

## AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE GERAÇÃO DE ENERGIA EM MODELOS VERTICAIS MULTIFAMILIARES DE FORMA ATENDER AO CONCEITO DE EDIFÍCIO DE ENERGIA ZERO



**Acadêmica:  
Silvana M.S.  
Silvestre**

Orientador: **Prof.: Fernando O. R. Pereira, PhD**  
Área de Concentração: Projeto e Tecnologia do Ambiente Construído  
Linha de Pesquisa: Comportamento Ambiental das Edificações  
Período de realização: **2012 a 2014**

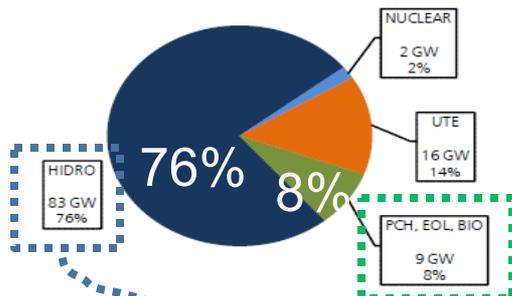
**Acadêmica:  
Silvana M.S.  
Silvestre**

# Justificativa e relevância do estudo proposto

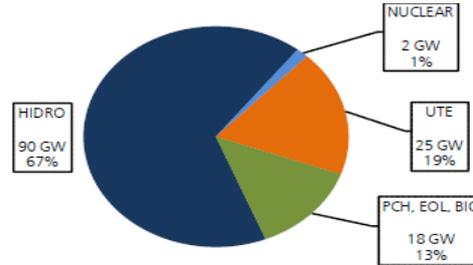
No Brasil, os próximos dez anos, a demanda total de energia do país deverá crescer em mais de 60%, de acordo com o Plano Decenal de Expansão de Energia 2020 (MME/EPE, 2011).

## Evolução da capacidade instalada por fonte de geração (GW e %)

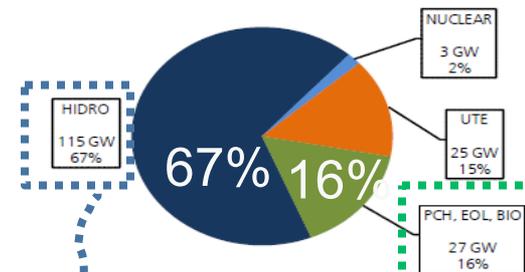
Participação das Fontes de Geração  
Dezembro/2010



Participação das Fontes de Geração  
Dezembro/2014



Participação das Fontes de Geração  
Dezembro/2020



Fonte: MME/EPE, 2011



# Justificativa

## e relevância do estudo proposto

De acordo com as pesquisas, os **EDIFÍCIOS** foram considerados como um dos **cinco maiores utilizadores de energia**. A utilização desta energia tende a crescer rapidamente, e o IEA (Agência Internacional de Energia) estima que até 2030, será este setor que impulsionará metade dos investimentos de energia. (WBCSD, 2009).

# Justificativa

e relevância do estudo proposto

**Crise energética  
em 2001**

Limites máximo de  
consumo e de  
eficiência para  
equipamentos

**Política Nacional de Conservação e Uso  
Racional de Energia  
(Lei nº 10.295 de 17 de outubro de 2001 )**

# Questões da Pesquisa

## PERGUNTA PRINCIPAL

Qual o **potencial** de geração de **energia** integrada a envoltória de tipologias verticais multifamiliares que atenda ao conceito de **edifício de energia zero (EEZ)**?

## HIPÓTESE PRINCIPAL

O percentual de área disponível na envoltória para aplicação do sistema de geração de energia fotovoltaica pode não ser suficiente para atender a demanda deste edifício.

## OBJETIVO GERAL

Avaliar os modelos de envoltória que atendam ao conceito de **energia zero** em tipologias verticais multifamiliares.

# Questões da Pesquisa

	PERGUNTAS SECUNDÁRIAS	HIPÓTESES SECUNDÁRIAS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS
1	Qual o consumo energético de uma edificação residencial multifamiliar que obteve a Etiqueta de Conservação de Energia (ENCE) nível “A”?	A demanda de energia de uma edificação em operação está relacionada também com o comportamento do usuário. Este parâmetro interfere no balanço final de energia zero.	Analisar o consumo energético das construções multifamiliares que receberam a ENCE nível “A”
2	Qual o percentual de área disponível na envoltória e com potencial para aplicação do sistema fotovoltaico?	Quanto maior o gabarito da edificação vertical, em proporção, será menor a área disponível na cobertura para atender a demanda da edificação. O potencial de geração passa a ser o plano vertical, ou seja, as fachadas.	Avaliar o potencial da envoltória, das edificações etiquetadas, como fonte geradora de energia renovável, com foco na energia solar.
3	No contexto urbano qual a interferência de envoltórias mais eficientes no consumo de energia?	O comportamento de uma edificação construída em um centro urbano pode sofrer grandes alterações de acordo com o contexto.	Identificar a influência da malha urbana na especificação do envelopamento eficiente que reduza a energia necessária para alcançar os limites de conforto em edifícios residenciais verticalizados.

# Questões da Pesquisa

	PERGUNTAS SECUNDÁRIAS	HIPÓTESES SECUNDÁRIAS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS
1	Qual o consumo energético de uma edificação residencial multifamiliar que obteve a Etiqueta de Conservação de Energia (ENCE) nível “A”?	A demanda de energia de uma edificação em operação está relacionada também com o comportamento do usuário. Este parâmetro interfere no balanço final de energia zero.	Analisar o consumo energético das construções multifamiliares que receberam a ENCE nível “A”
3	Intervenção de envelopes mais eficientes no consumo de energia?	Construção em um centro urbano pode sofrer grandes alterações de acordo com o contexto.	Na especificação do envolvimento eficiente que reduza a energia necessária para alcançar os limites de conforto em edifícios residenciais verticalizados.

# Questões da Pesquisa

	PERGUNTAS SECUNDÁRIAS	HIPÓTESES SECUNDÁRIAS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS
	Qual o consumo energético	A demanda de energia de uma edificação em	Analisar o consumo energético das
	<b>PERGUNTAS SECUNDÁRIAS</b>	<b>HIPÓTESES SECUNDÁRIAS</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>
2	Qual o percentual de área disponível na envoltória e com potencial para aplicação do sistema fotovoltaico?	Quanto maior o gabarito da edificação vertical, em proporção, será menor a área disponível na cobertura para atender a demanda da edificação. O potencial de geração passa a ser o plano vertical, ou seja, as fachadas.	Avaliar o potencial da envoltória, das edificações etiquetadas, como fonte geradora de energia renovável, com foco na energia solar.
	de energia?		para alcançar os limites de conforto em edifícios residenciais verticalizados.

# Questões da Pesquisa

	PERGUNTAS SECUNDÁRIAS	HIPÓTESES SECUNDÁRIAS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS
	Qual o consumo energético	A demanda de energia de uma edificação em	Analisar o consumo energético das
	<b>PERGUNTAS SECUNDÁRIAS</b>	<b>HIPÓTESES SECUNDÁRIAS</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>
3	No contexto urbano qual a interferência de envoltórias mais eficientes no consumo de energia?	O comportamento de uma edificação construída em um centro urbano pode sofrer grandes alterações de acordo com o contexto	Identificar a influência da malha urbana na especificação do envelopamento eficiente que reduza a energia necessária para alcançar os limites de conforto em edifícios residenciais verticalizados
	de energia?		para alcançar os limites de conforto em edifícios residenciais verticalizados.

# REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O capítulo de revisão bibliográfica apresenta conceitos e definições importantes a serem utilizadas como base para fundamentação teórica deste trabalho.



PROCEL EDIFICA

EEZ – EDIFICAÇÃO DE ENERGIA ZERO

# REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2009:

Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C)

2010:

Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R)



Comercial → 2009

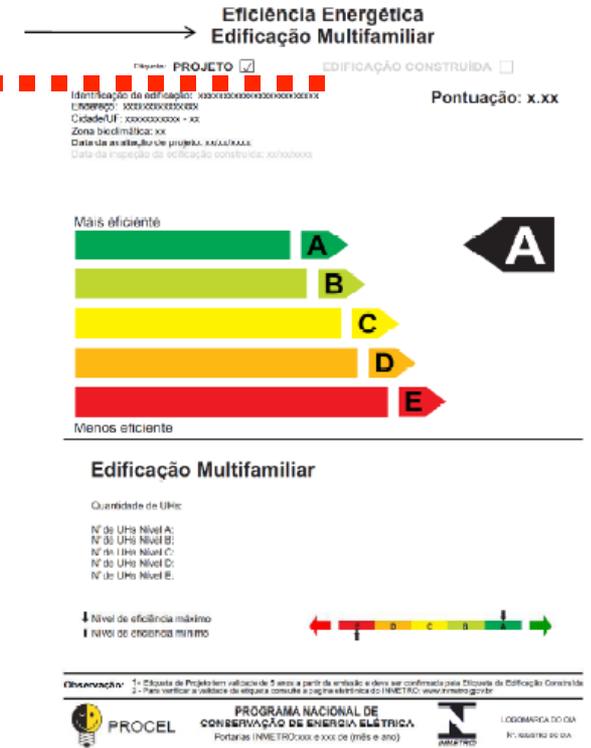
Residencial → 2010

# REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

## ENCE da Edificação Multifamiliar

O RTQ-R avalia as condições do nível de eficiência energética de unidades habitacionais autônomas, edifícios residenciais multifamiliares e áreas comuns de edifícios multifamiliares ou condomínios.

(SCALCO et al., 2012)



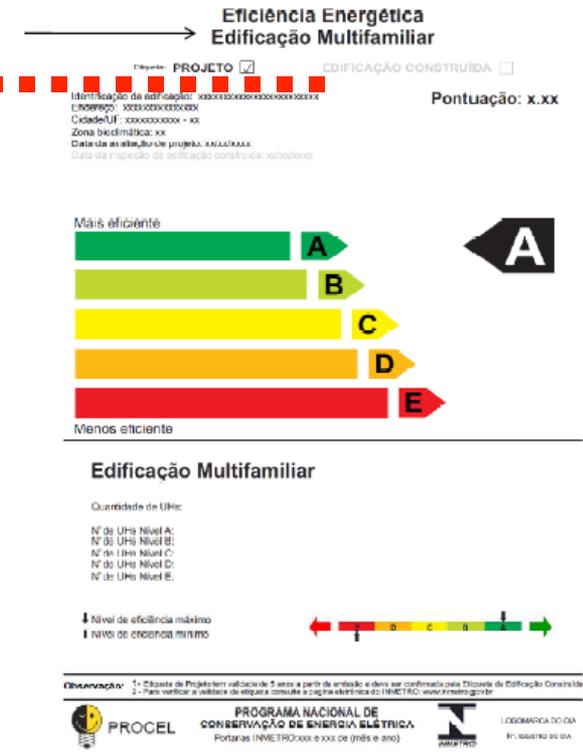
# REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

## ENCE da Edificação Multifamiliar

O RTQ-R leva em consideração:

- envoltória da edificação
- iluminação natural e artificial
- condicionamento do ar
- aquecimento de água

As edificações mais eficientes podem atingir nível “A” e nível “E” para as menos eficientes.



# REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

## EEZ – Edificação de Energia Zero

A evolução das casas passivas norteou o conceito de Edifício de Energia Zero (EEZ).

WANG et al (2009).

**1939**

**M.I.T. Solar House 1  
Cambridge, MA**



**1948**

**M.I.T. Solar House II,  
Cambridge, MA**



**1949**

**M.I.T Solar House III**



Fonte:: MIT News Office and the MIT Museum

# REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

## EEZ – Edificação de Energia Zero

CONCEITOS:



O termo é aplicado para edificações que possuem um **balanço ZERO** relacionado a energia **usada** pela edificação/ocupantes e energia **produzida** por sistema renovável. E possui ZERO de emissões de carbono.



# REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

## EEZ – Edificação de Energia Zero

*“...definem Edificação de Energia Zero (EEZ) como sendo aquela que, em média anual, gera, por meio de fontes renováveis a totalidade da energia que consome”*

Pacheco e Lamberts (2008)



# REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

## EEZ – Edificação de Energia Zero

*“O conceito de energia zero em edifícios não é mais percebido apenas como um conceito de um futuro remoto, mas como uma solução realista para a mitigação das emissões de CO<sub>2</sub> e/ou a redução do uso de energia no setor da construção.”*

Marszal et al. (2011)



# REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

## GERAÇÃO DE ENERGIA



A **ENERGIA SOLAR** possui diversas aplicações, a **geração direta de eletricidade através de tecnologia fotovoltaica** é uma das alternativas mais sustentáveis para a geração de energia através de uma fonte não poluente e renovável.

# REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

## GERAÇÃO DE ENERGIA



Fotos: Silvana Silvestre

*“A geração de energia elétrica na própria instalação consumidora pode trazer uma série de vantagens sobre a geração centralizada tradicional, como:*

- economia dos investimentos em transmissão*
- redução das perdas nas redes e melhoria da qualidade do serviço de energia elétrica”*

ANEEL (2012)

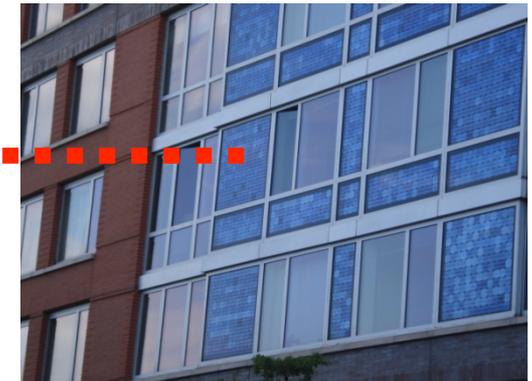
# REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

## GERAÇÃO DE ENERGIA

A **envoltória** da edificação provê **área suficiente** para instalação do sistema **fotovoltaico** em zonas urbanas?



Fotos: Silvana Silvestre



- 1 Identificação dos estudos de caso
- 2 Análise das tipologias construtivas e do entorno construído
- 3 Projeção do consumo de energia elétrica
- 4 Definição dos parâmetros a serem analisados
- 5 Simulação computacional

## 1 Identificação dos estudos de caso

### EDIFICAÇÕES ETIQUETADAS

<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/edificacoes-mult.pdf>

#### FASE PROJETO

Receberam a ENCE de Edificação Multifamiliar

Possuir mais de  
6 (seis) andares

Seleção de duas edificações

ENCE  
= nível "A"

ENCE  
< nível "A"

## 1 Identificação dos estudos de caso

Seleção de  
duas  
edificações

ENCE  
= nível "A"

ENCE  
< nível "A"



Condicionantes seleção

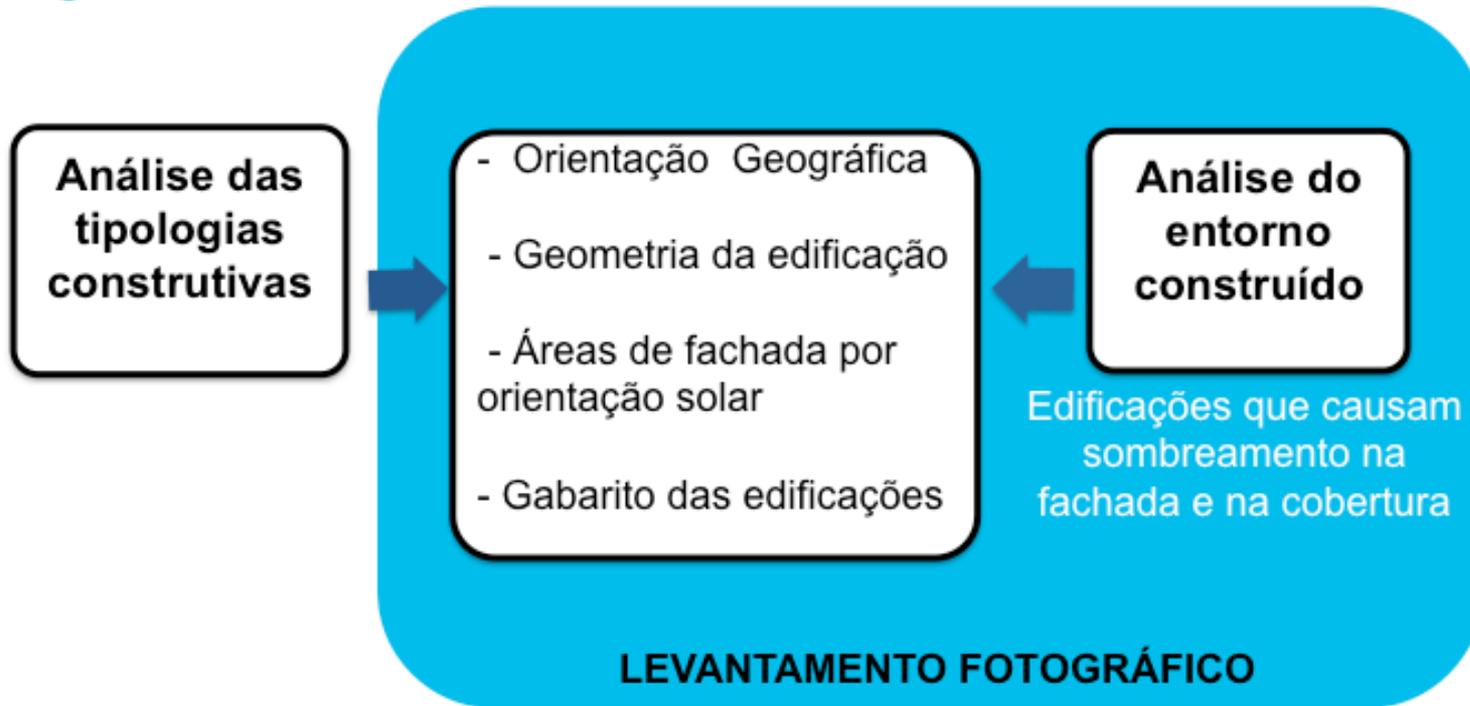
público alvo com o mesmo perfil  
de rendimento financeiro

autorização do empreendedor

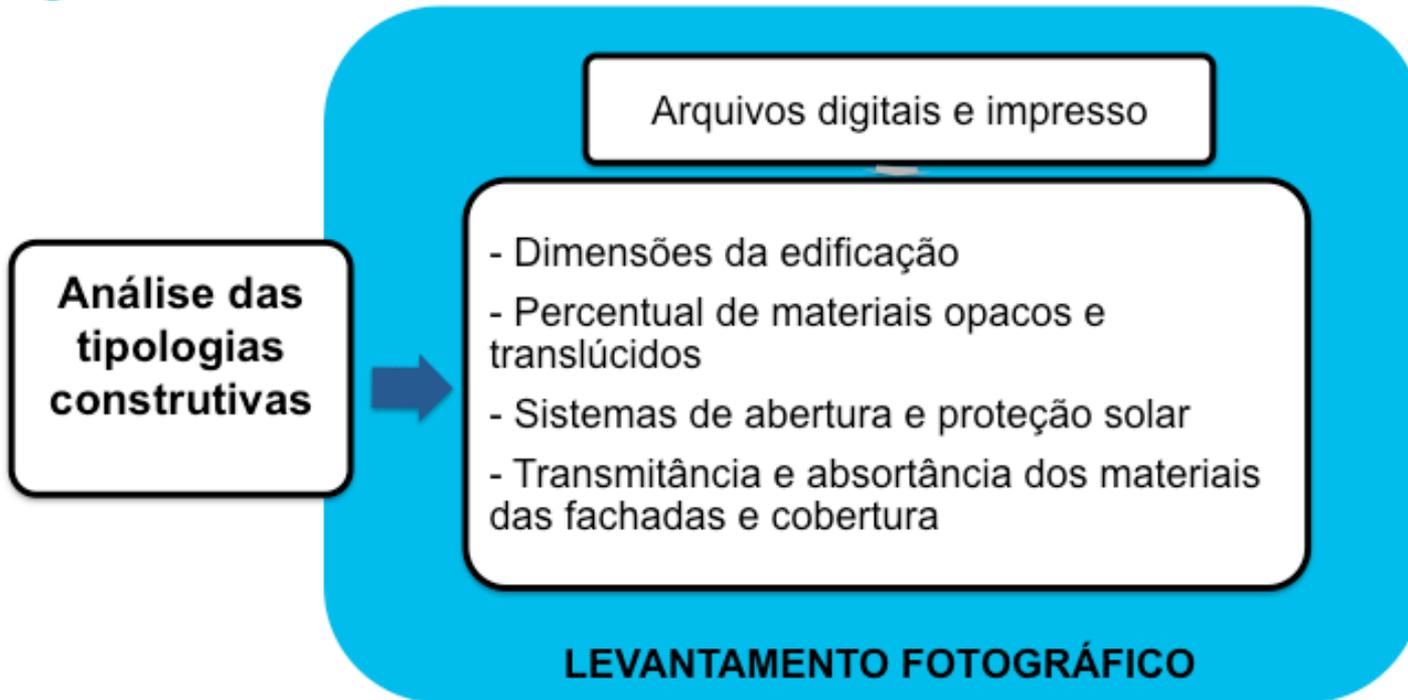
projetos com especificações em  
arquivos digitais

apresentação do método prescritivo  
para obtenção da etiqueta na fase  
projeto

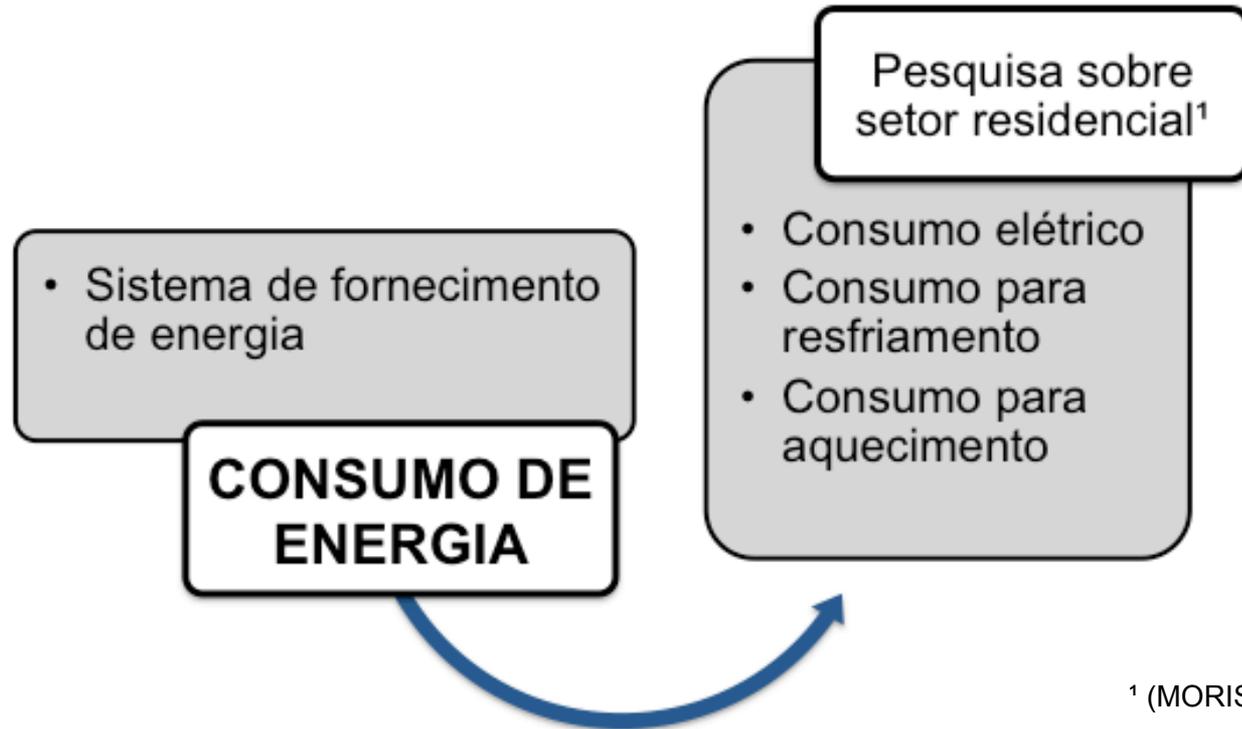
## 2 Análise das tipologias construtivas e do entorno construído



## 2 Análise das tipologias construtivas e do entorno construído



## 3 Projeção do consumo de energia elétrica



## 4 Definição dos parâmetros a serem analisados



Attia et al. (2012)  
Definiu seis principais aspectos de projeto de edificação de energia zero ligado a rede

## 4 Definição dos parâmetros a serem analisados

### MODELO BASE

*“...quando se trata do setor residencial, o modelo deve contemplar características mais próximas da realidade como: tipologia arquitetônica, número de ambientes, área construída, número de habitantes, consumo de energia, rede e arranjo domiciliar”*

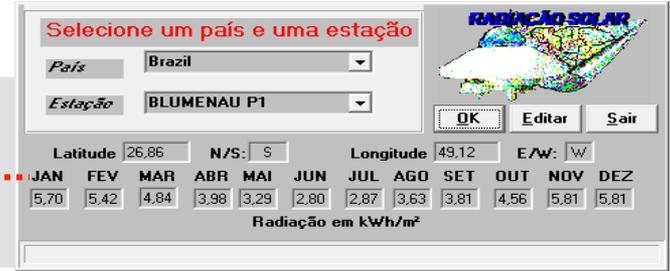
MORISHITA (2011)

## 5. Simulação computacional

### SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

**RDIASOL:** cálculo da irradiação solar (kWh/m<sup>2</sup>/dia)

SWERA – *Solar and Wind Energy Resource Assessment*



Selecionar um país e uma estação

País:

Estação:

OK Editar Sair

Latitude: 26,86 N/S: S Longitude: 49,12 E/W: W

JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
5,70	5,42	4,84	3,98	3,29	2,80	2,87	3,63	3,81	4,56	5,81	5,81

Radiação em kWh/m<sup>2</sup>

**ENERGY PLUS:** simulação de desempenho térmico das edificações escolhidas

TRY - *Test Reference Year* : ano climático de referência para as cidades escolhidas

## 5. Simulação computacional

### SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

#### Dados para simulação

Estimativa do padrão de ocupação e do uso de equipamentos e obtenção da carga térmica interna

Estimativa da potência instalada de equipamentos

Levantamento dos parâmetros dos materiais construtivos

## 5. Simulação computacional

### SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

Dados para  
simulação

Levantamento dos parâmetros dos materiais construtivos

#### Indicadores para simulação

- Tipo de vidros das esquadrias/fachadas: **fator solar**;
- Tipo de parede: **transmitância térmica**;
- Cor da parede: **absortância**;

## 5. Simulação computacional

### SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

Dados para  
simulação

Levantamento dos parâmetros dos materiais construtivos

#### Indicadores para simulação

- Tipo de cobertura: **transmitância térmica**;
- Cor da cobertura: **absortância**.
- Propriedades térmicas dos materiais (NBR 15220).
- Outras referências.

# Quadro Metodológico

	OBJETIVOS	MÉTODOS	RESULTADOS ESPERADOS
Geral	Avaliar os modelos de envoltória que atendam ao conceito de energia zero em tipologia verticais multifamiliares.	<b>Identificação dos estudos de caso</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Edificações etiquetadas</li><li>• Seleção das edificações multifamiliares etiquetadas</li></ul> <b>Análise das tipologias construtivas e do entorno construído</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Visita in loco</li></ul> <b>Projeção do consumo e demanda de energia elétrica</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Conferir se a edificação classificada como eficiente energeticamente tem o potencial de gerar toda a energia que necessita para atender a demanda.</li><li>• Validar as informações de eficiência energética em uma amostragem estudada de edificações multifamiliares etiquetadas de acordo com o RTQ-R (Regulamento Técnico de Qualidade Residencial). E propor diretrizes para que as edificações etiquetadas possam se tornar edificações de energia zero.</li></ul>
	Analisar o consumo energético das construções multifamiliares que receberam a ENCE nível "A"		
Específicos	Avaliar o potencial da envoltória, das edificações etiquetadas, como fonte geradora de energia renovável, com foco na energia solar.	<b>Definições dos parâmetros a serem estudados</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Modelo base</li><li>• Simulação Computacional</li><li>• Análise dos resultados</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Identificar a proporção da envoltória com maior potencial para geração de energia renovável e obter indicadores utilizando a razão entre o consumo de energia e sua geração através de fontes renováveis junto à própria edificação.</li></ul>
	Identificar a influência da malha urbana na especificação do envelopamento eficiente que reduza a energia necessária para alcançar os limites de conforto em edifícios residenciais verticalizados.		

# Resultados Esperados

	OBJETIVOS	MÉTODOS	RESULTADOS ESPERADOS
Geral	<p>Avaliar os modelos de envoltória que atendam ao conceito de energia zero em tipologia verticais multifamiliares.</p>	<p><b>Identificação dos estudos de caso</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Edificações etiquetadas</li><li>• Seleção das edificações multifamiliares etiquetadas</li></ul> <p><b>Análise das tipologias construtivas e do entorno construído</b></p> <p><b>Projeção do consumo e demanda energética</b></p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Conferir se a edificação classificada como eficiente energeticamente tem o potencial de gerar toda a energia que necessita para atender a demanda.</li></ul>
Esp. Técnicos	<p>Analisar o consumo energético das edificações etiquetadas que receberam a ENCE nível "A"</p> <p>Identificar a influência da malha urbana na especificação do envelopamento eficiente que reduza a energia necessária para alcançar os limites de conforto em edifícios residenciais verticalizados.</p>	<p><b>Projeção do consumo e demanda energética</b></p> <p><b>Modelos de simulação energética</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Modelo base</li><li>• Simulação Computacional</li><li>• Análise dos resultados</li></ul>	<p>Validar as informações de eficiência energética em uma amostragem estudada de edificações multifamiliares etiquetadas de acordo com o RTQ-R (Regulamento Técnico de Qualidade Residencial). E propor diretrizes para que as edificações etiquetadas possam se tornar edificações de energia zero.</p> <p>Identificar a proporção da envoltória com maior potencial para geração de energia renovável e obter indicadores utilizando a razão entre o consumo de energia e sua geração através de fontes renováveis junto à própria edificação.</p> <p>Contribuir para ampliar o conhecimento no cenário brasileiro de conceitos edificação de energia zero aplicado em modelos verticais residenciais.</p>

**Conferir se a edificação classificada como eficiente energeticamente tem o potencial de gerar toda a energia que necessita para atender a demanda.**

# Resultados Esperados

	OBJETIVOS	MÉTODOS	RESULTADOS ESPERADOS
Geral	<p>Avaliar os modelos de envoltória que atendam ao conceito de energia zero em tipologia verticais multifamiliares.</p>	<p><b>Identificação dos estudos de caso</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Edificações etiquetadas</li><li>• Seleção das edificações multifamiliares etiquetadas</li></ul> <p><b>Análise das tipologias construtivas</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Visita in loco</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Conferir se a edificação classificada como eficiente energeticamente tem o potencial de gerar toda a energia que necessita para atender a demanda.</li><li>• Validar as informações de eficiência energética em uma amostragem estudada de edificações multifamiliares etiquetadas de acordo com o RTQ-R (Regulamento Técnico de Qualidade Residencial). E propor diretrizes para que as edificações etiquetadas possam se tornar edificações de energia zero.</li></ul>
Específicos	<p>Avaliar o potencial da envoltória, das fachadas, do sistema geradora de energia renovável, com o objetivo de obter a energia necessária para alcançar os limites de consumo energético residencial verticalizado.</p>	<p><b>Definições dos parâmetros a serem estudados</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Modelo base</li><li>• Simulação Computacional</li></ul>	<p>Identificar a proporção da envoltória com maior potencial para geração de energia renovável e obter indicadores utilizando a razão entre o consumo de energia e sua geração através de fontes renováveis junto à própria edificação.</p> <p>Contribuir para ampliar o conhecimento no cenário brasileiro de conceitos edificação de energia zero aplicado em modelos verticais residenciais.</p>

**Validar as informações de eficiência energética em uma amostragem estudada de edificações multifamiliares etiquetadas de acordo com o RTQ-R (Regulamento Técnico de Qualidade Residencial). E propor diretrizes para que as edificações etiquetadas possam se tornar edificações de energia zero.**

# Resultados Esperados

	OBJETIVOS	MÉTODOS	RESULTADOS ESPERADOS
Geral	<p>Avaliar os modelos de envoltória que atendam ao conceito de energia zero em tipologia verticais multifamiliares.</p>	<p><b>Identificação dos estudos de caso</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Edificações etiquetadas</li><li>• Seleção das edificações multifamiliares etiquetadas</li></ul> <p><b>Análise das tipologias construtivas e</b></p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Conferir se a edificação classificada como eficiente energeticamente tem o potencial de gerar toda a energia que necessita para atender a demanda.</li><li>• Validar as informações de eficiência energética em uma amostragem estudada de edificações multifamiliares etiquetadas de acordo com o RTQ-R (Regulamento Técnico de Qualidade Residencial). E propor diretrizes para que as edificações etiquetadas possam se tornar edificações de energia zero.</li></ul>
Específicos	<p><b>Identificar a proporção da envoltória com maior potencial para geração de energia renovável e obter indicadores utilizando a razão entre o consumo de energia e sua geração através de fontes renováveis junto à própria edificação.</b></p>	<p><b>Definição dos parâmetros a serem</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Modelo base</li><li>• Análise dos resultados</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Identificar a proporção da envoltória com maior potencial para geração de energia renovável e obter indicadores utilizando a razão entre o consumo de energia e sua geração através de fontes renováveis junto à própria edificação.</b></li><li>• Contribuir para ampliar o conhecimento no cenário brasileiro de conceitos edificação de energia zero aplicado em modelos verticais residenciais.</li></ul>

# Resultados Esperados

	OBJETIVOS	MÉTODOS	RESULTADOS ESPERADOS
Geral	<p>Avaliar os modelos de envoltória que atendam ao conceito de energia zero em tipologia verticais multifamiliares.</p>	<p><b>Identificação dos estudos de caso</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Edificações etiquetadas</li><li>• Seleção das edificações multifamiliares etiquetadas</li></ul> <p><b>Análise das tipologias construtivas e do entorno construído</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Visita in loco</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Conferir se a edificação classificada como eficiente energeticamente tem o potencial de gerar toda a energia que necessita para atender a demanda.</li><li>• Validar as informações de eficiência energética em uma amostragem estudada de edificações multifamiliares etiquetadas de acordo com o RTQ-R (Regulamento Técnico de Qualidade Residencial). E propor diretrizes para que as edificações etiquetadas possam se tornar edificações de energia zero.</li></ul>
Específicos	<p>Analisar o consumo energético das construções multifamiliares que recebem a ENCE nível "A"</p> <p><b>Contribuir para ampliar o conhecimento no cenário brasileiro de conceitos edificação de energia zero aplicado em modelos verticais residenciais.</b></p> <p>Avaliar o potencial da envoltória das edificações etiquetadas, como fonte geradora de energia renovável, com foco na energia solar.</p> <p>Identificar a influência da malha urbana na especificação do envelopamento eficiente que reduza a energia necessária para alcançar os limites de conforto em edifícios residenciais verticalizados.</p>	<p><b>Definição dos parâmetros a serem avaliados</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Modelo base</li><li>• Simulação Computacional</li><li>• Análise dos resultados</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Identificar a proporção da envoltória com maior potencial para geração de energia renovável e obter indicadores utilizando a razão entre o consumo de energia e sua geração através de fontes renováveis junto à própria edificação.</li></ul> <div style="border: 2px dashed blue; padding: 5px;"><ul style="list-style-type: none"><li>• Contribuir para ampliar o conhecimento no cenário brasileiro de conceitos edificação de energia zero aplicado em modelos verticais residenciais.</li></ul></div>

# CRONOGRAMA

	ANO 2012							ANO 2013											
	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Créditos de Disciplinas	■	■	■	■	■	■	■												
Revisão Bibliográfica		■	■	■	■	■	■	■	■	■									
Detalhamento do projeto de Pesquisa								■	■	■									
Levantamento e determinação das tipologias construtivas								■	■	■	■	■							
Levantamento e análise do entorno construído										■	■	■							
Definições de parâmetros a serem estudados						■	■	■	■	■									
Pesquisa a campo										■	■	■	■	■					
Confrontação dos conceitos de edificações de energia zero											■	■	■	■	■				
Equacionamento dos resultados													■	■	■	■	■		
Investigação e avaliação de requisitos ainda não contemplados														■	■				
Elaboração das diretrizes de projeto														■	■	■	■		
Elaboração da dissertação	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Q - Qualificação.

D - Defesa

■ atividades concluídas

■ Atividades planejadas

# Referência Bibliográfica

AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELETRICA. Atlas de energia elétrica do Brasil. 3ª. ed. Brasília: ANEEL, 2008.

ATTIA, S.; GRATIA, E.; HERDE, A.; HENSEN J. L.M. Simulation-based decision support tool for early stages of zero-energy building design. **Energy and Buildings**, article in press, 2012. <acesso em 03/05/2012>

BERALDO, J. C. **Eficiência energética em edifícios: avaliação de uma proposta de regulamento de desempenho térmico para arquitetura do estado de São Paulo**. Dissertação (Mestrado Tecnologia da Arquitetura). Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

BESSA, V. M. T. **Contribuição à metodologia de avaliação das emissões de dióxido de carbono no ciclo de vida das fachadas de edifícios de escritórios**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

BRUNTLAND, G. H. **Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future, 1987**. Disponível em: <http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>. Acesso em: 17 abr. 2012.

CARLO, J. **Desenvolvimento de Metodologia de Avaliação da Eficiência Energética do Envoltório de Edificações Não-residenciais**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

CARLO, J. C.; LAMBERTS, R. Parâmetros e métodos adotados no regulamento de etiquetagem da eficiência energética de edifícios – parte 1: método prescritivo. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 7-26, 2010.

# Referência Bibliográfica

HERNANDEZ, P.; KENNY, P. From net energy to zero energy buildings: defining life cycle zero energy buildings (LC-ZEB). **Energy and Buildings**, v.42, n. 6, p. 815-821, jun. 2010.

ATTIA, S.; GRATIA, E.; HERDE, A.; HENSEN J. L.M. Simulation-based decision support tool for early stages of zero-energy building design. **Energy and Buildings**, article in press, 2012. <acesso em 03/05/2012>

JARDIM, C.D.S.; RÜTHER, R.; SALAMONI, I. T.; VIANA, T. D. S.; REBECHI, S. H.; KNOB, P. J. The strategic siting and the roofing area requirements of building-integrated photovoltaic solar energy generators in urban areas in Brazil. **Energy and Buildings**, v.40, n. 3, p.365-370, 2008.

LABEEE. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. **Manual de Aplicação do Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Residenciais**. Disponível em: <<http://www.labeee.ufsc.br/projetos/etiquetagem/residencial/downloads>> Acesso em: 27 mar. 2012.

LABORATÓRIO DE ENERGIA SOLAR DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE RIO GRANDE DO SUL. **Programa Radiasol**. Disponível em: <<http://www.solar.ufrgs.br/>> Acesso em maio/2011.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. 2.ed. São Paulo: Prolivros, 2004.

LAMBERTS, R.; TRIANA, M. A. **Projeto Tecnologias para Construção Habitacional mais Sustentável: Documento Levantamento do estado da arte: Energia**. Projeto Finep 2386/04. São Paulo, 2007.

# Referência Bibliográfica

MACIEL, A. A. **Integração de conceitos bioclimáticos ao projeto arquitetônico.** Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

MARINS, K. R. C. C. **Proposta metodológica para planejamento energético no desenvolvimento de áreas urbanas.** Tese (Doutorado Tecnologia da Arquitetura) Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2010.

MAHDAVI A., DOPPELBAUER. E. A performance comparison of passive and low-energy buildings. **Energy and Buildings**, v. 42, n. 8, p. 1314-1319, ago. 2010.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – MME. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2020.** Brasília: MME/ EPE, 2011.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – MME. **Balço Energético Nacional 2011: Ano base 2010.** Rio de Janeiro: MME/ EPE, 2011.

MORISHITA, C. **Impacto do regulamento para eficiência energética em edificações no consumo de energia elétrica do setor residencial brasileiro.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

OLGYAY, V. **Design with climate bioclimatic approach to architecture regionalism.** New Jersey: Princeton University. 1973.

PACHECO, M.T.G., LAMBERTS, R. **Edifícios de Energia Zero: definições, políticas, exemplos.** XXII Encontro nacional de tecnologia do Ambiente Construído. ENTAC, Fortaleza, 2008.

RUTHER, R. , ZILLES, R. Making the case for grid-connected photovoltaics in Brazil. **Energy Policy**, v. 39, p. 1027–1030, 2011.

# Referência Bibliográfica

SARTORI, I., NAPOLITANO, A., VOSS, K. Net zero energy buildings: A consistent definition framework. **Energy and Buildings**, v. 48, p. 220-232, 2012.

SCALCO, V., FOSSATI, M., VERSAGE, R., SORGATO, M., LAMBERTS, R., MORISHITA, C. **Innovations in the Brazilian regulations for energy efficiency of residential building**. Architectural Science Review. Volume 55, Issue 1, 2012. pages 71-81.

SILVA, V. G. **Avaliação da Sustentabilidade de Edifícios de Escritórios Brasileiros: Diretrizes e Base Metodológica**. Tese de Doutorado. Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia Civil. São Paulo, 2003.

SWERA. **Solar and Wind Energy Resources Assessment**. Disponível em: <<http://swera.unep.net/>> Acesso em maio/2011.

THIERS, S., PEUPORTIER, B., **Energy and environmental assessment of two high energy performance residential buildings**. Building and Environment, volume 51, 2012. p. 276-284.

THORMARK, C. **A low energy building in a life cycle—its embodied energy, energy need for operation and recycling potential**. Building and Environment, volume 37, 2002. p. 429-435.

WANG, L., GWILLIAMA, J. and JONES, P. Case study of zero energy house design in UK. **Energy and Buildings**, V.41, nov2009, p. 1215-1222.

WBCSD, *World Business Council for Sustainable Development*. **Panorama atual e perspectivas futuras até 2050**. Relatórios em EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFÍCIOS. Versão em português. 2009

WESTPHAL, F. S.; LAMBERTS, R. Building Simulation Calibration Using Sensitivity Analysis. BUILDING SIMULATION. **Proceedings**. Montreal: IBPSA, 2005. p. 1331-1338.