pelas operações intrínsecas	i, GHMO
- Concentração da produção	- Possibilitar o fornecimento freqüentes de recursos por um número menor de fornecedores	IVM, GDM
	- Não depender de fornecedores específicos de uma dada região	
	- Não depender de materiais específicos de uma dada região	
- Mecanização	- Utilizar elementos construtivos leves	i, PEC
<i>Processos de fabricação</i>	- Possibilitar maior flexibilidade de fluxos de processos	i, IFR
	- Possibilitar maior flexibilidade de fluxos de trabalho	

**Quadro 4: Relação dos requisitos de desempenho dos métodos de avaliação**

As diferenças entre os métodos de avaliação se baseiam, basicamente, nos diferentes paradigmas nos quais estão inseridos, ou seja, os elementos de avaliação da industrialização na construção de habitações (DUARTE, 1982) têm seus conceitos enraizados no antigo paradigma da construção em massa, o qual tem, como principal característica, a procura da alta produtividade, medida em termos de tempos de produção em fábrica e em canteiro de obras, de acordo com a fórmula 1 e a produção de habitações em massa. Já o método de avaliação de tecnologias de edificação, sob a visão da gestão dos

processos de produção (SAN MARTIN. 1999), está inserido no novo paradigma, denominado de construção enxuta. Esse, por sua vez, tem como características principais os diversos princípios descritos no mesmo item.

Através disso, a avaliação dos sistemas construtivos investigados nesse trabalho, realiza-se a partir da análise conjunta dos dois métodos, enfatizando a relação entre seus requisitos de desempenho (avaliação qualitativa) e os resultados dos indicadores de desempenho (avaliação quantitativa). Como pode ser visto no quadro anterior, a sistematização dos produtos, com seus respectivos requisitos, abrangem quase que totalmente os requisitos de desempenho na gestão dos processos de produção.

Destaca-se, desse modo, o item pré-fabricação, que corresponde à redução do número de etapas em obra e focaliza a produção de elementos e componentes em fábrica. Além disso, separa os processos de produção em unidades e diminui, assim, o número de atividades de transformação de matéria-prima em obra, além de utilizar um número menor de materiais diferentes, o que possibilita a otimização do canteiro. Com isso, configura-se o emprego de componentes e elementos com maior valor agregado e, ao mesmo tempo, reduz o número de processos em série.

A padronização, que parte da utilização das coordenações modular e dimensional em projeto, possibilita a racionalização dos métodos de trabalho e a produção de componentes padrões. Sendo assim, proporciona um bom desempenho na agregação de valor dos elementos (GPAE), frente ao grau de padronização das operações (GPO). E, com a componentização, pode-se tornar processos mais independentes uns dos outros, resultando em um grau eficiente de interdependência dos processos (GIP) e possibilitando um eficiente desenho dos processos (EDP).

A especialização da mão-de-obra, procura a divisão do trabalho em atividades mais simples dentro dos processos de produção, evitando-se que desenvolva habilidades específicas de uma determinada atividade. O indicador de grau de habilidade da mão-de-obra (GHMO) tem a função de verificar o nível de complexidade existente nas operações. Isto é, uma tecnologia deve possuir um nível baixo e homogêneo de habilidades exigidas pelas operações intrínsecas para se tornar eficiente, para proporcionar, assim, ganhos com a produtividade.

Por outro lado, uma tecnologia não deve depender de fornecedores específicos de uma dada região, nem depender de materiais específicos dessa mesma. Com a busca de novos mercados em diferentes regiões, com o intuito de incrementar sua concentração na produção, as tecnologias devem ter a capacidade de se adaptar a um novo local sem que essa dependência prejudique a produção dos componentes e elementos construtivos, pela falta de insumos indispensáveis. Dessa forma, o indicador de grau de dependência de materiais (GDM) avalia a possibilidade de expansão da concentração da produção.

A mecanização, por sua vez, é um dos elementos da industrialização que possibilita grande produtividade, quando se utiliza componentes pesados na produção de habitações, mas que demandam altos investimentos iniciais para a aquisição de equipamentos especiais. Por outro lado, pode-se optar pela utilização de elementos construtivos leves, com o objetivo de reduzir custos com a aquisição ou locação de equipamentos de transporte, além de questões ligadas à ergonomia e segurança no trabalho, prevalecendo o melhor desempenho aquele que possuir componentes leves.

Por fim, o processo de fabricação é facilitado pela possibilidade de maior flexibilidade de fluxos de processos e de trabalho, contribuindo, assim, para uma maior produtividade e maior eficiência do indicador de flexibilidade de robustez (IFR).

O índice de produção industrial (i) relaciona-se, praticamente, com todos os indicadores. O cumprimento dos requisitos de desempenho de cada um dos métodos de avaliação tem como consequência o aumento da produtividade, à medida que a produção se desenvolve, devido ao aprimoramento constante da repetição das operações realizadas pela mão-de-obra e pela concentração

da produção, a qual proporciona o aumento do volume da produção, tanto de componentes como da montagem da edificação.

Através dessa análise, as principais contribuições da pesquisa dizem respeito à semelhança entre os requisitos de desempenho de cada método de avaliação, isto é, a construção enxuta, considerada como o novo paradigma produtivo na construção de edificações, que é plenamente auxiliado pela industrialização na construção, conforme pode ser visualizado no quadro 4, o qual realiza a ligação entre as duas correntes. Nota-se no mesmo que o requisito de pré-fabricação da industrialização corresponde à maioria dos requisitos de desempenho da gestão dos processos de produção para a produção de habitações de interesse social

## 5 REFERÊNCIAS

- BANCO NACIONAL DE HABITAÇÃO. Relatório de atividades: 1980. Rio de Janeiro, 1981.
- BARROS, M. M. B. **Metodologia para Implantação de Tecnologias Construtivas Racionalizadas na Produção de Edifícios.** 1996. 422 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.
- DUARTE, R. B. **Elementos de Avaliação da Industrialização na Construção por Sistemas no Rio Grande do Sul.** 1982. 165 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1982.
- FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Déficit Habitacional no Brasil 2000.** Belo Horizonte: Centro de Estatística e Informações, 2001, 200 p.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Avaliação de Alternativas Tecnológicas em Habitação.** São Paulo: Equipe do IPT, 1985. 29 p.
- ORDOÑEZ, J. A. E. F. et al. **Prefabricación:** teoría y práctica. Barcelona: Técnicos Associados, 1974.
- SAN MARTIN, A. P. **Método de Avaliação de Tecnologias de Edificação para a Habitação de Interesse Social sob o Ponto de Vista da Gestão dos Processos de Produção.** 1999. 150 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.
- SILVA, M. A. C. **Metodologia de Seleção Tecnológica na Produção de Edificações com o Emprego do Conceito de Custos ao Longo da Vida Útil.** 1996. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.