

**SIMONE CRISTINA ORMIÉRES**

**PROPOSTA DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA  
VISANDO O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL  
NO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

**CURITIBA**

**2011**

**SIMONE CRISTINA ORMIÉRES**



**PROPOSTA DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA  
VISANDO O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL  
NO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Trabalho apresentado para obtenção do título de Especialista em Gestão Ambiental no curso de Pós-Graduação em MBA em Gestão Ambiental.

Departamento de Economia Rural e Extensão, Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> MSc: Yohana de Oliveira

**CURITIBA**

**2011**

Aos meus pais Maria Neide e Carlos, pela oportunidade de estar aqui e pelo apoio e incentivo ao longo dos anos.

À minha filha Mariana Flor e ao meu marido Lenine, que dão sentido a minha vida e que pelos quais sou uma pessoa melhor a cada dia.

A todas as pessoas que fazem parte de minha vida, pois de alguma maneira contribuem para o meu crescimento.

Dedico.

## **AGRADECIMENTOS**

À CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, por ser uma empresa social e empresarialmente responsável, na medida em que reconhece a importância do incentivo financeiro para a qualificação profissional de seus empregados.

Ao Prof. Dr. Carlos Alberto Piacenti, pela colaboração e incentivo.

À Prof<sup>a</sup>. MSc. Yohana de Oliveira, por ser uma pessoa comprometida com a importância da qualificação acadêmica e profissional, imbuída de generosidade e bom-senso além de elevado conhecimento, a qual contribuiu sobremaneira para a conclusão deste trabalho, com apoio e orientação.

Ao engenheiro Luiz Guilherme de Mattos Zigmantas, presidente da Associação dos Engenheiros e Arquitetos da Caixa Econômica Federal, pelas informações acerca do histórico da inovação no Brasil e na CAIXA.

*Tudo pode ser mudado.  
Mas nada pode ser mudado até que se comece*

*T. S. Eliot*

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - MAPA DO ZONEAMENTO BIOCLIMÁTICO BRASILEIRO.....	28
FIGURA 2 - PAREDES DE FIBRAS DE BAMBU, CAMPINAS / SP.....	34
FIGURA 3 - LABORATÓRIO DO IPT DE ENSAIO DE DESEMPENHO ACÚSTICO E RESISTÊNCIA AO FOGO, SÃO PAULO / SP.....	35
FIGURA 4 - CASA CONSTRUÍDA PELO SISTEMA “LIGHT STEEL FRAMING”, SÃO PAULO / SP.....	35
FIGURA 5 - EDIFICAÇÃO EM PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS NO LOCAL, SÃO JOSÉ DOS CAMPOS / SP.....	36
FIGURA 6 - CASA COM SISTEMA DE PAREDES PRÉ-FABRICADAS DE BLOCOS CERÂMICOS E CONCRETO, ITAPIRA / SP.....	36
FIGURA 7 - EDIFICAÇÃO COM PAREDES DE CONCRETO PRÉ-MOLDADAS, SÃO JOSÉ DOS PINHAIS / PR.....	37
FIGURA 8 – CASAS DE PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS NO LOCAL.....	37
FIGURA 9 - CASA EM SISTEMA DE PAREDES DE CONCRETO COM FORMA DE PVC RÍGIDO, EM SANTA CATARINA.....	37
FIGURA 10 - EMPREENDIMENTO HABITACIONAL CONSTRUÍDO COM BLOCOS DE SOLO-CIMENTO APARENTES, NA COMUNIDADE DE MANGUINHOS, RIO DE JANEIRO / RJ.....	37
FIGURA 11 - EMPREENDIMENTO HABITACIONAL CONSTRUÍDO COM BLOCOS CERÂMICOS ESTRUTURAIS, MANAUS / AM.....	38
FIGURA 12 - PROJETO DA TIPOLOGIA DE ANÁLISE PADRÃO.....	38
FIGURA 13 - CASA SENDO CONSTRUÍDA COM PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS NO LOCAL – CIA.CASA SISTEMAS CONSTRUTIVOS.....	39
FIGURA 14 – COMPARATIVO DE CUSTOS ENTRE OS SISTEMAS.....	51
FIGURA 15 – COMPARATIVO DE PRAZOS DE EXECUÇÃO ENTRE OS SISTEMAS.....	52

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - DÉFICIT HABITACIONAL BRASILEIRO, POR FAIXA DE RENDA.....	11
TABELA 2 - CORRESPONDÊNCIA ENTRE CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL E COBRIMENTO NOMINAL; ADAPTADA DA ABNT NBR 6118.....	44

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – COMPARAÇÃO ENTRE OS SISTEMAS CONSTRUTIVOS INOVADOR E CONVENCIONAL COM RELAÇÃO AO ATENDIMENTO DOS REQUISITOS DE DESEMPENHO.....	47
QUADRO 2 - ORÇAMENTO DA TIPOLOGIA EM SISTEMA INOVADOR.....	48
QUADRO 3 - ORÇAMENTO DA TIPOLOGIA EM SISTEMA CONVENCIONAL.....	50
QUADRO 4 – CRONOGRAMA DA TIPOLOGIA EM SISTEMA INOVADOR.....	53
QUADRO 5 – CRONOGRAMA DA TIPOLOGIA EM SISTEMA CONVENCIONAL..	53



## LISTA DE SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas  
ABNT / CB-02 – Comitê Brasileiro da Construção Civil  
BNH - Banco Nacional de Habitação  
CDHU – Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo  
CO2 – Gás Carbônico  
COBRACON – Comitê Brasileiro de Construção Civil  
COHAB - Companhia de Habitação  
COMAT – Comissão de Materiais, Tecnologia, Qualidade e Produtividade  
DATEC: Documento de Avaliação Técnica  
EPS – Poliestireno expandido, popularmente conhecido por isopor  
FDS – Fundo de Desenvolvimento Social  
FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos  
IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas  
ITA -Instituição Técnica Avaliadora  
NBR – Norma Brasileira  
PBQP-H - Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat  
PROTECH - Programa de Difusão de Tecnologia para a Construção de Baixo Custo  
PVC – Policloreto de vinila  
RTA - Relatório Técnico de Avaliação  
SINAPI -Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil  
SINAT - Sistema Nacional de Avaliação Técnica de produtos inovadores  
UFPR – Universidade Federal do Paraná  
UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2</b>	<b>OBJETIVO GERAL</b> .....	13
2.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	14
3.1	A CAIXA E A INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO BRASIL.....	14
3.2	HISTÓRICO RECENTE DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	15
3.3	SISTEMA CONSTRUTIVO CONVENCIONAL.....	20
3.3.1	Exemplos de Sistemas Construtivos Convencionais.....	20
3.4	SISTEMA CONSTRUTIVO INOVADOR.....	20
3.4.1	Exemplos de Sistemas Construtivos Inovadores.....	21
3.5	SISTEMA NACIONAL DE AVALIAÇÃO TÉCNICA DE PRODUTOS INOVADORES–SINAT.....	22
3.6	NORMA BRASILEIRA DE DESEMPENHO – NBR 15.575:2008 .....	23
3.7	RELAÇÃO ENTRE O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E OS REQUISITOS DE DESEMPENHO.....	24
3.7.1	Segurança Estrutural e Sustentabilidade.....	25
3.7.2	Segurança ao Fogo e Sustentabilidade.....	26
3.7.3	Conforto / Desempenho Térmico e Sustentabilidade.....	27
3.7.4	Conforto / Desempenho Acústico e Sustentabilidade.....	29
3.7.5	Estanqueidade e Sustentabilidade.....	30
3.7.6	Durabilidade e Sustentabilidade.....	32
3.7.7	Manutenabilidade e Sustentabilidade.....	33
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	34
4.1	TIPOLOGIA PADRÃO – CARACTERIZAÇÃO.....	38
4.2	CARACTERIZAÇÃO DA TIPOLOGIA EM SISTEMA CONSTRUTIVO INOVADOR.....	40
4.3	CARACTERIZAÇÃO DA TIPOLOGIA EM SISTEMA CONSTRUTIVO CONVENCIONAL.....	41
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	42

5.1	AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DO SISTEMA CONSTRUTIVO INOVADOR.....	42
5.1.1	Segurança Estrutural.....	42
5.1.2	Segurança ao Fogo.....	43
5.1.3	Desempenho Térmico.....	43
5.1.4	Desempenho Acústico.....	43
5.1.5	Estanqueidade.....	44
5.1.6	Durabilidade.....	44
5.2	AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DO SISTEMA CONSTRUTIVO CONVENCIONAL .....	45
5.2.1	Segurança Estrutural.....	45
5.2.2	Segurança ao Fogo.....	45
5.2.3	Desempenho / Conforto Térmico.....	46
5.2.4	Desempenho / Conforto Acústico.....	46
5.2.5	Estanqueidade.....	47
5.2.6	Durabilidade.....	47
5.3	TIPOLOGIA PADRÃO – CARACETRIZAÇÃO.....	47
<b>6</b>	<b>RECURSOS E VIABILIDADE ECONÔMICA.....</b>	<b>48</b>
6.1	ORÇAMENTO DE TIPOLOGIA PADRÃO EM SISTEMA CONSTRUTIVO INOVADOR DE PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS NO LOCAL .....	48
6.2	ORÇAMENTO DE TIPOLOGIA PADRÃO EM SISTEMA CONSTRUTIVO CONVENCIONAL DE BLOCOS CERÂMICOS ASSENTADOS E REVESTIDOS EM ARGAMASSA.....	49
6.3	CONSIDERAÇÕES SOBRE OS ORÇAMENTOS APRESENTADOS.....	50
<b>7</b>	<b>CRONOGRAMA.....</b>	<b>52</b>
<b>8</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>54</b>
<b>9</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>55</b>
	REFERÊNCIAS.....	56
	GLOSSÁRIO.....	59
	ANEXOS.....	60

## RESUMO

Este trabalho tem por objetivo lançar luz sobre a importância de atendimento dos requisitos de desempenho indicados na ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) NBR (Norma Brasileira) 15.575:2008 para o desenvolvimento sustentável da construção civil, propondo a construção de unidades habitacionais em sistema construtivo inovador que comprovadamente atende a norma, bem como destacando as vantagens do sistema inovador sobre o convencional sob os aspectos de eficiência ambiental. A metodologia consiste em apresentar o sistema convencional e os sistemas inovadores atualmente conhecidos no Brasil, no âmbito da Caixa Econômica Federal, bem como proceder comparação entre o sistema convencional de paredes de blocos cerâmicos com espessura de 9 cm e o sistema inovador constituído de paredes de concreto moldadas no local, sob os aspectos de viabilidade econômica e eficiência ambiental relacionada ao atendimento dos requisitos de desempenho. Para o desenvolvimento do trabalho foram realizadas pesquisas bibliográficas e de campo, vistorias em empreendimentos, entrevistas com profissionais especialistas em inovações tecnológicas, além da utilização da experiência adquirida como profissional de engenharia da área de desenvolvimento urbano e rural da CAIXA.

Palavras chaves: Desenvolvimento sustentável. Requisitos de desempenho. Sistema inovador. Construção civil

## 1 INTRODUÇÃO

Considerando que o déficit habitacional brasileiro supera a casa dos 5 milhões de casas, “a conclusão é que até 2022 serão necessárias 23,1 milhões de novas unidades habitacionais, levando-se em conta que 3,7 milhões das moradias hoje existentes são coabitadas e que 3,5 milhões delas são precárias.” (Revista Exame, 2011)

O déficit habitacional no Brasil está relacionado não apenas à quantidade de imóveis, mas, também, à qualidade dos mesmos no que se refere às inadequações de moradias que não oferecem condições aceitáveis ou desejáveis de segurança, habitabilidade e sustentabilidade, impactando na qualidade de vida dos moradores os quais, na maioria das vezes, não possuem condições financeiras para arcar com melhorias na moradia (TABELA 1).

TABELA 1. DÉFICIT HABITACIONAL BRASILEIRO POR FAIXA DE RENDA FAMILIAR EM SALÁRIOS MÍNIMOS

Região	Até 3 (%)	Mais de 3 a 5 (%)	Mais de 5 a 10 (%)	Mais de 10 (%)
Norte	89,7	6,1	3,2	1,0
Nordeste	95,9	2,7	1,0	0,4
Sudeste	86,7	7,9	4,3	1,1
Sul	84,8	10,0	4,1	1,1
Centro-Oeste	88,4	7,0	2,7	1,9
Média Brasil	89,4	6,5	3,1	1,0

FONTE: FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO (2007)

Com o advento do lançamento do Programa do Governo Federal, intitulado Minha Casa Minha Vida, cujo objetivo é a redução do déficit habitacional brasileiro com a construção de 3 milhões de unidades habitacionais, principalmente para população de baixa renda (Dados de Pesquisa, 2011), a construção civil passa por um momento de pleno aquecimento.

Diante da grande demanda criada no setor da construção civil, há muito estagnado e sem receber incentivos de ordem econômica e financeira, bem como de pesquisas tecnológicas, surgiu um gargalo com a escassez de mão-de-obra e

materiais. A mão-de-obra tornou-se cara em virtude da quantidade de demanda e os materiais, não obstante, não são oferecidos em quantidades suficientes.

Neste cenário surge a inovação tecnológica como alternativa para a construção civil, com promessa de racionalização e industrialização, gerando também o desenvolvimento sustentável através, entre outros, da redução do desperdício de materiais, qualificação da mão-de-obra, utilização de materiais renováveis, otimização dos projetos para economia de energia, construções leves e secas (Dados de Pesquisa, 2011).

Todavia, superpondo-se à necessidade atual de industrialização e racionalização, a inovação tecnológica somente se justifica se trazer consigo melhoria de desempenho / qualidade da edificação, bem como se for viável economicamente (Dados de Pesquisa, 2011).

A questão se resume em saber se a inovação tecnológica na construção civil veio para romper paradigmas no sentido de estabelecer uma nova cultura de construção no Brasil por ser comprovadamente mais sustentável, ou não passa de um artifício para suprir interesses puramente políticos e econômicos do “construbusiness”. Até que ponto a inovação tecnológica na construção civil pode contribuir para o desenvolvimento sustentável do setor no Brasil?

## 2 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho é apresentar as vantagens, sob o ponto de vista da eficiência ambiental, do sistema construtivo inovador constituído de paredes de concreto armado moldadas no local, sobre o sistema construtivo convencional constituído paredes de blocos cerâmicos sem função estrutural com espessura de 9 cm, utilizado para a construção de casas térreas.

### 2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Especificamente, dentre as etapas necessárias para o alcance do objetivo proposto, destacam-se:

- Caracterizar o sistema construtivo convencional em estudo.
- Caracterizar o sistema construtivo inovador em estudo, qual seja: sistema de paredes de concreto armado maciço moldadas no local.
- Relacionar os parâmetros de comparação: eficiência ambiental estabelecida através do alcance dos requisitos de desempenho.
- Destacar as vantagens do sistema inovador sobre o convencional sob os aspectos da eficiência ambiental.
- Estabelecer comparação econômico-financeira entre o sistema construtivo convencional e o sistema inovador.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 A CAIXA E A INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO BRASIL

Sendo a CAIXA detentora da “expertise” da Habitação no Brasil, a responsabilidade sobre o que financia é muito grande, na medida em que afeta milhões de pessoas que acreditam na Instituição e que serve de parâmetro para outras instituições financeiras no exercício de suas funções (Dados de Pesquisa, 2011).

Na posição de detentora de cerca de 70% do mercado imobiliário brasileiro, a CAIXA tem significativa responsabilidade no que tange aos aspectos socioambientais dos empreendimentos que financia. Por isso, estimula as construções sustentáveis para promover o uso dos recursos naturais e energéticos de forma sustentável (Prêmio Green Building Brasil, 2011).

Ciente de sua responsabilidade, a CAIXA anunciou, como um dos pressupostos para o sucesso da *Agenda Caixa para a Sustentabilidade*, a questão da Inovação e da Criatividade.

Em consonância com a Agenda CAIXA para a Sustentabilidade,

A CAIXA acredita que o verdadeiro crescimento dá-se com o avanço do desenvolvimento sustentável. Acreditar nisso é promover ações para a construção de um mundo melhor. Precisamos nos envolver em ações que assegurem o enraizamento de uma cultura que gere bons frutos em nosso modo de viver e no das gerações futuras da nação brasileira e da Terra (Agenda Caixa para a Sustentabilidade, 2011)

Oferecendo sua contribuição para a inserção de tecnologias inovadoras no mercado através da concessão de financiamentos, a CAIXA pode ser uma das grandes impulsionadoras de uma verdadeira transformação tecnológica da construção civil no País (Dados de Pesquisa, 2011).

Através da comparação entre sistemas construtivos convencionais e inovadores, é possível obter respostas, as quais servirão de subsídios para tomada de decisões acerca dos processos de construção de empreendimentos habitacionais aceitos na CAIXA.



### 3.2 HISTÓRICO RECENTE DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Após a 2ª Guerra Mundial e a necessidade de reconstrução da Europa, encontrou-se na inovação tecnológica uma alternativa para dar vazão à demanda acelerada da época. Muitas das edificações construídas com blocos de tijolo cerâmicos, artesanalmente assentados assim como ainda é feito no Brasil, deram lugar a construções executadas em paredes de concreto, bem como em outras tecnologias inusitadas para a época (Comunicação Pessoal, 2011).

No Brasil aconteceram eventos importantes, em épocas distintas (Comunicação Pessoal, 2011):

■ (1970 a 1983)

- Canteiro experimental em Narandiba/BA
- Canteiro experimental em Jardim Guaianazes/SP
- 30.000 unidades habitacionais em Itaquera/SP
- Mutirões em Goiás
- Prédios de Carapicuíba
- BNH (Banco Nacional de Habitação) contrata IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) para realizar o 1º estudo de avaliação de desempenho em unidades construídas com inovação tecnológica

É importante destacar que o primeiro passo no quesito de evolução da inovação da construção civil desta era, se deu com a iniciativa do BNH em contratar o IPT para realizar a primeira avaliação de desempenho no Brasil. Fundamentado em publicações internacionais, em 1983 o IPT consolidou, juntamente com o BNH, os conceitos de desempenho, muitos deles conhecidos e utilizados até hoje (Comunicação Pessoal, 2011).

Após a definição dos conceitos de desempenho pelo IPT e do impulso ocasionado pelo aquecimento do setor imobiliário nos anos 80, houve um interesse, tanto da cadeia produtiva quanto do meio acadêmico pela inovação da construção, sendo construídas duas Vilas Tecnológicas de importância, uma em São Paulo e outra na Bahia (Comunicação Pessoal, 2011).

O canteiro experimental de Narandiba em Salvador, na Bahia, foi considerado por muitos uma experiência bem sucedida pois, após décadas de sua construção, as casas resistem e são consideradas de bom padrão, sendo ocupadas pela classe média. É certo que sofreram algumas adaptações em função de que foram empregadas várias tecnologias estudadas em várias regiões do País, sem a devida preocupação às questões climáticas e culturais (Dados de Pesquisa, 2011).

Infelizmente, esse experimento não chamou a atenção dos estudiosos e do poder público, assim como merecia, uma vez que não houve registros do desempenho das inovações utilizadas, através de uma pesquisa pós-ocupação, tampouco houve tentativa de reprodução das tecnologias desenvolvidas (Comunicação Pessoal, 2011).

As tecnologias utilizadas foram placas de concreto, blocos de solo-cimento, alvenaria armada, painéis de madeira e de madeira com concreto, entre outros. O projeto envolveu 32 empresas com a construção de 64 unidades habitacionais (Dados de Pesquisa, 2011).

■ (1986)

- Incorporação do BNH com todo seu corpo técnico à Caixa Econômica Federal, que passou a figurar nas rodas de discussão sobre o desempenho das edificações.

■ (1988)

- Canteiro experimental em Heliópolis/SP – 42 sistemas (prédios)
- Canteiro experimental Adventista/SP – 30 sistemas (casas)
- Não houve avaliação de desempenho

O canteiro experimental de Heliópolis foi um programa de desfavelização vertical da gestão Paulo Maluf, idealizado na Gleba “L” do complexo de Heliópolis, construído em parceria com a COHAB (Companhia de Habitação). Em um total de 1272 unidades habitacionais projetadas, somente 600 unidades habitacionais foram concluídas, sendo que as demais foram paralisadas ou nem iniciadas. O resultado final das moradias foi considerado abaixo do esperado somando-se a isso outros problemas de falta de urbanização e infraestrutura, bem como de gestão pública em

geral. Por falta de interesse e iniciativa, não foram realizados estudos sobre o desempenho das unidades habitacionais (Dados de Pesquisa, 2011).

■ (1992 a 1995)

- PROTECH (Programa de Difusão de Tecnologia para a Construção de Baixo Custo) – Vilas Tecnológicas: Arraial do Cabo, Bauru, Contagem, Cuiabá, Curitiba, Goiânia, Juiz de Fora, Manaus, Porto Alegre, Ribeirão Preto, Salvador
- Algumas “vilas” passaram por avaliações de desempenho
- FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos) contrata IPT : 2º estudo de avaliação de desempenho

Foi criado pelo Governo Federal, em 1993, o PROTECH com o objetivo de fomentar a execução das Vilas Tecnológicas e Ruas das Tecnologias espalhadas pelo País. O objetivo do Programa era testar várias tecnologias inovadoras, conhecendo seu desempenho. Infelizmente, anteriormente a verificação dos resultados e disseminação das pesquisas, o programa foi extinto e ainda que tenham acontecido iniciativas isoladas de universidades e corpo técnico na busca pelos resultados obtidos, os mesmos não foram divulgados ou foram julgados insatisfatórios (Comunicação Pessoal, 2011).

Destaca-se que o primeiro estudo sobre desempenho encomendado ao IPT em 1983, foi novamente revisado pelo Instituto, dessa vez contratado pela FINEP em 1995, o que gerou a publicação de um encarte sobre o desempenho das edificações habitacionais (Comunicação Pessoal, 2011).

■ (1999)

- Manual FDS (Fundo de Desenvolvimento Social): homologação pela iniciativa privada
- CAIXA & Norma Brasileira de Desempenho

Algumas iniciativas mal sucedidas de construções com inovação tecnológica, inclusive com companhias de habitação sendo processadas, a CAIXA, como principal agente financiador já naquela época, sentiu-se pressionada a contribuir com a regulamentação da inovação tecnológica no Brasil, no intuito de que

os empreendimentos por ela financiados tivessem melhor qualidade, bom desempenho ao longo da vida útil e, não obstante, servissem como garantia por, pelo menos, o prazo de financiamento (Comunicação Pessoal, 2011).

Assim sendo, nos anos de 1998/1999, a CAIXA buscou a parceria do FINEP e juntos contrataram a Norma Brasileira de Desempenho ao COBRACON (Comitê Brasileiro de Construção Civil), atualmente CB-02 (Comunicação Pessoal, 2011).

■ (2003 a 2007)

- CAIXA E CDHU (Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo) criam normas internas para aprovação de sistemas inovadores

Ainda que sem o amparo legal da Norma de Desempenho, a necessidade, ainda que em pequena escala, de analisar e eventualmente aprovar sistemas construtivos inovadores, fez com que a CAIXA e a CDHU/SP criassem suas próprias metodologias de análise, baseadas no encarte do IPT de 1995.

■ (2007 a 2008)

- Ministério das Cidades cria o SINAT (Sistema Nacional de Avaliação Técnica de Produtos Inovadores)
- Norma Brasileira de Desempenho NBR 15.575 é publicada

O Ministério das Cidades, trilhando mais um passo em sua trajetória em busca da qualidade na construção civil, após ter criado o PBQP-H (Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat) em 2003, em 2007 cria o SINAT com o objetivo de regular a avaliação técnica de produtos inovadores da construção civil no Brasil (Dados de Pesquisa, 2011).

Já a Norma de Desempenho, apesar de ter sido publicada em 2008 e ter ficado aberta a discussões durante longo período, somente às vésperas de entrar em vigor em abril de 2010, foi que a indústria da construção civil se mobilizou para discuti-la e criticá-la, fazendo com que a mesma entrasse em processo de revisão (Dados de Pesquisa, 2011).

■ Atualmente

- NBR 15.575:2008 está em vigor, porém em processo de revisão
- CAIXA segue normatização interna e as diretrizes do SINAT
- CAIXA é referência em análise e aprovação de sistemas inovadores no País: o que está aprovado pela CAIXA é aceito, tanto pela sociedade civil e técnica, quanto pelas demais instituições financeiras
- CAIXA tem voto no SINAT

Até meados da década de 90 a inovação tecnológica na construção civil não obteve êxito, sendo que tanto a maioria dos empreendimentos experimentais quanto as vilas tecnológicas, não foram aprovadas pela sociedade civil e comunidade técnica, pois não obtiveram o resultado esperado ao longo dos anos, ou não foram analisadas, ou foram analisadas de forma incorreta (Dados de Pesquisa, 2011).

As iniciativas isoladas da década de 90 foram, em sua maioria abandonadas, não sendo objeto de estudos posteriores na próxima década (Dados de Pesquisa, 2011).

Segundo artigo de Klavdianos (Informativo COMAT, 2011),

Ficamos a mercê da conclusão do consultor imobiliário, ou oráculo da construção civil, que nos alerta sempre que tentamos passar da linha, baseado sabe lá em que pesquisa científica que, em virtude da cultura do brasileiro, jamais poderemos abdicar do bloco cerâmico de 8 furos.

Após mais de uma década estagnada por falta de interesse e incentivo, somente por volta dos anos de 2008 / 2009, a inovação tecnológica na construção civil começou a ressurgir e tomar vulto, sendo incentivada pelo governo federal através do Ministério das Cidades e do Ministério da Ciência e Tecnologia. O primeiro fazendo a regulamentação dos procedimentos e parâmetros para a aprovação da inovação criando o SINAT, e o segundo promovendo o fomento ao desenvolvimento de laboratórios e experimentos (Dados de Pesquisa, 2011).

### 3.3 SISTEMA CONSTRUTIVO CONVENCIONAL

Por sistema, segundo a NBR 15.575:2008, entende-se que sistema é a maior parte funcional de uma edificação, formado pelo conjunto de elementos e componentes destinados a cumprir uma macro-função que a define (exemplo: fundação, estrutura, vedações verticais, instalações hidrossanitárias, cobertura).

Já por produto inovador, encontra-se no Regimento Geral do SINAT (2007), a seguinte definição:

Produto inovador: sistema ou subsistema construtivo que não seja objeto de norma brasileira descritiva e não tenha tradição de uso no território nacional. O SINAT compreende, ainda, processos construtivos inovadores ou que, de alguma forma, se constituem inovações em relação ao processo convencional da construção civil no Brasil (Regimento Geral do SINAT, 2007)

Sendo assim, depreende-se por sistema construtivo convencional, aquele para o qual existe normalização prescritiva, com respectiva norma brasileira publicada pela ABNT ou, ainda, àquele consagrado pelo uso no Brasil.

#### 3.3.1 Exemplos de Sistemas Construtivos Convencionais

Alvenaria estrutural; estrutura de concreto armado com paredes de vedação em alvenaria de blocos de concreto assentados com argamassa; estrutura metálica com fechamentos normalizados diversos.

### 3.4 SISTEMA CONSTRUTIVO INOVADOR

Com base na definição de produto inovador transcrita acima, entende-se por sistema construtivo inovador aquele para o qual não existe normalização prescritiva a respeito, tampouco é conhecido ou consagrado pelo uso no País.

### 3.4.1 Exemplos de Sistemas Construtivos Inovadores

- ❖ Paredes de concreto armado maciço moldadas no local ou pré-moldadas;
- ❖ Paredes de concreto armado com ar incorporado moldadas no local;
- ❖ Paredes em concreto celular moldadas no local;
- ❖ Paredes de concreto leve aditivado com termopolímero;
- ❖ Sistema Light Steel Framing;
- ❖ Sistema Light Wood-Framing;
- ❖ Paredes com placas de EPS e argamassa armada projetada;
- ❖ Paredes de blocos cerâmicos com concreto armado, pré-moldadas;
- ❖ Paredes formadas por sanduíche de painéis de PVC com recheio de concreto armado, moldadas no local;
- ❖ Paredes e lajes em concreto armado alveolar
- ❖ Paredes formadas por sanduíche de chapas galvalumes com recheio de poliuretano;
- ❖ Paredes formadas por blocos de EPS preenchidos com concreto;
- ❖ Sistema de paredes formado por blocos de gesso de vedação;
- ❖ Paredes de blocos de solo-cimento encaixáveis.

Salienta-se que alguns dos sistemas acima mencionados já tiveram seu desempenho comprovado através da realização de estudos e ensaios conforme normalização; todavia, também alguns deles ainda carecem de estudos para comprovação de desempenho (Dados de Pesquisa, 2011).

Importante destacar que a sequência de sistemas inovadores listadas acima não guarda relação alguma com quaisquer sistemas já aceitos ou aprovados na Caixa Econômica Federal (Dados de Pesquisa, 2011).

Os sistemas relacionados acima foram objeto de pesquisas a despeito dos sistemas construtivos mais comumente conhecidos no Brasil e disponíveis no mercado.

### 3.5 SISTEMA NACIONAL DE AVALIAÇÃO TÉCNICA DE PRODUTOS INOVADORES – SINAT

O Governo Federal, através do Ministério das Cidades e no âmbito do PBQP-H, se antevendo à iminente industrialização da construção civil, criou em 2007 o SINAT, que hoje traça as diretrizes para a aprovação e regulamentação de produtos inovadores no Brasil.

Na página principal do SINAT na internet, no site do Ministério das Cidades, tem-se a seguinte definição:

O Sistema Nacional de Avaliação Técnica é uma iniciativa de mobilização da comunidade técnica nacional para dar suporte à operacionalização de um conjunto de procedimentos reconhecido por toda a cadeia produtiva da construção civil, com o objetivo de avaliar novos produtos utilizados nos processos de construção.

A meta que mobiliza a comunidade técnica é o estímulo à inovação tecnológica, aumentando o leque de alternativas tecnológicas disponíveis para a produção habitacional [...]

O SINAT é proposto para suprir, provisoriamente, lacunas da normalização técnica prescritiva, ou seja, para avaliar produtos não abrangidos por normas prescritivas.

A operacionalização do SINAT representa, efetivamente, a criação de uma infra-estrutura fundamental para o desenvolvimento tecnológico da construção civil. (Site do Ministério das Cidades)

Dessa forma, a principal preocupação do SINAT, relativamente a sistemas construtivos inovadores, é garantir sua qualidade de modo que satisfaçam condições mínimas segundo requisitos de desempenho de segurança estrutural e ao fogo, conforto térmico e acústico, estanqueidade, durabilidade e outros julgados necessários dependendo da inovação proposta (Dados de Pesquisa, 2011).

Para ser avaliado e aprovado pelo SINAT, a proposta de um sistema construtivo inovador deve ser acompanhada de um RTA (Relatório Técnico de Avaliação), elaborado por uma ITA (Instituição Técnica Avaliadora) credenciada no SINAT, a qual deve concluir, com base em ensaios de laboratório e/ou protótipo, simulações, cálculos, análises de projeto, entre outros, se o sistema atende os requisitos de desempenho estabelecidos nas Diretrizes SINAT e na NBR 15.575:2008 (Dados de Pesquisa, 2011).

De acordo com o Regimento do SINAT (ANEXO I), com o devido acompanhamento/monitoramento e controle tecnológico de uma obra na qual o sistema seja utilizado e com o intuito que verificar a conformidade do que esta sendo



executado com o que foi aprovado, tendo resultados positivos o sistema recebe o DATEC (Documento de Avaliação Técnica), que é a efetiva certificação do sistema e que pode ser cancelada, a qualquer momento, caso o sistema não apresente conformidade.

O SINAT em muito veio a contribuir com o avanço tecnológico da construção civil, na medida em que regula a entrada de produtos inovadores no mercado, recebendo aprovação somente aqueles que comprovem qualidade / desempenho (Dados de Pesquisa, 2011).

### 3.6 NORMA BRASILEIRA DE DESEMPENHO – NBR 15.575:2008

Entende-se por desempenho o comportamento de um produto / sistema ao longo do tempo ou do uso (NBR 15.575-1:2008). Esse conceito, novo no Brasil, em que pese a questão de se considerar a qualidade de uma edificação ao longo de sua vida útil, pode causar muitos questionamentos, pois paira a dúvida sobre o desempenho dos sistemas convencionais hoje existentes e utilizados (Dados de Pesquisa, 2011).

Por enquanto, não há obrigatoriedade de comprovação de desempenho pelos sistemas convencionais, motivo pelo qual, provavelmente em um futuro próximo, as normas prescritivas devam ser revisadas (Dados de Pesquisa, 2011).

A Norma de Desempenho foi formatada para servir de parâmetro a todo e qualquer sistema construtivo, não apenas os inovadores. Entretanto, para esses últimos ela tornou-se obrigatória por exigência do SINAT (Dados de Pesquisa, 2011).

De acordo com a NBR 15.575-1:2008, “A abordagem desta Norma explora conceitos que muitas vezes não são considerados em Normas prescritivas específicas, como, por exemplo, a durabilidade dos sistemas, a manutenibilidade da edificação [...]”, bem como as exigências dos usuários (Dados de Pesquisa, 2011).

Destaca-se que os requisitos de desempenho objeto deste estudo, compreendem: segurança estrutural, segurança ao fogo, estanqueidade, desempenho térmico, desempenho acústico, durabilidade e manutenibilidade.

Os demais requisitos de desempenho abordados na NBR 15.575-1:2008, ainda que importantes, não serão objeto deste estudo, uma vez que, praticamente, independem do tipo de sistema construtivo para serem atendidos, dentre os quais

tem-se, por exemplo, o conforto lumínico relacionado às dimensões das aberturas (janelas) e o conforto antropodinâmico relacionado ao esforço.

A NBR 15.575-1:2008, define como exigências do usuário o “conjunto de necessidades do usuário do edifício habitacional a serem satisfeitas por este (e seus sistemas), de modo a cumprir com suas funções.”

Vale ressaltar que a referência para o estabelecimento de requisitos e critérios utilizados, relativos às exigências/necessidades do usuário, são abordados na NBR 15.575-1:2008, conforme a seguir:

Segurança: segurança estrutural; segurança ao fogo; segurança no uso e na operação.  
Habitabilidade: estanqueidade, desempenho térmico; desempenho acústico; desempenho lumínico; saúde, higiene e qualidade do ar; funcionalidade e acessibilidade; conforto tátil e antropodinâmico.  
Sustentabilidade: durabilidade; manutenibilidade; impacto ambiental.

Considerando que o conceito de conforto ambiental está intimamente ligado com o atendimento às necessidades e exigências do usuário, resta saber se uma edificação / sistema construtivo que apresente um desempenho comprovadamente atestado e adequado, será mais sustentável do que aquela conhecida e utilizada pelo método convencional.

Salienta-se que a construção sustentável pode ser definida como um produto da moderna sociedade tecnológica (Leandro, 2010).

### 3.7 RELAÇÃO ENTRE O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E OS REQUISITOS DE DESEMPENHO

É impossível separar os conceitos de desenvolvimento sustentável na construção civil com os de requisitos de desempenho.

Conforme Nerbas (2009), o conforto ambiental que é o conjunto das necessidades dos usuários nas edificações, é matéria cada vez mais presente e discutida nos congressos que estudam o ambiente construído e suas relações com o homem, procurando melhorar a qualidade de vida das pessoas.

Assim, o conforto ambiental das edificações pode ser interpretado como a adequação da edificação ao uso do homem, respeitando condições térmicas, de ventilação, insolação, acústica, visual, tátil e antropodinâmica, capazes de alterar o

desempenho da edificação e das pessoas que nela habitam (Dados de Pesquisa, 2011).

Ou, ainda, conforto ambiental pode ser definido como o conjunto de requisitos que tornam o ambiente melhor. Pode ser a conjunção de conforto térmico, conforto acústico, conforto visual, conforto antropodinâmico e mais o que for importante para o ambiente construído, bem como exigido e necessário para o usuário (Dados de Pesquisa, 2011).

No Brasil, vários estudos apontam que, em 80% dos casos, o conforto ambiental está relacionado ao conforto térmico. Porém, em cidades como São Paulo, por exemplo, o conforto acústico já passa a ter grande relevância (Dados de Pesquisa, 2011).

Em análise a cada um dos principais requisitos de desempenho, de acordo com a NBR15.575:2008, tem-se a relação do conforto ambiental com o desenvolvimento sustentável, conforme a seguir:

### 3.7.1 Segurança Estrutural e Sustentabilidade

De acordo com a NBR15.575-1 e ABNT NBR 8681, “os estados limites de uma estrutura estabelecem as condições a partir das quais a estrutura apresenta desempenho inadequado à finalidade de construção.”

Para a comprovação do requisito de segurança estrutural é necessária a comprovação de atendimento dos requisitos de Estabilidade e Resistência Estrutural, assim como de Deformações, Fissurações e Ocorrências de Outras Falhas (NBR 15.575-1:2008), sendo que os testes devem contemplar ensaios de impacto de corpo duro e corpo mole, impacto de portas, compressão excêntrica, peças suspensas, além de análise de projeto.

Os requisitos gerais para o edifício habitacional, segundo a NBR 15.575-1:2008, são:

- a) Não ruir ou perder a estabilidade de nenhuma de suas partes;
- b) Prover segurança aos usuários sob ação de impactos, choques, vibrações e outras solicitações decorrentes da utilização normal do edifício, previsíveis na época do projeto;
- c) Não provocar sensação de insegurança aos usuários pelas deformações de quaisquer elementos do edifício, previsíveis na época do projeto;

- d) Não provocar sensação de insegurança aos usuários pelas deformações de quaisquer elementos do edifício, admitindo-se tal exigência atendida caso as deformações se mantenham dentro dos limites estabelecidos nesta Norma;
- e) Não repercutir em estados inaceitáveis de fissuração de vedação e acabamentos;
- f) Não prejudicar a manobra normal de partes móveis, como portas e janelas, nem repercutir no funcionamento normal das instalações em face das deformações dos elementos estruturais;
- g) Cumprir as disposições das ABNT NBR 5629, ABNT NBR 11682, ABNT NBR 6122 relativamente às interações com o solo e com o entorno do edifício.

Se uma edificação comprovadamente atende o requisito de segurança estrutural, isso quer dizer que terá vida útil de, no mínimo 40 anos. Com necessidade de manutenção é certo, mas sem risco de colapso da estrutura, bem como de ocorrência de danos físicos importantes que a comprometam (Dados de Pesquisa, 2011).

Conseqüentemente, não havendo necessidade de reparos e podendo-se utilizar a unidade habitacional por mais tempo, incorrer-se-á em economia de materiais e energia a longo prazo (Dados de Pesquisa, 2011).

Vale destacar, pela análise dos requisitos elencados, que a segurança estrutural está também intrinsecamente relacionada ao atendimento da necessidade de conforto do usuário, em que pese a “sensação de segurança” (Dados de Pesquisa, 2011).

### 3.7.2 Segurança ao Fogo e Sustentabilidade

As exigências da NBR 15.575-1:2008, relacionadas à segurança da edificação contra incêndios, são pautadas em:

- a) Baixa probabilidade de início de incêndio;
- b) Alta probabilidade dos usuários sobreviverem sem sofrer qualquer injúria;
- c) Reduzida extensão de danos à propriedade e à vizinhança imediata ao local de origem do incêndio.

Um dos ensaios que verifica o requisito de segurança ao fogo, indica se a edificação resiste à exposição ao fogo por pelo menos 30 minutos, sem entrar em colapso (Dados de Pesquisa, 2011).

Ainda, pode fornecer resultados sobre o nível de toxicidade da fumaça proveniente, exigindo que os materiais empregados tenham um nível de combustão limite, bem como sejam adequados à saúde humana e ao meio ambiente (Dados de Pesquisa, 2011).

A comprovação dos requisitos de segurança contra ao fogo, envolvem: Dificultar o Princípio de Incêndio, Facilitar a Fuga em Situação de Incêndio, Dificultar a Inflamação Generalizada, Dificultar a Propagação do Incêndio, Segurança Estrutural, Sistema de Extinção e Sinalização de Incêndio (NBR 15.575-1:2008).

A segurança contra incêndio pode envolver apenas a proteção da vida ou ir além, visando a redução de danos ao meio ambiente, ao controle de perdas de natureza econômica ou à garantia da continuidade das atividades desenvolvidas (IPT, 2011).

### 3.7.3 Conforto / Desempenho Térmico e Sustentabilidade

A NBR 15.575-1:2008, explica:

A edificação habitacional deve reunir características que atendam às exigências de desempenho térmico, considerando-se a região de implantação da obra e as respectivas características bioclimáticas definidas na ABNT NBR 15220-3 e considerando-se que o desempenho térmico do edifício depende do comportamento interativo entre fachada, cobertura e piso.

Para a verificação do requisito de conforto térmico, são realizadas avaliações no sistema, através de simulações computacionais ou ensaios em protótipo, considerando dias típicos de inverno e verão, zona bioclimática, orientação solar, entre outros (Dados de Pesquisa, 2011).

[...] cada cidade é composta por um mosaico de microclimas diferentes; os mesmos fenômenos que caracterizam o mesoclima urbano existem em miniaturas por toda a cidade, como pequenas ilhas de calor, bolsões de poluição atmosférica e diferenças locais no comportamento dos ventos (Duarte e Serra 2003).

Os níveis de desempenho/conforto térmico enquadram-se em mínimo, intermediário e superior, sendo que, por norma, o nível mínimo já é suficiente.

Devido à dimensão do território nacional, onde a variação de clima entre as regiões é altamente considerável, na medida em que se tem temperaturas

superiores a 40°C em algumas regiões e temperaturas inferiores a 0°C em outras, além de outras variáveis como a umidade relativa do ar, por exemplo, para efeito de mensuração e segundo o Zoneamento Bioclimático Brasileiro (NBR 15220-3:2005, ABNT), o Brasil foi dividido em 8 zonas bioclimáticas, representadas pelas seguintes cidades (FIGURA 1), a saber:

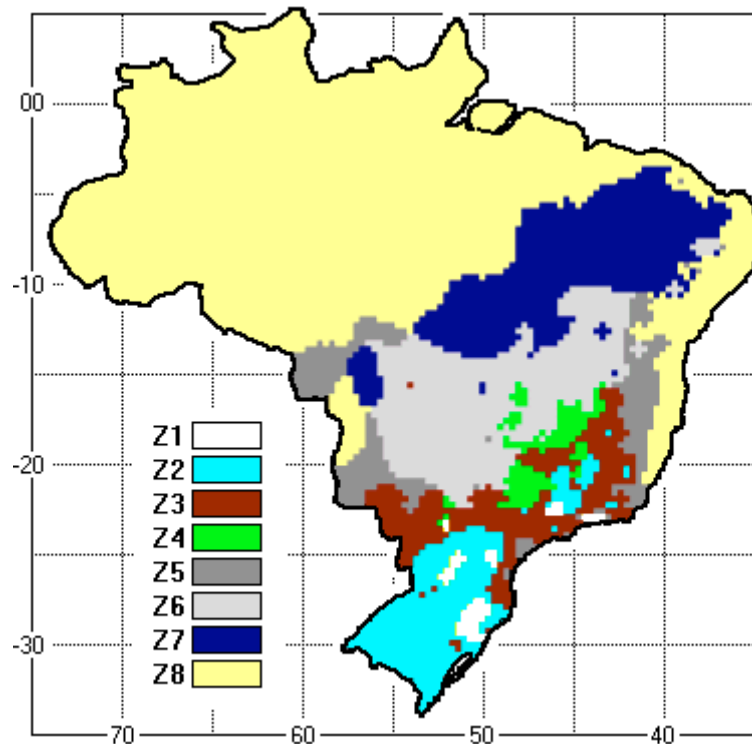


FIGURA 1. MAPA DO ZONEAMENTO BIOCLIMÁTICO BRASILEIRO  
 FONTE: ABNT NBR 15.220-3:2005

- Z1 : Zona 1 - Curitiba
- Z2 : Zona 2 - Ponta Grossa
- Z3 : Zona 3 - São Paulo
- Z4 : Zona 4 - Brasília
- Z5 : Zona 5 - Araçatuba
- Z6 : Zona 6 - Campo Grande
- Z7 : Zona 7 - Cuiabá
- Z8 : Zona 8 - Belém

Vale salientar que, eventualmente, o nível mínimo de desempenho térmico somente é atendido com a pintura das paredes das fachadas da edificação em determinadas tonalidades de cores, com ventilação e sombreamento das janelas,

sendo que nesse caso entende-se por sombreamento a colocação de cortinas, toldos ou “brises” (Dados de Pesquisa, 2011).

Especificamente com relação ao conforto térmico, atribui-se como sendo um dos mais importantes quando o assunto é sustentabilidade e economia de energia, pois com níveis de desempenho térmico adequados, economiza-se energia (ar-condicionado, ventiladores, lâmpadas acesas), água (menos banhos), melhora da qualidade de vida das pessoas, de um modo geral, com minimização de doenças relacionadas (Dados de Pesquisa, 2011).

Nesse sentido, o conforto térmico guarda relação direta com a eficiência energética de uma edificação.

Segundo Lamberts et al. (2004), “o projeto eficiente sob o ponto de vista energético deve garantir uma perfeita interação entre o homem e o meio em todas as escalas da cidade: global, regional e local.”

[...] pode ser entendido como a obtenção de um serviço com baixo dispêndio de energia. Portanto, um edifício é considerado mais eficiente do que outro se esta edificação oferece as mesmas condições ambientais com menor consumo de energia (LAMBERTS et al., 2004).

#### 3.7.4 Conforto / Desempenho Acústico e Sustentabilidade

Segundo a NBR 15.575-1:2008, tem-se em generalidades:

De forma a gerar conforto acústico a seus ocupantes, o edifício habitacional deve apresentar isolamento acústico adequado das vedações externas, no que se refere aos ruídos aéreos provenientes do exterior da habitação, e isolamento acústico adequado entre ambientes.

Os requisitos de desempenho acústico a serem considerados são: Isolação Acústica de Vedações Externas, Isolação Acústica Entre Ambientes, Ruídos por Impactos e Ruídos de Equipamentos (NBR 15.575-1:2008).

Quando se atende os requisitos de conforto em uma edificação, a tendência é que haja maior permanência dos habitantes na mesma, que os mesmos convivam com mais tranquilidade e desempenhem suas funções com maior efetividade (Dados de Pesquisa, 2011).

Desconfortos com ruídos provenientes do meio externo, a chamada poluição sonora, pode ser consideravelmente minorada, assim contribuindo com a melhoria da qualidade de vida das pessoas e do planeta (Dados de Pesquisa, 2011).

Ressalta-se que níveis de ruído superiores a 50 dB podem causar a perda da audição em seres humanos (Dados de Pesquisa, 2011).

Segundo Nerbas (2009),

O desempenho da edificação sob o aspecto de conforto acústico se faz necessário para promover ao homem o adequado desenvolvimento das suas atividades diárias (descanso, lazer ou trabalho). Além disso, o conforto acústico eficiente nos ambientes pode minimizar a incidência de estresse no homem, pois ambientes mais silenciosos facilitam a concentração.

Ademais, a acústica passa a merecer maior atenção na fase de projeto, na medida em que a solução de isolamento deve ser contemplada durante a execução da obra pois, diferentemente do conforto térmico que pode ser melhorado através de aparelhos de ar-condicionado, por exemplo, é quase impossível fazer isolamento acústico após a obra pronta (Dados de Pesquisa, 2011).

### 3.7.5 Estanqueidade e Sustentabilidade

A exposição à água de chuva, à umidade proveniente do solo e aquela proveniente do uso do edifício habitacional, inclusive quanto à condensação, devem ser consideradas em projeto, pois a umidade acelera os mecanismos de deterioração e acarreta a perda das condições de habitabilidade e de higiene do ambiente construído (NBR 15.575-1:2008).

Normalmente a entrada de água na edificação se dá pela combinação de chuva e vento (Dados de Pesquisa, 2011).

A comprovação dos requisitos relativos à estanqueidade, envolvem: Estanqueidade a Fontes de Umidade Externas à Edificação, Estanqueidade a Fontes de Umidade Internas à Edificação (NBR 15.575-1:2008).

Considerando que os problemas relativos à falta de estanqueidade encontram-se nas aberturas da edificação, principalmente nos vãos das janelas



onde encontram-se as esquadrias, se as mesmas tiverem melhor qualidade e atenderem aos parâmetros esperados, terão melhor funcionalidade e levarão mais tempo para serem substituídas. Nesse caso, há economia de carga ambiental tanto na produção e transporte da nova esquadria, quanto na quantidade de resíduos lançados ao meio-ambiente (Dados de Pesquisa, 2011).

Com a exigência de atendimento ao requisito de estanqueidade à água, os fornecedores de elementos e componentes empregados na construção são obrigados a se enquadrar, colocando no mercado somente materiais de qualidade satisfatória, não descartáveis e que tenham vida útil adequada ao uso (Dados de Pesquisa, 2011).

No que se refere aos sistemas inovadores, principalmente àqueles pré-moldados / pré-fabricados, merece atenção especial as ligações entre as peças pré-moldadas/fabricadas, sejam paredes com paredes, paredes com lajes, entre outras.

Uma edificação estanque à água contribui para a eficiência energética da mesma em vários sentidos, pois infiltrações podem interferir nos níveis de conforto térmico, tátil e visual, na medida em que visualizar e tocar uma área úmida de infiltração pode causar transtornos aos usuários. Pode ainda, em níveis severos, comprometer a estrutura da edificação quando da corrosão de armaduras, por exemplo (Dados de Pesquisa, 2011).

A ausência de infiltrações contribui ainda para a economia com produtos de limpeza e melhoria da saúde e qualidade de vida dos moradores e do meio ambiente de forma geral (Dados de Pesquisa, 2011).

Segundo dados extraídos do Diagnóstico sobre Manifestações Patológicas Relacionadas a Problemas de Estanqueidade em Ambientes Físicos do Campus Natal (Vasconcelos e Pereira, 2009),

Quanto à habitabilidade do imóvel, os usuários normalmente exigem os seguintes fatores: estanqueidade, conforto higrotérmico, conforto acústico, luminosidade, higiene/limpeza, qualidade do ar, funcionalidade, acessibilidade, conforto tátil, estética e conforto visual. No que se refere à sustentabilidade, são requisitos das edificações: durabilidade, facilidade de manutenção e adequação ambiental, todos possuindo relações com o tema da estanqueidade das obras.

### 3.7.6 Durabilidade e Sustentabilidade

Em muitas bibliografias encontra-se o conceito de sustentabilidade atrelado ao conceito de durabilidade. Em alguns idiomas, inclusive, os conceitos das duas palavras são sinônimos ou se misturam (Dados de Pesquisa, 2011).

A Durabilidade do edifício e de seus sistemas é uma exigência econômica do usuário, pois está diretamente associada ao custo global do bem imóvel. A durabilidade de um produto se extingue quando ele deixa de cumprir as funções que lhe forem atribuídas, quer seja pela degradação que o conduz a um estado insatisfatório de desempenho, quer seja por obsolescência funcional (NBR 15.575-1:2008).

Uma edificação que atenda ao requisito da Durabilidade irá contribuir, sobremaneira, para uma diminuição significativa de carga ambiental, ainda mais se for considerada toda a cadeia produtiva da construção civil a qual envolve, além da produção dos materiais, o transporte dos mesmos, por vezes por longas distâncias e até entre países. Exemplificando, somente a calcinação da cal durante a produção do “clínquer” para obtenção do cimento portland é responsável por, aproximadamente, 3% do CO<sub>2</sub> gerado no mundo (Dados de Pesquisa, 2011).

Vale salientar que recursos adicionais de manutenção, desmobilização e demolição são também consumidos após a etapa de construção da edificação e, em função disso, o setor é também responsável pelo consumo de parte significativa de energia, água e pela geração de poluentes (John, et al., 2001).

A NBR 5674:99 dispõe:

As edificações são o suporte físico para a realização direta ou indireta de todas as atividades produtivas, e possui, portanto, um valor social fundamental. Todavia, as edificações apresentam uma característica que as diferenciam de outros produtos: elas são construídas para atender seus usuários durante muitos anos, e ao longo deste tempo de serviço devem apresentar condições adequadas ao uso a que se destinam, resistindo aos agentes ambientais e de uso que alteram suas propriedades técnicas iniciais.

### 3.7.7 Manutenibilidade e Sustentabilidade

Requisito fundamental quando o assunto é a manutenção dos edifícios, é a Manutenibilidade do Edifício e de Seus Sistemas (NBR 15.575-1:2008).

Segundo DeSimone e Poppof (1998), “uma forma de aumentar a produtividade dos recursos é aumentar a vida útil dos produtos.”

Como visto anteriormente, quanto maior a durabilidade de uma edificação, tanto mais ela será sustentável. Nesse ínterim, o requisito de manutenibilidade está estreitamente relacionado ao requisito durabilidade, na medida em que o imóvel, ao receber manutenção preventiva e corretiva, maior durabilidade terá (Dados de Pesquisa, 2011).

No setor da construção isto implica na produção de edifícios que podem ser mantidos e operados com o mínimo de recursos, facilmente melhorados ou reformados. O edifício é demolido somente quando estas operações não forem mais possíveis e os componentes obtidos da demolição são utilizados novamente em um “novo” edifício ou, se estes já tiverem atingido a sua vida útil, são reciclados (John e Agopyan, 2000).

#### 4 METODOLOGIA

O estudo será desenvolvido partindo-se da definição de sistema construtivo convencional, caracterização, pontos positivos e negativos levantados em referências bibliográficas, pesquisas de campo e entrevistas com profissionais da área. Da mesma forma, os sistemas construtivos inovadores propostos à CAIXA serão relacionados, caracterizados, destacando-se seus pontos positivos e negativos, bem como suas vantagens em relação ao convencional.

Além de entrevistas, visitas técnicas e de campo, análise de bibliografia, principalmente da Norma de Desempenho e das Diretrizes SINAT, na busca por respostas que delineassem a direção a ser seguida, bem como subsidiassem as decisões, foram realizadas as seguintes atividades:

- Visita à Universidade de Campinas - UNICAMP, na cidade de Campinas/SP, com a finalidade de conhecer casa construída com sistema de paredes utilizando-se fibras de bambu (FIGURA 2).



FIGURA 2. CASA COM PAREDES DE FIBRAS DE BAMBU, CAMPINAS/SP  
FONTE: Dados de pesquisa (2011)

- Visita à ITA credenciada no SINAT, IPT, na cidade de São Paulo/SP, com a finalidade de tomar conhecimento dos métodos de ensaios utilizados para comprovação dos requisitos de desempenho (FIGURA 3).



FIGURA 3. LABORATÓRIO DO IPT DE ENSAIO DE DESEMPENHO ACÚSTICO E RESISTÊNCIA FOGO, SÃO PAULO/SP  
FONTE: Dados de pesquisa (2011)

- Visita a protótipo construído pelo sistema construtivo estruturado em perfis leves de aço conformados a frio com fechamento em chapas delgadas, denominado sistema leve tipo “light steel framing”, na cidade de São Paulo/SP (FIGURA 4).



FIGURA 4. CASA CONSTRUÍDA PELO SISTEMA “LIGHT STEEL-FRAMING”, SÃO PAULO/SP  
FONTE: Dados de pesquisa (2011)

- Visita ao canteiro de obras de empreendimento habitacional com sistema construtivo de paredes de concreto leve armado com aço galvanizado, moldadas no local, na cidade de São José dos Campos/SP (FIGURA 5).



FIGURA 5. EDIFICAÇÃO EM PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS NO LOCAL, SÃO JOSÉ DOS CAMPOS/SP  
FONTE: Dados de pesquisa (2011)

- Visita à fábrica e canteiro de obras de unidade habitacional sendo construída com painéis pré-fabricados de paredes de blocos cerâmicos e concreto armado, em Itapira/SP (FIGURA 6).



FIGURA 6. CASA COM SISTEMA DE PAREDES PRÉ-FABRICADAS DE BLOCOS CERÂMICOS E CONCRETO, ITAPIRA/SP  
FONTE: Dados de pesquisa (2011)

- Visita a canteiro de obras de empreendimento habitacional com sistema de painéis pré-moldados de paredes de concreto armado maciço, em São José dos Pinhais/PR (FIGURA 7).



FIGURA 7. EDIFICAÇÃO COM PAREDES DE CONCRETO PRÉ-MOLDADAS, SÃO JOSÉ DOS PINHAIS/PR  
FONTE: Dados de pesquisa (2011)

- Visita a empreendimento habitacional construído com paredes de concreto armado moldadas no local, em Ponta Grossa/PR (FIGURA 8).

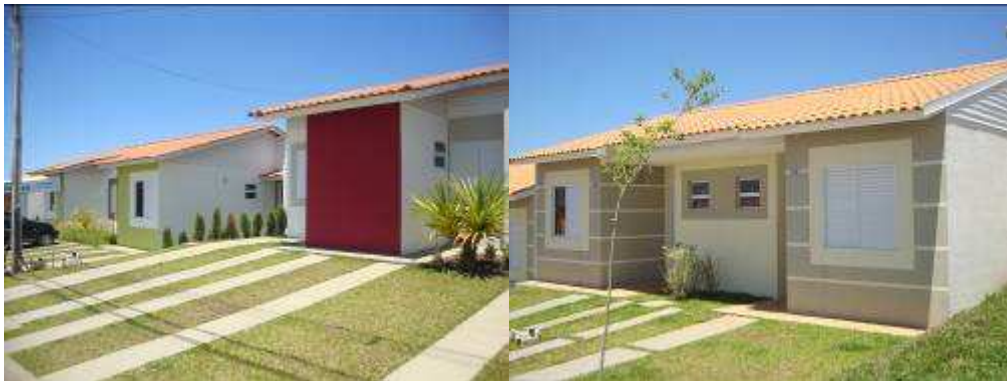


FIGURA 8. CASAS DE PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS NO LOCAL  
FONTE: Dados de pesquisa (2011)

- Visita à unidade habitacional construída com paredes de concreto armado e PVC rígido, no estado de Santa Catarina (FIGURA 9).

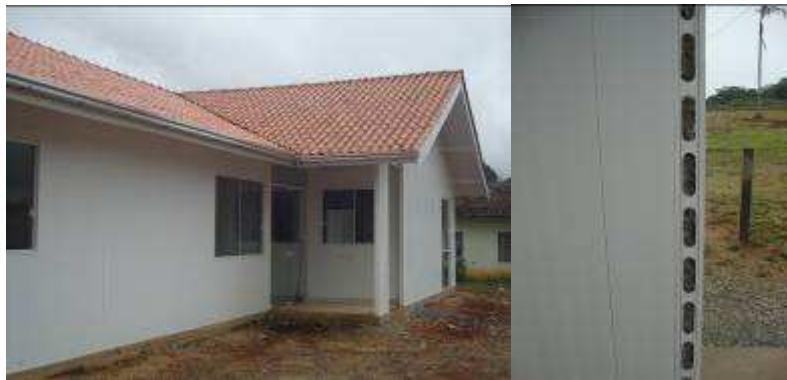


FIGURA 9. CASA EM SISTEMA DE PAREDES DE CONCRETO COM FORMA DE PVC RÍGIDO, NO ESTADO DE SANTA CATARINA  
FONTE: Dados de pesquisa (2011)

- Visita a empreendimento habitacional construído de blocos de solo-cimento na comunidade de Manguinhos no Rio de Janeiro/RJ (FIGURA 10).



FIGURA 10. EMPREENDIMENTO HABITACIONAL CONSTRUÍDO COM BLOCOS DE SOLO-CIMENTO APARENTES, NA COMUNIDADE DE MANGUINHOS, RIO DE JANEIRO/RJ

FONTE: Dados de pesquisa (2011)

- Visita a empreendimento habitacional construído em alvenaria estrutural sem revestimento, na cidade de Manaus/AM (FIGURA 11).



FIGURA 11. EMPREENDIMENTO HABITACIONAL CONSTRUÍDO COM BLOCOS CERÂMICOS ESTRUTURAIS, MANAUS/AM

FONTE: Dados de pesquisa (2011)

#### 4.1 TIPOLOGIA PADRÃO - CARACTERIZAÇÃO

Como o objetivo é destacar as vantagens do sistema inovador sobre o convencional no que diz respeito aos aspectos de eficiência ambiental, adotou-se uma tipologia padrão (FIGURA 12), conforme projeto utilizado pela Cia.Casa Sistemas Construtivos (Pita, 2011), com as seguintes características:



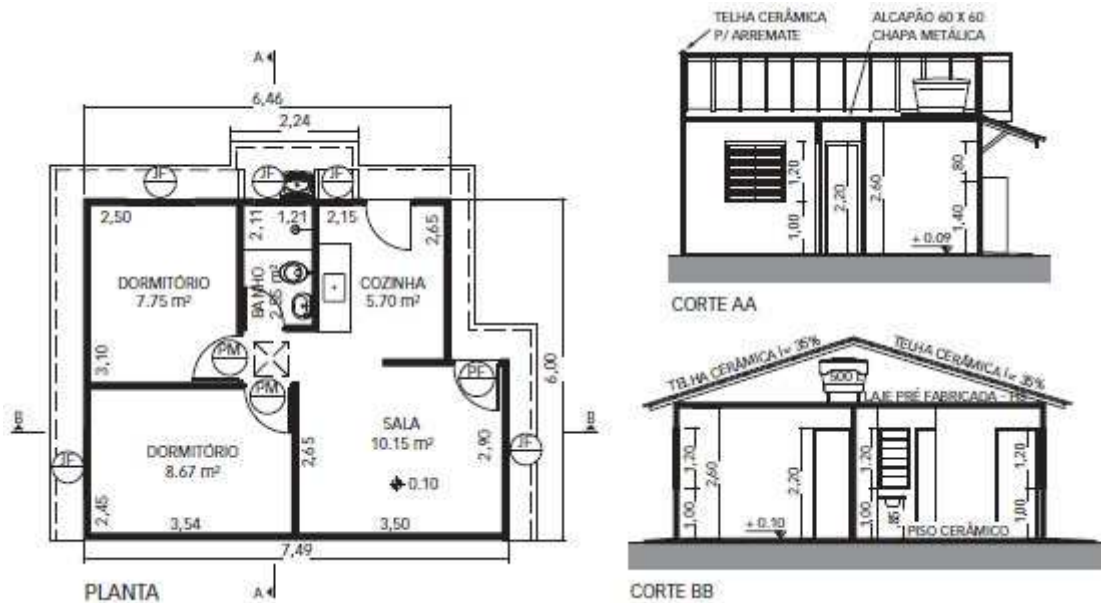


FIGURA 12. PROJETO DA TIPOLOGIA DE ANÁLISE PADRÃO CIA.CASA SISTEMAS CONSTRUTIVOS  
 FONTE: REVISTA INFRAESTRUTURA URBANA (EDIÇÃO 08, NOV/2011)

- Casa de 1 pavimento ou térrea;
- Dependências: sala, cozinha, banheiro e dois quartos;
- Área de, aproximadamente, 43m<sup>2</sup> a 45 m<sup>2</sup>;
- Pé-direito do piso ao teto de 2,60 m;
- Revestimento de piso: cerâmico nas áreas molhadas e contrapiso regularizado nas áreas secas;
- Revestimento das paredes de áreas molhadas: cerâmico;
- Laje de concreto moldada no local, com espessura de 10 cm;
- Sistema de cobertura formado por estrutura metálica em aço 12 x 5 ¼", isolante térmico e telhas cerâmicas tipo francesa ou marselha;
- Fundação em radier;
- Janelas de ferro com veneziana nos quartos e vidros 4 mm;
- Portas de madeira chapeada;
- Instalações prediais com tubulações hidráulicas e elétricas embutidas nas paredes;
- Pintura das paredes internas com 2 demãos de tinta látex PVA;
- Pintura das paredes externas em 2 demãos de caiação.

Observa-se que a diferença de área entre as tipologias dos dois sistemas se deve, especificamente, à largura das paredes, que no sistema inovador foi considerada 10 cm e no sistema convencional 12 cm. Assim, no que se refere às áreas úteis das casas, as mesmas são idênticas.

Salienta-se que, normalmente, a inovação de um sistema construtivo se configura pelo sistema de paredes, uma vez que os sistemas de fundação, de cobertura, esquadrias e instalações prediais são comuns e convencionais, não se alterando de um sistema para outro, a não ser quando se trata de sistema leve.

#### 4.2 CARACTERIZAÇÃO DA TIPOLOGIA EM SISTEMA CONSTRUTIVO INOVADOR

Quanto ao sistema inovador, devido à variedade de sistemas, bem como a peculiaridade e complexidade de cada um, optou-se, em função da disponibilidade de dados publicados, pelo sistema inovador atualmente mais utilizado e conhecido, formado por paredes de concreto armado.

O sistema objeto do estudo, trata-se do sistema de paredes de concreto armado moldadas no local (FIGURA 13), concebido pela Cia Casa Sistemas Construtivos, o qual conta com as seguintes características (Pitta, 2011):

- Espessura das paredes externas = 10 cm;
- Espessura das paredes internas = 10 cm;
- Espessura das paredes hidráulicas = 15 cm;
- Resistência Característica do Concreto:  $f_{ck} = 25$  MPa;
- Tela de aço CA-60 com malha de 15x15 cm e bitola de 4,2 mm;
- Concreto auto-adensável adicionado com fibras de polipropileno;
- Formas metálicas.



FIGURA 13. CASA SENDO CONSTRUÍDA COM PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS NO LOCAL – CIA.CASA SISTEMAS CONSTRUTIVOS

FONTE: REVISTA INFRAESTRUTURA URBANA (EDIÇÃO 08, NOV/2011)

#### 4.3 CARACTERIZAÇÃO DA TIPOLOGIA EM SISTEMA CONSTRUTIVO CONVENCIONAL

Para o sistema construtivo convencional considerou-se o sistema de paredes formado por blocos cerâmicos, com as seguintes características:

- Blocos cerâmicos de 8 furos com dimensões de 9x19x19 cm, na relação de largura ou espessura, altura e comprimento;
- Blocos de vedação, sem função estrutural;
- Assentamento dos blocos com argamassa de cal e areia, com espessura de junta igual a 1 cm, traço 1:4;
- Revestimento das paredes formado por chapisco e emboço, respectivamente confeccionados em argamassa de cimento e areia, e cimento cal e areia, com espessura total de 1,5 cm em cada face das paredes;
- Espessura das paredes sem revestimento, igual a 9cm;
- Espessura das paredes com revestimento em ambas as faces, igual a 12 cm.

## 5 DISCUSSÃO

Obter respostas sobre o atendimento do desempenho de sistemas construtivos convencionais em comparação aos sistemas construtivos inovadores, ou àqueles que utilizam inovação tecnológica para sua execução, considerando o aspecto ambiental do desenvolvimento sustentável, ou eficiência ambiental, não deixa de ser um desafio.

Com relação ao sistema convencional, em termos de resultados de desempenho, muito pouco ou quase nada se conhece, uma vez que não houve mobilização da indústria, até então, para a realização de ensaios, ou os resultados não foram registrados e divulgados.

### 5.1 AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DO SISTEMA CONSTRUTIVO INOVADOR

O sistema construtivo em questão se enquadra na Diretriz SINAT 001 – Revisão 01 (ANEXO II), a qual preconiza que os produtos alvo da Diretriz são sistemas construtivos que se caracterizam pela execução de paredes estruturais moldadas no local, com formas removíveis, que emprega concreto normal ou com ar incorporado (densidade em torno de 2300 kg/m<sup>3</sup> e 1900 Kg/m<sup>3</sup> respectivamente).

#### 5.1.1 Segurança Estrutural

De acordo com a Diretriz SINAT 001 – Revisão 01 (ANEXO II), considera-se para efeito de avaliação técnica, que o sistema de paredes de concreto armado, com emprego de concreto comum (caracterizado com massa específica da ordem de 2300 kg/m<sup>3</sup> e  $f_{ck} \geq 20$  MPa), emprego de armadura mínima definida no item 3.1.1 da Diretriz (ANEXO II) e espessura mínima de 10cm, atende aos critérios relativos a impactos de corpo mole e corpo duro, cargas transmitidas por peças suspensas.

### 5.1.2 Segurança ao Fogo

Considera-se, para efeito de avaliação técnica da Diretriz SINAT 001 – Revisão 01 (ANEXO II), que o sistema de paredes de concreto armado, com emprego de concreto comum (caracterizado com massa específica da ordem de 2300 kg/m<sup>3</sup> e  $f_{ck} \geq 20$  MPa), emprego de armadura mínima definida no item 3.1.1 da Diretriz (ANEXO II) e espessura mínima de 10 cm, atendem aos critérios relativos a dificultar a propagação do incêndio, dificultar a inflamação generalizada, minimizar o risco de colapso estrutural, bem como a segurança no uso e operação.

### 5.1.3 Desempenho Térmico

No caso do desempenho térmico, segundo a Diretriz SINAT 001 – Revisão 01 (ANEXO II), o requisito é atendido mediante as seguintes características da edificação: pé direito mínimo de 2,5 m, de piso ao teto; espessura mínima das paredes de 10cm; espessura mínima das lajes de 10 cm (de forro ou de piso); telhado de telhas de fibrocimento (espessura mínima de 6,0 mm), ou telhas de concreto (espessura mínima de 11 mm) ou telhas cerâmicas; presença de ático entre a laje horizontal e o telhado (altura mínima de 50 cm); faces externas das paredes em cores de tonalidades médias ou claras para as zonas bioclimáticas Z1 a Z7 e tonalidades claras para a zona bioclimática Z8; emprego de produto isolante térmico na cobertura.

Considerando a pintura das paredes nas faces externas em tonalidades claras , para as 8 zonas bioclimáticas brasileiras, o sistema em questão tem potencial para atender o requisito de desempenho térmico.

### 5.1.4 Desempenho Acústico

Com relação ao desempenho / conforto acústico, para efeito de avaliação técnica segundo a Diretriz SINAT 001 – Revisão 01 (ANEXO II), para o sistema de paredes de concreto armado, com emprego de concreto comum (caracterizado com massa específica da ordem de 2300 kg/m<sup>3</sup> e  $f_{ck} \geq 20$  MPa) e espessura mínima de

10cm, considera-se atendido o requisito de isolamento sonora das paredes de fachada, devendo as janelas apresentar índice de redução sonora correspondente.

#### 5.1.5 Estanqueidade

Para efeito de avaliação técnica da Diretriz SINAT 001 – Revisão 01, considera-se atendidos os critérios relativos a estanqueidade à água de paredes internas e externas decorrente da ocupação do imóvel e estanqueidade à água de lajes de pisos, relativo ao sistema de paredes de concreto armado, com emprego de concreto comum (caracterizado com massa específica da ordem de 2300 kg/m<sup>3</sup> e fck  $\geq$  20 MPa), emprego de armadura mínima definida no item 3.1.1 da Diretriz (ANEXO II) e espessura mínima de 10 cm.

#### 5.1.6 Durabilidade

Para o sistema de paredes de concreto considera-se o requisito atendido, desde que respeitado o cobrimento mínimo da armadura, estabelecida a relação entre a classe de agressividade ambiental e cobrimento nominal (TABELA 2), conforme abaixo:

TABELA 2: CORRESPONDÊNCIA ENTRE CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL E COBRIMENTO NOMINAL, ADAPTADA DA ABNT NBR 6118:

Tipo de Estrutura	Componente ou Elemento	Classe de Agressividade Ambiental			
		I	II	III	IV
		Cobrimento Nominal (mm)			
Concreto Armado Comum	Laje Parede Estrutural	20	25	35	45
		25	30	40	50

FONTE: Dados de pesquisa (2011)

## 5.2 AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DO SISTEMA CONSTRUTIVO CONVENCIONAL

Apesar da escassez de publicações técnicas atinentes ao desempenho do sistema construtivo convencional, formado necessariamente por sistema de paredes constituído de blocos cerâmicos de 8 furos com largura de 9 cm, assentados e revestidos com argamassa dos dois lados, buscou-se resultados de desempenho do componente de forma isolada.

### 5.2.1 Segurança Estrutural

A estrutura deve ser dimensionada de forma a atender ao requisito de segurança estrutural, considerando que as paredes de alvenaria de blocos possuem função de vedação, ou seja, não possuem função estrutural, tendo somente que suportar o seu peso próprio.

Na prática, sabe-se que a estrutura de casas térreas executadas pelo sistema convencional em questão, na grande maioria das vezes não é dimensionada de acordo com a normalização existente (ABNT NBR 8545:1984), sendo que, normalmente, a alvenaria que seria de vedação, também suporta as cargas provenientes das cintas de amarração, lajes e cobertura.

Isto posto, pode-se afirmar que o referido sistema de paredes de blocos cerâmicos de vedação, com estrutura formada por pilaretes de amarração e cintas, não tem potencial para atender o requisito de segurança estrutural.

### 5.2.2 Segurança ao Fogo

Considerando que o sistema de paredes de blocos cerâmicos emprega, em sua maioria, materiais incombustíveis, pode-se afirmar que o referido sistema tem potencial para atender o requisito de segurança ao fogo no que diz respeito à propagação de chamas.

### 5.2.3 Desempenho Térmico

Segundo Leão (2006), em seu estudo sobre Desempenho Térmico em Habitações Populares para Regiões de Clima Tropical, para atender o desempenho térmico na cidade de Cuiabá, a edificação deveria atender os seguintes parâmetros:

- Paredes pesadas como, por exemplo, parede dupla de tijolos de 6 furos circulares, assentados na menor dimensão, com revestimento de 2,5 cm de espessura dos dois lados da parede, totalizando espessura da parede igual a 26 cm.

- Cobertura pesada constituída por telha de fibrocimento (esp:7 cm) com laje de concreto de 20 cm, ou telha cerâmica (esp:1 cm) com laje de concreto de 20cm.

Já Matos (2007), em seu estudo sobre Simulação Computacional do Desempenho Térmico de Residências em Florianópolis pela Universidade Federal de Santa Catarina, afirma que a parede simples formada por tijolos de dimensões 9x19x19 cm, assentados na direção da maior dimensão, com juntas de 1 cm e revestimento de 2,5 cm de ambos os lados da parede, totalizando espessura de 24 cm, atende ao requisito de desempenho térmico.

Depreende-se, com base nos estudos apresentados, que o sistema de paredes executado com blocos assentados na largura de 9 cm, totalizando 12 cm com revestimento dos dois lados, não tem potencial para atender ao requisito de desempenho / conforto térmico.

### 5.2.4 Desempenho Acústico

Segundo Neto (2010), em seu estudo sobre Desempenho Acústico de Paredes de Blocos e Tijolos Cerâmicos: Uma Comparação entre Brasil e Portugal, o requisito de desempenho acústico pela NBR 15.575:2008 não é atendido em paredes de blocos cerâmicos assentados na largura de 11,5 cm, revestida em ambas as faces com argamassa em espessura de 1,50 cm.

Partindo-se da consideração de que o bloco cerâmico não teria “massa” suficiente para fornecer isolamento acústico à parede, bem como com base nos resultados do estudo acima descrito, conclui-se que a parede de blocos cerâmicos com espessura de 9 cm, não tem potencial para atender o requisito de desempenho acústico.



### 5.2.5 Estanqueidade

Sendo o bloco cerâmico um material poroso, existe a possibilidade de umidade por absorção e capilaridade.

Porém, quando se refere à ligação entre os elementos, entende-se que o sistema é adequado.

### 5.2.6 Durabilidade

Acredita-se, com base em verificações visuais de campo, que o sistema tem potencial para atender ao requisito de durabilidade, desde que executado conforme normalização prescritiva.

Destaca-se que o sistema convencional consagrado pelo uso em análise, executado em paredes não estruturadas de blocos cerâmicos com espessura de 9 cm, laje e pilaretes e cintas de amarração em concreto, não atende o que preconiza a norma prescritiva correspondente.

## 5.3 COMPARAÇÃO OBJETIVA ENTRE OS SISTEMAS ANALISADOS

A fim de facilitar o entendimento, estabeleceu-se uma comparação objetiva entre o sistema inovador, que comprovadamente atende os requisitos de desempenho, e o sistema construtivo convencional (QUADRO 1).

QUADRO 1. RELAÇÃO ENTRE OS SISTEMAS CONSTRUTIVOS E OS REQUISITOS DE DESEMPENHO:

Requisitos	Segurança Estrutural	Segurança ao Fogo	Desempenho Térmico	Desempenho Acústico	Estanqueidade	Durabilidade	Convenção
Sistemas							- Atende
<b>Sistema Inovador em Paredes de Concreto Moldadas no Local</b>							- Tem potencial para atender
<b>Sistema Convencional em Paredes de Blocos Cerâmicos de 8 furos</b>							- Tem potencial para não atender

FONTE: Dados de pesquisa (2011)

## 6 RECURSOS E VIABILIDADE ECONÔMICA

### 6.1 ORÇAMENTO DA TIPOLOGIA PADRÃO EM SISTEMA CONSTRUTIVO INOVADOR DE PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS NO LOCAL

No que diz respeito ao sistema de paredes, que caracteriza a inovação e diferencia o sistema construtivo inovador do convencional analisado, destaca-se o orçamento (QUADRO 2), relativamente ao componente paredes.

QUADRO 2. ORÇAMENTO DO SISTEMA DE PAREDES DA TIPOLOGIA EM SISTEMA INOVADOR

ORÇAMENTO											
São Paulo, Bahia e Distrito Federal (L.S.: 129,34% SP; demais regiões: 127,95%)											
DESCRIÇÃO	UNI	QUANT.	SP			BA			DF		
			MATERIAL (R\$)	MÃO DE OBRA (R\$)	TOTAL (R\$)	MATERIAL (R\$)	MÃO DE OBRA (R\$)	TOTAL (R\$)	MATERIAL (R\$)	MÃO DE OBRA (R\$)	TOTAL (R\$)
<b>PAREDES</b>											
Armação em tela soldada Q-138 Aço CA-60 - 4,2mm c/ 10cm	Kg	240,17	4,71	0,62	5,33	4,48	0,49	4,97	4,52	0,48	5
Armação de aço CA-60, diâmetro de 7,0 a 8,0mm - fornecimento / corte (perda 10%) dobra e colocação	Kg	40	4,2	1,46	5,66	4,99	1,15	6,14	4,65	1,13	5,78
Concreto usinado bombeado fck = 25 Mpa, inclusive colocação, espalhamento e acabamento	m <sup>3</sup>	17,22	302,23	22,34	324,57	355,9	16,19	372,09	330,91	16,19	347,1
Forma metálica escorada 2000 utilizações - aquisição	m <sup>2</sup>	157,86	2,63	9,13	11,76	2,59	6,07	8,65	2,68	6,51	9,19
<b>Total geral</b>					<b>7373,43</b>			<b>9212,12</b>			<b>8859,85</b>

FONTE: REVISTA INFRAESTRUTURA URBANA (2011)

O orçamento completo e detalhado da tipologia em sistema inovador, constituída de paredes de concreto armado moldadas no local, encontra-se em anexo (ANEXO III).

Segundo Pitta (2011), foi considerado, para a base de cálculo, o referencial do SINAPI para os estados de São Paulo, Bahia, Distrito Federal, Rio Grande do Sul, Amazonas e Minas Gerais.

Exclusivamente para este estudo, foram considerados os resultados para os estados de São Paulo, Bahia e Distrito Federal.

Cabe observar que as fôrmas empregadas na concretagem são de aço com chapas de polipropileno importadas, as quais possuem durabilidade para dois mil usos e tem garantia de 7 anos (Pitta, 2011).

Dentre outros materiais utilizados na fabricação de fôrmas, tem-se o plástico e o alumínio e, por vezes, até a madeira ainda que com desempenho inferior aos outros materiais no que diz respeito ao quesito durabilidade.

## 6.2 ORÇAMENTO DO SISTEMA DE PAREDES DA TIPOLOGIA EM SISTEMA CONVENCIONAL DE BLOCOS CERÂMICOS ASSENTADOS E REVESTIDOS EM ARGAMASSA

O orçamento das paredes com o respectivo sistema de amarração e revestimento da tipologia padrão em sistema construtivo convencional de blocos cerâmicos (QUADRO 3), foi elaborado utilizando-se o referencial de custos do mês de setembro do SINAPI (2011).

Exceto pelo sistema de paredes, os demais elementos e componentes utilizados na construção da edificação habitacional em referência, são convencionais. Dessa forma, nos orçamentos completos e detalhados das duas tipologias (ANEXOS III E IV), mantiveram-se os quantitativos e custos de materiais e mão-de-obra desses elementos e componentes, na tentativa de espelhar a máxima similaridade entre os dois sistemas, salientando somente o que os diferencia.

### QUADRO 3. ORÇAMENTO DA TIPOLOGIA EM SISTEMA CONVENCIONAL

ORÇAMENTO											
São Paulo, Bahia e Distrito Federal (L.S.: 129,34% SP; demais regiões: 127,95%)											
DESCRIÇÃO	UNI	QUANT.	SP			BA			DF		
			MATERIAL (R\$)	MÃO DE OBRA (R\$)	TOTAL (R\$)	MATERIAL (R\$)	MÃO DE OBRA (R\$)	TOTAL (R\$)	MATERIAL (R\$)	MÃO DE OBRA (R\$)	TOTAL (R\$)
<b>PAREDES E REVESTIMENTO</b>											
Parede de bloco cerâmico sem função estrutural, dimensões 9x14x19cm, 6 furos, assentados com juntas de 1cm com argamassa traço 1:4 (cal e areia), preparo mecânico- perdas 30%	m²	138,45	16,14	21,87	38,01	12,39	17,23	29,62	14,21	16,88	31,09
Aço CA-60, diâmetro de 4,2 a 8,0mm - fornecimento/corte (perda de 10%)/dobrar/colocação para pilaretes, cintas, vergas	Kg	72,12	2,11	3,86	5,97	1,66	4,45	6,11	1,63	3,94	5,57
Forma de madeira comum para pilaretes, cintas, vergas e contra-vergas, largura de 20cm - perda 10%	m	53,24		21,43	21,43		16,95	16,95		16,65	16,65
Emboço interno e externo em parede argamassa 1:2:8 (cimento, cal e areia), espessura 1,50cm. Perda 30%	m²	259,15	3,54	11,31	14,85	3,30	8,82	12,12	3,10	11,88	14,98
<b>Total geral</b>					10682,35			8584,86			9474,63

FONTE: Dados de Pesquisa (2011)

#### 6.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS ORÇAMENTOS APRESENTADOS

Custos da edificação de 43 m<sup>2</sup> em sistema de paredes de concreto (ANEXO III):

- São Paulo: R\$ 32.856,00
- Bahia: R\$ 30.831,12
- Distrito Federal: R\$ 30.276,31

Custos da edificação de 45 m<sup>2</sup> em sistema convencional de blocos cerâmicos (ANEXO IV):

- São Paulo: R\$ 34.586,42
- Bahia: R\$ 30.203,88
- Distrito Federal: R\$ 30.891,11

Os orçamentos referem-se ao custo de produção da unidade habitacional nos estados de São Paulo, Bahia e Distrito Federal e guarda relação direta com o custo de materiais e mão-de-obra.

De forma diretamente proporcional, os orçamentos também refletem o custo do desperdício de materiais do sistema convencional, pois quanto menor o custo dos materiais nos estados, menor o custo do sistema inovador.

Percebe-se que o custo da unidade habitacional para o sistema inovador diminui na medida em que aumenta o custo da mão-de-obra (FIGURA 14). O fato pode ser explicado em função da maior rapidez de execução do sistema inovador com conseqüente economia de mão-de-obra, mensurada através da relação entre o número de operários e as horas por eles trabalhadas. No estado de São Paulo, por exemplo, onde o custo da mão-de-obra é um dos mais elevados do país, a produção da unidade habitacional em sistema convencional tem custo mais elevado, em cerca de 5,27%.

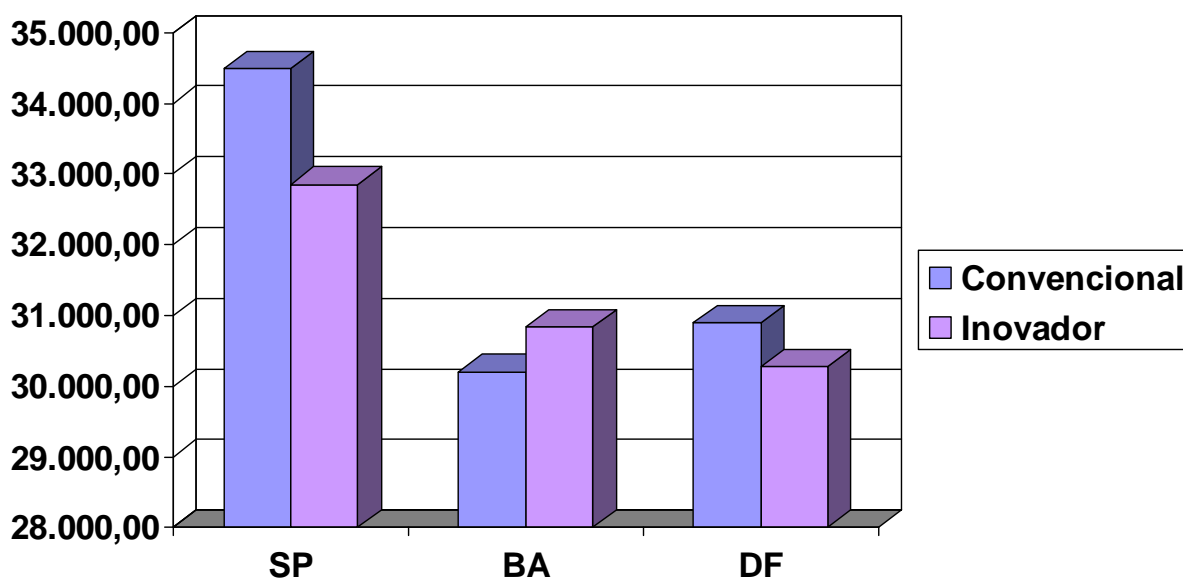


FIGURA 14. COMPARATIVO DE CUSTOS ENTRE OS SISTEMAS  
FONTE: Dados de Pesquisa (2011)

Na medida em que também são considerados na composição, os custos de manutenção, de demolição, de geração de energia para obtenção de conforto térmico, assim como de melhoria da qualidade de vida das pessoas, cujo benefício não é possível mensurar, porém certamente existe e contribui para a sustentabilidade das construções e do país como um todo, a relação do benefício versus o custo do sistema inovador no que diz respeito à eficiência ambiental, aumenta consideravelmente.

## 7 CRONOGRAMA

Pôde-se constatar, através do acompanhamento da execução de uma unidade habitacional em sistema de paredes de concreto armado moldadas no local, que é perfeitamente possível levantar a estrutura de uma casa em apenas 1 dia.

No processo de moldagem das paredes executa-se, em uma única etapa, as paredes propriamente ditas, como também vigas, pilares, vergas, contra-vergas, cintas e lajes, os quais são elementos necessários a uma construção convencional, por exemplo.

Antes do lançamento do concreto, a armadura e as tubulações elétricas e hidráulicas são posicionadas, ficando embutidas nas paredes, assim como qualquer outro componente como, por exemplo, caixas de passagem para colocação de pontos de força e luz.

Ao considerar a rapidez de execução da estrutura, somado à eliminação da etapa de corte das alvenarias para embutimento das tubulações e outros componentes (FIGURA 15), tem-se um ganho de tempo bastante considerável (QUADROS 4 E 5).

Vale lembrar que, com a eliminação do procedimento de corte das alvenarias, há redução significativa de resíduos gerados por desperdício de materiais.

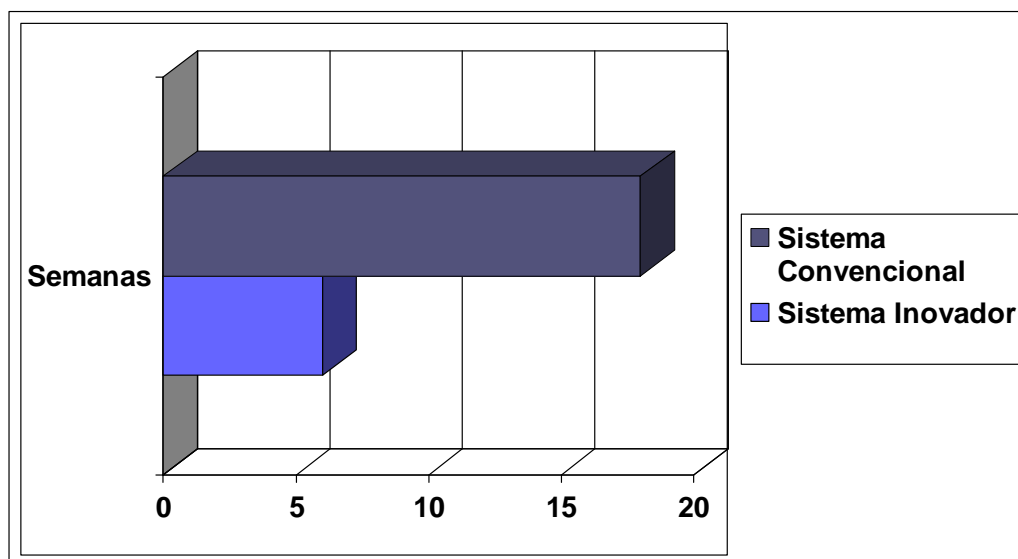


FIGURA 15. COMPARATIVO DE PRAZOS DE EXECUÇÃO ENTRE OS SISTEMAS  
FONTE: Dados de Pesquisa (2011)

No processo industrializado, onde se tem maior controle tecnológico dos materiais empregados, como qualificação e racionalização da mão-de-obra, também há redução significativa de desperdício de materiais.

QUADRO 4. CRONOGRAMA DA TIPOLOGIA EM SISTEMA INOVADOR

Discriminação de Serviços	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6
Infraestrutura	X	X				
Supraestrutura			X	X		
Esquadrias Metálicas				X		
Esquadrias - Madeira					X	
Vidros					X	
Cobertura					X	X
Impermeabilizações				X		
Revest. Internos					X	
Pinturas					X	X
Pavim. Cerâmica					X	X
Instalações Elétricas			X			
Instalações Hidráulica			X			
Limpeza Geral						X
TOTAL	6 SEMANAS					

FONTE: Dados de Pesquisa (2011)

QUADRO 5. CRONOGRAMA DA TIPOLOGIA EM SISTEMA CONVENCIONAL

Discriminação de Serviços	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	SEMANA 9	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12	SEMANA 13	SEMANA 14	SEMANA 15	SEMANA 16	SEMANA 17	SEMANA 18
Infraestrutura	X	X																
Supraestrutura			X	X	X	X	X	X	X									
Esquadrias Metálicas																X		
Esquadrias - Madeira																X		
Vidros																X		
Cobertura										X								
Impermeabilizações										X								
Revest. Internos													X	X	X			
Revest. Externos										X	X	X	X					
Pinturas																	X	X
Pavim. Cerâmica																	X	X
Instalações Elétricas										X	X	X						
Instalações Hidráulicas										X	X	X						
Limpeza Geral																		X
TOTAL	18 SEMANAS																	

FONTE: Dados de Pesquisa (2011)

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os sistemas inovadores no Brasil vieram, sem dúvida, para quebrar paradigmas na construção civil, quando o assunto é eficiência ambiental e, conseqüentemente a sustentabilidade.

A Caixa Econômica Federal, ao incentivar propostas de empreendimentos cujas unidades habitacionais atendam os requisitos de desempenho, estará contribuindo para a sustentabilidade da construção civil e do planeta e, não obstante, terá a garantia de preservação das condições de qualidade e desempenho do imóvel pelo prazo de financiamento.

Acredita-se, ainda, em uma redução do índice de inadimplência na medida em que os usuários sintam-se satisfeitos com o imóvel adquirido.

Recomenda-se, em função das vantagens apresentadas, que a CAIXA venha a exigir, em um futuro próximo, a comprovação dos requisitos de desempenho para todos os sistemas construtivos apresentados, inovadores ou convencionais.

Seja em sistema inovador que comprove os requisitos de desempenho através de aprovação pelo SINAT, seja em sistema convencional readequado para a nova realidade de atendimento à Norma Brasileira de Desempenho, ressalta-se que o que importa não é o sistema em si, mas o desempenho do mesmo, o qual deve ser adequado às necessidades do usuário ao longo do tempo.

É necessário observar, que em regiões com altos índices de umidade relativa do ar, como a cidade de Curitiba, por exemplo, se faz necessária solução de ventilação prolongada dos ambientes, com a colocação de “bandeiras” basculantes ou venezianas ventiladas nas janelas.

Também é importante destacar que a execução de obras com sistemas construtivos inovadores exige controle apurado de materiais e serviços, a fim de garantir o desempenho do sistema.



## 9 CONCLUSÃO

Uma vez que os sistemas inovadores, obrigatoriamente, devem comprovar o desempenho para serem aceitos pela comunidade civil e técnica, os mesmos apresentam melhor custo-benefício na medida em que são atendidos os requisitos de conforto térmico e acústico, segurança estrutural e ao fogo, estanqueidade e durabilidade, vindo em comunhão com as necessidades por segurança, habitabilidade e sustentabilidade, básicas do usuário.

Também com o atendimento dos requisitos de desempenho, principalmente do conforto térmico e estanqueidade, tem-se maior eficiência energética da unidade habitacional com significativa redução de gastos com energia elétrica durante o uso e operação.

Corroborando para a sustentabilidade do planeta, o conforto ambiental proporcionado pelo atendimento dos requisitos de desempenho, traz melhoria da qualidade de vida dos usuários, contemplando a melhoria da saúde dos mesmos de uma forma geral.

## REFERÊNCIAS

\_\_\_\_\_. **Agenda CAIXA para a Sustentabilidade**. CAIXA, 2011.

DESIMONE, LD. & POPOFF, F. **Eco-efficiency – The Business Link to Sustainable Development**. MIT Press, 2nd ed., 1998.

DUARTE, Denise. SERRA, Geraldo. **Padrões de Ocupação do Solo e Microclimas Urbanos na Região de Clima Tropical Continental**. Correlações e Proposta de Um Indicador, Porto Alegre, v. 3, n. 2, p. 17-30, abr./jun. 2003

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Centro de Estatística e Informações. **Déficit Habitacional no Brasil, 2006**. Convênio PNUD / Ministério das Cidades, Belo Horizonte, Belo Horizonte, 2007.

\_\_\_\_\_. **Green Building Brasil**. Prêmio 2011. Green Building Council Brasil, 2011.

JOHN, VM., AGOPYAN, V. & SJÖSTRÖM, C. **On Agenda 21 for Latin America and Caribbean**. Construbusiness - a perspective from Brazil. Paper accepted by Building Research and Information, 2001.

IPT. **Recomendações e Especificações para Aprimoramento das Condições de Segurança ao Fogo de Edificações**, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2011.

KLAVDIANOS, DIONYZIO. **Baixa Produtividade II – A Tampa da Coca-Cola** Informativo COMAT, nov/2011.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 2. ed. São Paulo: ProLivros, 2004.

LEÃO, MARLON. **Desempenho Térmico em Habitações Populares Para Regiões de Clima Tropical: Estudo de Caso em Cuiabá – MT**. Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente). Instituto de Ciências Exatas e da Terra. Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, 2006.

LEANDRO, SILVIA H. **O Desafio da Eficiência Ambiental, Social e Econômica**. Casa Sustentável de “A” a “Z”. Habitare Ecologia. Coleção Edição Habitare nº 27, 2010.

MATOS, MICHELE. **Simulação Computacional do Desempenho Térmico de Residências em Florianópolis**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2007.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Diretriz para Avaliação Técnica de Sistemas Construtivos em Paredes de Concreto Armado Moldadas no Local – DIRETRIZ SINAT Nº 001 – Revisão 01**. Secretaria Nacional de Habitação. Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H). Sistema Nacional de Avaliações Técnicas (SINAT), agosto/2010. Disponível em [http://www4.cidades.gov.br/pbqp-h/projetos\\_sinat.php/](http://www4.cidades.gov.br/pbqp-h/projetos_sinat.php/) .

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Regimento Geral do Sistema Nacional de Avaliações Técnicas de Produtos Inovadores**. Secretaria Nacional de Habitação. Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H). Sistema Nacional de Avaliações Técnicas (SINAT), 2007. Disponível em: [http://www4.cidades.gov.br/pbqp-h/projetos\\_sinat.php/](http://www4.cidades.gov.br/pbqp-h/projetos_sinat.php/).

\_\_\_\_\_. **NBR 5.674**. Norma Brasileira de Manutenção de Edificações – Procedimentos, Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1999.

\_\_\_\_\_. **NBR 6.118**. Norma Brasileira de Projeto de Estruturas de Concreto. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2007.

\_\_\_\_\_. **NBR 8.545:1984**. Norma Brasileira que regula sobre a Execução de Alvenaria Sem Função Estrutural de Tijolos e Blocos Cerâmicos, Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1984.

\_\_\_\_\_. **NBR 8.661**. Norma Brasileira que versa sobre Cabos de Formato Plano com Isolação Extrudada de Cloreto de Polivinila (PVC) para Tensão até 750V – Especificação, Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1997.

\_\_\_\_\_. **NBR 11.675** – Norma Brasileira sobre ensaios em Divisórias Leves Moduladas – Verificação de Resistência e Impactos, Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2011.

\_\_\_\_\_. **NBR 15.220-3:2005** Norma Brasileira de Desempenho Térmico de Edificações, Parte 3, Zoneamento Bioclimático Brasileiro e Diretrizes Construtivas Para Habitações Unifamiliares De Interesse Social, Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2005.

\_\_\_\_\_. **NBR 15.575-1:2008** Norma Brasileira de Desempenho, parte 1 – Requisitos Gerais, Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2008.

NERBAS, PATRICIA DE F. **Estudo Arquitetônico para Gestores Imobiliários**. IESDE Brasil S.A., Curitiba, 2009.

NETO, MARIA DE FÁTIMA F. **Desempenho Acústico de Blocos e Tijolos Cerâmicos: Uma Comparação Entre Brasil e Portugal**. Tese (Doutorado). Departamento de Arquitetura e Construção. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Campinas. Campinas, 2010.

\_\_\_\_\_. Página Principal do SINAT, Disponível em <http://www4.cidades.gov.br/pbqp-h/projetos-sinat.php> Acesso em 01/10/2011.

PITA, MARINA. Revista Infraestrutura Urbana, ed.08, novembro / 2011. Disponível em <http://piniweb.com.br/> Acesso em 02/11/2011.

\_\_\_\_\_. **Revista Exame** – Edição 986, nº 3, 23/02/2011.

VASCONCELOS, SALVADOR DE & ALEXANDRE DA COSTA PEREIRA **Diagnóstico Sobre Manifestações Patológicas Relacionadas a Problemas de Estanqueidade em Ambientes Físicos do Campus da UFRN**, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2009.

## GLOSSÁRIO

ALVENARIA ARMADA - alvenaria provida de aço  
ÁREA ÚTIL – Área de vassoura de uma edificação, descontadas as paredes  
ÁTICO: Espaço entre a laje e a telha de cobertura  
SOLO-CIMENTO - Mistura de solo e cimento em proporções adequadas  
BRISE – Elemento arquitetônico vertical ou horizontal, colocado sobre as aberturas da fachada do edifício, para proporcionar sombreamento  
CAIAÇÃO – Pintura a base de cal  
CALCINAÇÃO – Processo de transformação do calcário em óxido de cálcio  
CHAPA GALVALUME – chapas de aço revestidas com zinco e alumínio  
CIMENTO PORTLAND – Tipo de cimento comum obtido da queima entre pedras calcárias e argila  
CLÍNQUER – cimento na fase básica do fabrico  
CONCRETO AUTO-ADENSÁVEL – Concreto com grande fluidez que elimina a vibração para preencher todos os vazios  
CONCRETO CELULAR – Concreto leve devido à sua baixa densidade, obtido pela mistura de cimento, cal, areia e pó de alumínio  
CONFORTO ANTROPODINÂMICO - relacionado ao esforço empregado. Exemplo: esforço que se faz para acionar uma maçaneta  
CONSTRUBUSINESS – Termo ligado aos negócios da construção  
CONSTRUÇÃO SECA – Tipo de construção que não utiliza água  
EXPERTISE – Habilidade ou conhecimento em determinada área  
IMPACTO DE CORPO DURO – Ensaio realizado segundo ABNT NBR 11.675  
IMPACTO DE CORPO MOLE - Ensaio realizado segundo ABNT NBR 11.675  
MANUTENABILIDADE – Termo ligado à manutenção das edificações  
MORADIAS COABITADAS – Unidades habitacionais habitadas por mais de uma família  
MORADIAS PRECÁRIAS – Unidades habitacionais deficientes de condições de habitabilidade  
PEÇAS SUSPENSAS – Por exemplo, armários de cozinha  
PÉ-DIREITO - altura do piso ao teto de uma edificação  
PRÉ-FABRICADO - elemento ou componente produzido em fábrica  
PRÉ-MOLDADO - elemento ou componente produzido no canteiro de obras mas não na posição definitiva  
RADIER – Tipo de fundação em forma de placa que envolve toda a edificação, recebendo e distribuindo as cargas  
SISTEMA LIGHT STEEL-FRAMING – Sistema construtivo estruturado em perfis leves de aço conformados a frio, com fechamentos em chapas delgadas  
SISTEMA LIGHT WOOD-FRAMING – Sistema construtivo estruturado em peças de madeira maciça serrada, com fechamentos em chapas delgadas  
SOLO-CIMENTO – Mistura de solo com cimento em proporções adequadas, para a prensagem de blocos utilizados em alvenarias  
TERMOPOLÍMERO – Tipo de resina plástica  
TIPOLOGIA – Tipo de planta de uma edificação  
TRAÇO – Composição, medida em partes de determinados materiais  
VIDA ÚTIL - Período de tempo compreendido entre o início de uma operação ou uso de um produto e o momento em que o seu desempenho deixa de atender às exigências do usuário pré-estabelecidas (NBR 15.575-1:2008)

**ANEXOS**

ANEXO I – REGIMENTO GERAL DO SINAT.....	61
ANEXO II – DIRETRIZ SINAT 001 – REVISÃO 01.....	76
ANEXO III – ORÇAMENTO COMPLETO DA TIPOLOGIA EM SISTEMA INOVADOR .....	124
ANEXO IV - ORÇAMENTO COMPLETO DA TIPOLOGIA EM SISTEMA CONVENCIONAL.....	128

**ANEXO I**

**REGIMENTO GERAL DO SISTEMA NACIONAL DE AVALIAÇÃO TÉCNICA  
SINAT**

**ANEXO II**

**DIRETRIZ SINAT 001 – REVISÃO 01**



**ANEXO III****ORÇAMENTO COMPLETO DA TIPOLOGIA EM SISTEMA INOVADOR**

## ORÇAMENTO

São Paulo, Bahia e Distrito Federal (L.S.: 129,34% SP; demais regiões: 127,95%)

DESCRIÇÃO	UN	QUANT.	SP			BA			DF		
			MATERIAL (R\$)	MÃO DE OBRA (R\$)	TOTAL (R\$)	MATERIAL (R\$)	MÃO DE OBRA (R\$)	TOTAL (R\$)	MATERIAL (R\$)	MÃO DE OBRA (R\$)	TOTAL (R\$)
<b>INFRA</b>											
Fôrma de madeira comum para fundações	m²	6,24	13,49	20,83	34,32	25,15	16,41	41,56	12,34	16,12	28,45
Armação de aço CA-60, diâmetro 7,0 a 8,0 mm – fornecimento/corte (perda de 10%)/dobra/colocação	kg	81,54	4,20	1,46	5,66	4,99	1,15	6,14	4,65	1,13	5,78
Lastro de concreto traço 1:4:8, espessura 5 cm, preparo mecânico	m²	58,97	9,21	13,83	23,03	7,12	10,12	17,24	8,29	10,04	18,33
Concreto usinado bombeado $f_{ck}=25$ MPa, inclusive colocação, espalhamento e acabamento	m³	9,51	302,23	22,34	324,57	355,90	16,19	372,09	330,91	16,19	347,10
<b>ESTRUTURA</b>											
Armação em tela soldada Q-138 (aço CA-60 4,2 mm c/10 cm)	kg	240,17	4,71	0,62	5,33	4,48	0,49	4,97	4,52	0,48	5,00
Armação de aço CA-60, diâmetro 7,0 a 8,0 mm – fornecimento/corte (perda de 10%)/dobra/colocação	kg	40,00	4,20	1,46	5,66	4,99	1,15	6,14	4,65	1,13	5,78
Concreto usinado bombeado $f_{ck}=25$ MPa, inclusive colocação, espalhamento e acabamento	m³	17,22	302,23	22,34	324,57	355,90	16,19	372,09	330,91	16,19	347,10
Fôrma metálica escorada 2.000 utilizações – aquisição	m²	157,86	2,63	9,13	11,76	2,59	6,07	8,65	2,68	6,51	9,19
<b>COBERTURA</b>											
Cumeeira com telha cerâmica emboçada com argamassa traço 1:2:8 (cimento, cal hidratada e areia)	m	6,00	6,43	10,53	16,95	5,87	8,28	14,15	4,69	8,13	12,82
Calha em chapa de aço galvanizado nº 24, desenvolvimento 33 cm	m	29,00	17,17	7,29	24,46	14,53	5,74	20,27	15,82	5,64	21,46
Cobertura em telha cerâmica tipo francesa ou Marselha	m²	45,89	25,28	19,46	44,74	12,80	14,53	27,33	13,92	15,19	29,11
Estrutura metálica em aço estrutural perfil I 12 x 5 1/4"	kg	367,19	4,75	2,72	7,47	5,49	2,16	7,65	5,10	2,11	7,21
<b>IMPERMEABILIZAÇÃO</b>											
Impermeabilização semiflexível com tinta asfáltica em superfícies lisas de pequenas dimensões	m²	17,86	3,14	3,22	6,36	3,19	2,68	5,87	3,14	2,60	5,74
Impermeabilização com tinta betuminosa em fundações, baldramas e muros de arrimo, duas demãos	m²	65,72	2,28	3,80	6,08	2,32	2,43	4,75	2,28	2,51	4,79
<b>ESQUADRIAS/VIDROS</b>											
Janela basculante de ferro em cantoneira 5/8" x 1/8", linha popular	m²	1,86	211,81	18,80	230,61	210,23	15,74	225,97	210,07	15,25	225,32
Portão de ferro em chapa plana 14"	m²	4,42	113,46	31,24	144,70	102,61	24,62	127,24	110,54	24,17	134,71
Vidro liso comum transparente, espessura 4 mm	m²	3,60	51,99	9,37	61,36	65,59	7,39	72,98	51,48	7,25	58,73
Vidro fantasia tipo cancelado, espessura 4 mm	m²	1,50	39,72	9,37	49,09	50,11	7,39	57,50	39,32	7,25	46,57
Porta de madeira compensada lisa para cera/verniz, 0,60 m x 2,10 m, incluso aduela 1ª, alizar 1ª e dobradiça com anel	un	1,00	320,71	70,14	390,85	280,90	55,14	336,05	351,80	54,17	405,97
Porta de madeira compensada lisa para cera/verniz, 0,80 m x 2,10 m, incluso aduela 1ª, alizar 1ª e dobradiça com anel	un	2,00	329,29	72,80	402,09	288,94	57,24	346,18	362,21	56,23	418,43
Janela de correr em ferro tipo veneziana, duas folhas, linha popular	m²	3,60	320,09	38,28	358,37	317,72	32,23	349,95	317,56	31,19	348,74

FONTE: REVISTA INFRAESTRUTURA URBANA (2011)

DESCRIÇÃO	UN	QUANT.	SP			BA			DF		
			MATERIAL (R\$)	MÃO DE OBRA (R\$)	TOTAL (R\$)	MATERIAL (R\$)	MÃO DE OBRA (R\$)	TOTAL (R\$)	MATERIAL (R\$)	MÃO DE OBRA (R\$)	TOTAL (R\$)
<b>ELETRICA</b>											
Chuveiro plástico branco simples – fornecimento e instalação	un	1,00	5,35	5,18	10,53	6,23	4,14	10,37	5,91	3,94	9,85
Ponto de tomada para telefone, com tomada padrão telebrás em caixa de PVC com placa, eletroduto de PVC rígido e fiação até a caixa de distribuição do pavimento	pt	1,00	34,57	79,83	114,39	35,36	60,12	95,48	37,61	59,14	96,74
Ponto de TV seco para edifícios	un	1,00	4,27	23,45	27,72	4,56	17,66	22,22	5,13	17,37	22,50
Ponto interruptor simples com eletroduto PVC 1/2" e caixa 4 x 2"	pt	9,00	19,16	45,55	64,71	18,89	34,31	53,20	19,04	33,74	52,78
Ponto de luz (caixa, eletroduto, fios e interruptor)	un	8,00	27,69	73,62	101,31	27,64	55,81	83,45	25,92	54,79	80,71
Ponto interruptor simples/tomada com eletroduto PVC 1/2" e caixa 4 x 2"	pt	11,00	23,85	71,49	95,34	22,96	53,84	76,80	22,93	52,96	75,89
Disjuntor termomagnético monopolar padrão Nema (americano) 10 A a 30 A 240 V, fornecimento e instalação	un	6,00	6,84	1,52	8,36	6,90	1,29	8,19	7,25	1,23	8,48
Quadro de distribuição de energia em chapa metálica, de embutir, sem porta, para seis disjuntores termomagnéticos monopolares, sem dispositivo para chave geral, sem barramentos fases e com barramento neutro, fornecimento e instalação	un	1,00	17,97	43,31	61,28	14,40	32,83	47,23	18,33	32,23	50,56
<b>HIDRÁULICA</b>											
Lavatório em louça branca, sem coluna padrão popular, com torneira cromada popular, sifão, válvula e engate plástico	un	1,00	79,38	56,57	135,95	65,78	41,83	107,61	75,97	40,90	116,87
Registro de pressão com canopla ø 15 mm (1/2") – fornecimento e instalação	un	1,00	43,39	13,69	57,08	32,60	10,01	42,61	47,09	9,83	56,92
Fornecimento e instalação de caixa d'água fibrocimento 500 L, entrada 20 mm com boia 1/2", saída 25 mm e sistema de limpeza e extravasor 32 mm (padrão popular)	un	1,00	206,15	180,39	386,54	217,56	131,16	348,72	208,11	129,02	337,13
Torneira cromada longa 1/2" ou 3/4" de parede para pia, padrão popular – fornecimento e instalação	un	1,00	23,11	11,71	34,83	20,89	8,52	29,41	27,85	8,38	36,22
Torneira cromada 1/2" ou 3/4" para tanque, padrão popular – fornecimento e instalação	un	3,00	12,14	11,71	23,86	10,98	8,52	19,50	14,63	8,38	23,01
Ponto de esgoto PVC 100 mm – média 1,10 m de tubo PVC esgoto predial dn 100 mm e um joelho PVC 90° esgoto predial dn 100 mm – fornecimento e instalação	pt	5,00	19,44	66,64	86,09	19,46	48,36	67,82	21,54	47,61	69,15

FONTE: REVISTA INFRAESTRUTURA URBANA (2011)

DESCRIÇÃO	UN	QUANT.	SP			BA			DF		
			MATERIAL (R\$)	MÃO DE OBRA (R\$)	TOTAL (R\$)	MATERIAL (R\$)	MÃO DE OBRA (R\$)	TOTAL (R\$)	MATERIAL (R\$)	MÃO DE OBRA (R\$)	TOTAL (R\$)
Ponto de água fria PVC 3/4" – média 5,00 m de tubo de PVC roscável água fria 3/4" e dois joelhos de PVC roscável 90° água fria 3/4" – fornecimento e instalação	pt	4,00	23,33	48,70	72,03	19,21	35,04	54,25	23,31	34,60	57,91
Tanque simples pré-moldado de concreto com válvula em plástico branco 1.1/4" x 1.1/2", sifão plástico tipo copo 1.1/4" e torneira plástica 3/4" – fornecimento e instalação	un	1,00	53,95	70,40	124,35	60,79	51,18	111,96	61,64	50,34	111,98
Torneira de boia vazão total 3/4 com balão plástico – fornecimento e instalação	un	1,00	28,50	15,23	43,73	25,77	11,07	36,84	34,34	10,89	45,23
Vaso sanitário, assento plástico, caixa de descarga PVC de sobrepor, engate plástico, tubo de descida e bolsa de borracha	un	1,00	131,99	72,53	204,52	105,97	53,38	159,35	115,99	52,29	168,28
Granito cirza polido para bancada e=2,5 cm, largura 60 cm – fornecimento e instalação	m	1,50	134,62	42,08	176,71	81,96	33,10	115,06	79,52	32,51	112,03
Cuba de aço inoxidável 40 cm x 34 cm x 11,5 cm – fornecimento e instalação	un	1,00	50,78	23,43	74,21	42,94	17,03	59,97	52,80	16,76	69,56
Registro gaveta 3/4" bruto latão – fornecimento e instalação	un	2,00	20,19	12,65	32,84	15,04	9,20	24,24	21,88	9,05	30,93
Caixa de gordura em PVC 250 mm x 230 mm x 75 mm, com tampa e porta-tampa – fornecimento e instalação	un	1,00	27,10	35,14	62,24	31,57	25,55	57,12	29,93	25,13	55,06
<b>REVESTIMENTO PAREDE/TETO</b>											
Reboco em teto argamassa traço 1:2 (cal e areia fina peneirada), espessura 0,5 cm, preparo manual	m²	43,14	1,18	13,42	14,60	1,43	10,44	11,87	1,11	10,28	11,39
Azulejo 2= 15 cm x 15 cm fixado com argamassa colante, juntas a prumo, rejuntamento com cimento branco	m²	18,94	15,88	10,16	26,04	24,76	7,61	32,37	21,61	7,56	29,17
<b>REVESTIMENTO DE PISO</b>											
Rodapé cerâmico assentado com argamassa pré-fabricada de cimento colante (altura: 8 cm)	m	18,57	9,53	4,83	14,35	9,53	4,80	14,32	9,53	4,80	14,32
Piso em cerâmica esmaltada linha popular PEI-4, assentada com argamassa colante, com rejuntamento em cimento branco	m²	8,57	20,78	9,29	30,07	21,02	6,87	27,89	23,56	6,84	30,40
Regularização de piso/base em argamassa traço 1:3 (cimento e areia grossa sem peneirar), espessura 3,0 cm, preparo mecânico	m²	43,14	9,02	6,92	15,94	8,35	5,20	13,55	8,19	5,16	13,34
<b>PINTURA</b>											
Calafateamento interno ou externo sobre revestimento liso com adoção de fixador com duas demãos	m²	68,64	0,13	4,57	4,69	0,22	3,90	4,12	0,13	3,76	3,89
Pintura látex PVA ambientes internos, duas demãos	m²	147,32	2,46	5,30	7,76	2,34	4,32	6,66	2,38	4,21	6,59
<b>SERVIÇOS COMPLEMENTARES</b>											
Limpeza final da obra	m²	45,89	0,14	1,33	1,47	0,16	0,85	1,00	0,15	0,88	1,03
<b>Total geral</b>			<b>21.028,77</b>	<b>11.827,23</b>	<b>32.856,00</b>	<b>21.936,39</b>	<b>8.894,72</b>	<b>30.831,12</b>	<b>21.392,63</b>	<b>8.883,67</b>	<b>30.276,31</b>

FONTE: REVISTA INFRAESTRUTURA URBANA (2011)

**ANEXO IV****ORÇAMENTO COMPLETO DA TIPOLOGIA EM SISTEMA CONVENCIONAL**

ORÇAMENTO											
São Paulo, Bahia e Distrito Federal (L.S.: 129,34% SP; demais regiões: 127,95%)											
DESCRIÇÃO	UNI	QUANT.	SP			BA			DF		
			MATERIAL (R\$)	MÃO DE OBRA (R\$)	TOTAL (R\$)	MATERIAL (R\$)	MÃO DE OBRA (R\$)	TOTAL (R\$)	MATERIAL (R\$)	MÃO DE OBRA (R\$)	TOTAL (R\$)
<b>INFRA</b>											
Forma de madeira comum para fundações	m²	6,24	13,49	20,83	34,32	25,15	16,41	41,56	12,34	16,12	28,45
Armação de aço CA-60, diâmetro 7,0 a 8,0mm-fornecimento (perda de 10%)/dobrad/ colocação	Kg	81,54	4,20	1,46	5,66	4,99	1,15	6,14	4,65	1,13	5,78
Lastro de concreto traço 1:4:8, espessura 5cm, preparo mecânico	m²	58,97	9,21	13,83	23,03	7,12	10,12	17,24	8,29	10,04	18,33
concreto usinado bombeado fck=25MPa, inclusive colocação, espalhamento e acab.	m³	9,51	302,23	22,34	324,57	355,90	16,19	372,09	330,91	16,19	347,10
<b>ESTRUTURA</b>											
Parede de bloco cerâmico sem função estrutural, dimensões 9x14x19cm, 6 furos, assentados com juntas de 1cm com argamassa traço 1:4 (cal e areia), preparo mecânico- perdas 30%	m²	138,45	16,14	21,87	38,01	12,39	17,23	29,62	14,21	16,88	31,09
Aço CA-60, diâmetro de 4,2 a 8,0mm - fornecimento/corte (perda de 10%)/dobrad/ colocação para pilaretes, cintas, vergas	Kg	72,12	2,11	3,86	5,97	1,66	4,45	6,11	1,63	3,94	5,57
Forma de madeira comum para pilaretes, cintas, vergas e contra-vergas, largura de 20cm - perda 10%	m	53,24		21,43	21,43		16,95	16,95		16,65	16,65
<b>COBERTURA</b>											
Cumeeira com telha cerâmica emboçada com argamassa traço 1:2:8 (cimento, cal hidratada e areia)	m	6,00	6,43	10,53	16,95	5,87	8,28	14,15	4,69	8,13	12,82
Calha em chapa de aço galvanizado n° 24, desenvolvimento 33 cm	m	29,00	17,17	7,29	24,46	14,53	5,74	20,27	15,82	5,64	21,46
Cobertura em telha cerâmica tipo francesa ou marselha	m²	45,89	25,28	19,46	44,74	12,80	14,53	27,33	13,92	15,19	29,11
Estrutura metálica em aço estrutural perfil I 12 x 5 1/4"	Kg	367,19	4,75	2,72	7,47	5,49	2,16	7,65	5,10	2,11	7,21
<b>IMPERMEABILIZAÇÃO</b>											
Impermeabilização semiflexível com tinta asfáltica em superfícies lisas de pequenas dimensões	m²	17,86	3,14	3,22	6,36	3,19	2,68	5,87	3,14	2,60	5,74
Impermeabilização com tinta betuminosa em fundações, baldranes e muros de arrimo, duas demãos	m²	65,72	2,28	3,80	6,08	2,32	2,43	4,75	2,28	2,51	4,79
<b>ESQUADRIAS/VIDROS</b>											
Janela basculante de ferro em cantoneira 5/8" x 1/8", linha popular	m²	1,86	211,81	18,80	230,61	210,23	15,74	225,97	210,07	15,25	225,32
Portão de ferro em chapa plana 14"	m²	4,42	113,46	31,24	144,70	102,61	24,62	127,24	110,54	24,17	134,71
Vidro liso comum transparente espes. 4mm	m²	3,60	51,99	9,37	61,36	65,59	7,39	72,98	51,48	7,25	58,73
Vidro fantasia canelado espessura 4mm	m²	1,50	39,72	9,37	49,09	50,11	7,39	57,50	39,32	7,25	46,57
Porta de madeira compensada lisa para cera/verniz, 0,60m x 2,10m, incluso aduela 1", alizar 1" e dobradiça com anel	uni	1,00	320,71	70,14	390,85	280,90	55,14	336,05	351,80	54,17	405,97
Porta de madeira compensada lisa para cera/verniz, 0,80m x 2,10m, incluso aduela 1", alizar 1" e dobradiça com anel	uni	2,00	329,29	72,80	402,09	288,94	57,24	346,18	362,21	56,23	418,43
Janela de correr em ferro tipo veneziana, duas folhas, linha popular	m²	3,60	320,09	38,28	358,37	317,72	32,23	349,95	317,56	31,19	348,74

FONTE: Dados de Pesquisa (2011)

DESCRIÇÃO	UNI	QUANT.	SP			BA			DF		
			MATERIAL (R\$)	MÃO DE OBRA (R\$)	TOTAL (R\$)	MATERIAL (R\$)	MÃO DE OBRA (R\$)	TOTAL (R\$)	MATERIAL (R\$)	MÃO DE OBRA (R\$)	TOTAL (R\$)
<b>ELÉTRICA</b>											
Chuveiro plástico branco simples - fornecimento e instalação	uni	1,00	5,35	5,18	10,53	6,23	4,14	10,37	5,91	3,94	9,85
Ponto de tomada para telefone, com tomada padrão telebrás em caixa de PVC com placa, eletroduto de PVC rígido e fiação até a caixa de distribuição do pavimento	pt	1,00	34,57	79,83	114,39	35,36	60,12	95,48	37,61	59,14	96,74
Ponto de TV seco	uni	1,00	4,27	23,45	27,72	4,56	17,66	22,22	5,13	17,37	22,50
Ponto interruptor simples com eletroduto PVC 1/2" e caixa 4 x 2"	pt	9,00	19,16	45,55	64,71	18,89	34,31	53,20	19,04	33,74	52,78
Ponto de luz (caixa, eletroduto, fios e interruptor)	uni	8,00	27,69	73,62	101,31	27,64	55,81	83,45	25,92	54,79	80,71
Ponto interruptor simples / tomada com eletroduto PVC 1/2" e caixa 4 x 2"	pt	11,00	23,85	71,49	95,34	22,96	53,84	76,80	22,93	52,96	75,89
Disjuntor termomagnético monopolar padrão (americano) 10 A a 30 A - 240V, fornecimento e instalação	uni	6,00	6,84	1,52	8,36	6,90	1,29	8,19	7,25	1,23	8,48
Quadro de distribuição de energia em chapa metálica, de embutir, sem porta, para seis disjuntores termomagnéticos monopolares, sem dispositivo para chave geral, sem barramentos fases e com barramento neutro, fornecimento e instalação	uni	1,00	17,97	43,31	61,28	14,40	32,83	47,23	18,33	32,23	50,56
<b>HIDRÁULICA</b>											
Lavatório em louça branca, sem coluna padrão popular, com torneira cromada popular, sifão, válvula e engate plástico	uni	1,00	79,38	56,57	135,95	65,78	41,83	107,61	75,97	40,90	116,87
Registro de pressão com canopla Ø 15mm (1/2") - fornecimento e instalação	uni	1,00	43,39	13,69	57,08	32,60	10,01	42,61	47,09	9,83	56,92
Fornecimento e instalação de caixa d'água fibrocimento 500L, entrada 20mm com bóia 1/2", saída 25mm e sistema de limpeza extravasor 32mm (padrão popular)	uni	1,00	206,15	180,39	386,54	217,56	131,16	348,72	208,11	129,02	337,13
Torneira cromada longa 1/2" ou 3/4" de parede para pia, padrão popular - fornecimento e instalação	uni	1,00	23,11	11,71	34,83	20,89	8,52	29,41	27,85	8,38	36,22
Torneira cromada 1/2" ou 3/4" para tanque, padrão popular - fornecimento e instalação	uni	3,00	12,14	11,71	23,86	10,98	8,52	19,50	14,63	8,38	23,01
Ponto de esgoto PVC 100mm - média 1,10m de tubo PVC esgoto predial dn 100mm e um Joelho PVC 90° esgoto predial dn 100mm - fornecimento e instalação	pt	5,00	19,44	66,64	86,09	19,46	48,36	67,82	21,54	47,61	69,15
Ponto de água fria PVC 3/4" - média 5,00m de tubo de PVC roscável água fria 3/4" e dois Joelhos de PVC roscável 90° água fria 3/4" - fornecimento e instalação	pt	4,00	23,33	48,70	72,03	19,21	35,04	54,25	23,31	34,60	57,91
Tanque simples pré-moldado de concreto com válvula em plástico branco 1.1/4" x 1.1/2", sifão plástico tipo copo 1.1/4" e torneira plástica 3/4" - fornecimento e instalação	uni	1,00	53,95	70,40	124,35	60,79	51,18	111,96	61,64	50,34	111,98
Torneira de bóia vazão total 3/4 com balão plástico - fornecimento e instalação	uni	1,00	28,50	15,23	43,73	25,77	11,07	36,84	34,34	10,89	45,23
Vaso sanitário, assento plástico, caixa de descarga PVC de sobrepor, engate plástico, tubo de descida e bolsa de borracha	uni	1,00	131,99	72,53	204,52	105,97	53,38	159,35	115,99	52,29	168,28
Granito cinza polido para bancada e=2,5cm, largura 60cm - fornecimento e instalação	m	1,50	134,62	42,08	176,71	81,96	33,10	115,06	79,52	32,51	112,03
Cuba de aço inoxidável 40cm x 34cm x 11,5cm - fornecimento e instalação	uni	1,00	50,78	23,43	74,21	42,94	17,03	59,97	52,80	16,76	69,56
Registro gaveta 3/4" bruto latão - fornecimento e instalação	uni	2,00	20,19	12,65	32,84	15,04	9,20	24,24	21,88	9,05	30,93
Caixa de gordura em PVC 250mm x 230mm x 75mm, com tampa e porta-tampa - fornecimento e instalação	uni	1,00	27,10	35,14	62,24	31,57	25,55	57,12	29,93	25,13	55,06

FONTE: Dados de Pesquisa (2011)

DESCRIÇÃO	UNI	QUANT.	SP			BA			DF		
			MATERIAL (R\$)	MÃO DE OBRA (R\$)	TOTAL (R\$)	MATERIAL (R\$)	MÃO DE OBRA (R\$)	TOTAL (R\$)	MATERIAL (R\$)	MÃO DE OBRA (R\$)	TOTAL (R\$)
<b>REVESTIMENTO PAREDE/TETO</b>											
Reboco em teto argamassa traço 1:2 (cal e areia fina peneirada), espessura 0,5cm, preparo manual	m²	43,14	1,18	13,42	14,60	1,43	10,44	11,87	1,11	10,28	11,39
Azulejo 2: 15cm x 15cm fixado com argamassa colante, juntas a prumo, rejuntamento com cimento branco	m²	18,94	15,88	10,16	26,04	24,76	7,61	32,37	21,61	7,56	29,17
Emboço interno e externo em parede argamassa 1:2:8 (cimento, cal e areia), espessura 1,50cm. Perda 30%	m²	259,15	3,54	11,31	14,85	3,30	8,82	12,12	3,10	11,88	14,98
<b>REVESTIMENTO DE PISO</b>											
Rodapé cerâmico assentado com argamassa pré-fabricada de cimento colante	m	18,57	9,53	4,83	14,35	9,53	4,8	14,32	9,53	4,8	14,32
Piso em cerâmica esmaltada linha popular PEI-4, assentada com argamassa colante, com rejuntamento em cimento branco	m²	8,57	20,78	9,29	30,07	21,02	6,87	27,89	23,56	6,84	30,4
Regularização de piso/base em argamassa traço 1:3 (cimento e areia grossa sem peneirar), espessura 3,0cm, preparo mecânico	m²	43,14	9,02	6,92	15,94	8,35	5,2	13,55	8,19	5,16	13,34
<b>PINTURA</b>											
Caição externa sobre reboco liso	m²	68,64	0,13	4,57	4,69	0,22	3,90	4,12	0,13	3,76	3,89
Pintura látex PVA ambientes internos, duas demãos	m²	147,32	2,46	5,30	7,76	2,34	4,32	6,66	2,38	4,21	6,59
<b>SERVIÇOS COMPLEMENTARES</b>											
Limpeza final da obra	m²	45,89	0,14	1,33	1,47	0,16	0,85	1,00	0,15	0,88	1,03
<b>Total geral</b>					<b>34586,44</b>			<b>30203,88</b>			<b>30891,11</b>

FONTE: Dados de Pesquisa (2011)