

# **Impactos da Adequação Climática Sobre a Eficiência Energética e o Conforto Térmico de Edifícios de Escritórios no Brasil**

**Aldomar Pedrini**

**Equipes:**

Zona 1: Prof. Dr. Antonio Augusto de Paula Xavier  
(CEFET/PR)

Zona 2: Prof. Dr. Joaquim C. Pizzutti dos Santos  
(UFSM)

Francéli Ferreira  
Leonardo Bonatto  
Vanessa Sari

Zona 3: Prof. Enedir Ghisi, PhD (UFSC)

Greici Ramos  
Marina Vasconcelos Santana  
Priscila Mei Minku  
Caroline da Silva Moreira  
Gabriel Marcon Coelho

Zona 4: Prof. Dr. Maurício Roriz (UFSCar)

Renata Aboud Barbugli  
Kellen Monte Carrières  
Mônica Faria de Almeida Prado  
Aline Cristina Lopes

Zona 5: Profa. Dra. Louise Land B. Lomardo (UFF)  
Ana Paula Venâncio  
Linus Gombarovits Trindade

Zona 6: Prof. Wagner Augusto Andreasi (UFMS)

André Luiz Assis Andreasi  
Gabriela Paiva  
Jucimeire Neves da Silva  
Rogério de Souza Versage

**Zona 7: Prof. Aldomar Pedrini, PhD (UFRN)**

Zona 8: Prof. Ricardo Cabús, PhD (UFAL)

Mara Araújo  
Vanessa Montenegro

# Sumário

Sumário .....	ii
Lista de Figuras .....	iii
Lista de Tabelas.....	iii
<b><u>1. Descrição das Atividades .....</u></b>	<b><u>4</u></b>
1.1 Metodologia.....	5
1.1.1 Escolha da cidade .....	5
1.1.2 Características climáticas .....	6
1.1.3 Determinação de arquivo climático.....	7
1.1.4 Limitações tipológicas e de acesso de informações.....	9
1.2 Considerações .....	15
1.3 Anexo 1. Carta de apresentação do projeto.....	16
1.4 Bibliografia .....	17

## Lista de Figuras

Figura 1.1. Mapa do Rio Grande do Norte. ....	6
Figura 1.2 Clima de Mossoró processado para o Analysis. ....	8
Figura 1.3. Clima de Caicó processado para o Analysis (LAMBERTS, SCHUCH et al., 2003). ....	8
Figura 1.4. Vista Centro da cidade .....	11
Figura 1.5. Residencial Bem Viver .....	11
Figura 1.6. Medical Center .....	11
Figura 1.7. Residencial em construção no Centro da cidade .....	11
Figura 1.8. Vista Aérea do Centro da Cidade.....	12
Figura 1.9. Centro Empresarial Caiçara. ....	13
Figura 1.10. Centro Empresarial Duarte.....	14
Figura 1.11. Telemar / Mossoró-RN .....	14

## Lista de Tabelas

Tabela 1.1. Gabaritos para Mossoró. ....	9
--	---

# **1. Descrição das Atividades**

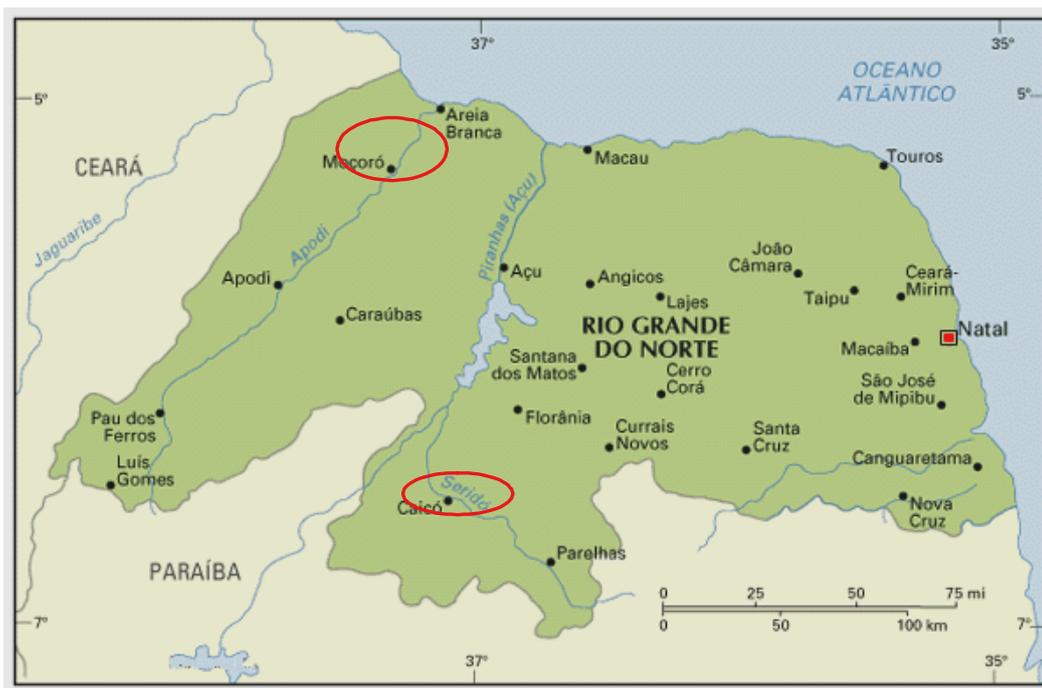
## **1.1 Metodologia**

A execução do projeto para a Zona Bioclimática 7 foi comprometida pelos vários obstáculos que foram surgindo durante sua execução, decorrentes, sobretudo da falta de infra-estrutura da cidade escolhida. Havia o conhecimento prévio de que as cidades de climas quente e seco estão localizadas majoritariamente em regiões pobres, pouco desenvolvidas. Apesar da escolha da cidade com melhores condições de desenvolvimento do projeto, não foi possível realizar as atividades de campo, como determinação de arquivo climático, identificação de tipologias, medições de temperaturas de set-point de resfriamento e de consumo. Os detalhes são descritos a seguir.

### **1.1.1 Escolha da cidade**

Mossoró foi escolhida porque é segunda maior do estado do Rio Grande do Norte, com 214.901 habitantes, e a primeira da Zona Bioclimática 7. A segunda opção seria a cidade de Caicó, com 53.505 habitantes, porém muito menor e muito mais modesta em termos de arquitetura comercial do tipo de escritório. O acesso à cidade de Mossoró é melhor do que qualquer outra cidade de médio porte localizada na Zona 7. Está situada entre duas capitais (Fortaleza e Natal, Figura 1.1), podendo ser alcançada pelas BR's 110, 304 e 405, além de rodovias intermunicipais.

Durante a escolha da cidade, também foram considerados outros aspectos. Como o Laboratório de Conforto Ambiental (LabCon) tem uma bolsista de Mossoró, foi considerado que essa pessoa teria muito mais familiaridade com a cidade. Além disso, haveria uma redução dos custos, principalmente com alojamento. Esse fato é importante porque não foram aprovados recursos financeiros para esse fim. Outro aspecto considerado foi a possibilidade de se determinar um arquivo climático para as simulações, a partir da estação climatológica local.



**Figura 1.1.** Mapa do Rio Grande do Norte.

Fonte: <http://www.guianet.com.br/rn/maparn.htm>

### **1.1.2 Características climáticas**

A cidade apresenta Latitude 5°11'15" Sul, Longitude 37°20'39" Oeste e Altitude de 16m. Segundo a classificação climática de W. Köppen que se baseia no regime térmico e pluviométrico, o clima de Mossoró é do tipo BSw<sup>h</sup>, ou seja, o clima muito seco, insuficiente para o desenvolvimento das culturas agrícolas durante o ano, sendo a maior incidência de chuvas no verão, atrasando para o outono, com temperatura média anual e temperatura do mês mais frio maior que 18°C. Segundo a classificação climática de W.C. Thornthwaite, que se baseia numa série de índices térmicos utilizando o Balanço Hídrico, o clima de Mossoró é do tipo DdA'a', ou seja, semi-árido, com pequeno ou nenhum excesso de água durante o ano, e megatérmico. Dados disponibilizados pela prefeitura descrevem a temperatura média mínima em torno de 22,5°C e máximas de 33,3°C. Devido à baixa latitude e ausência de fatores geográficos influenciadores, a temperatura apresenta-se sem grande variação anual. Mossoró apresenta apenas duas estações climáticas bem definidas, sendo uma seca, que se prolonga quase sempre por sete ou oito meses e uma chuvosa que muito raramente ultrapassa cinco meses, o que demonstra sua irregularidade. Devido à baixa altitude de Mossoró e proximidade com o equador, a pressão atmosférica apresenta baixa variação, sendo o seu valor médio 757,3 mm de mercúrio, com máximas no mês de julho e mínimas no mês de janeiro. A

velocidade média mensal do vento em Mossoró varia entre os valores de 2,6 m/s e 5,6 m/s com média anual de 4,1 m/s. As direções predominantes dos ventos são Sudeste e Nordeste e as de menor predominância, Noroeste e Oeste.

### **1.1.3 Determinação de arquivo climático**

A escolha considerou a existência de dados climáticos. Nesse caso, a Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) conta com uma estação climatológica que teoricamente fornece os principais dados meteorológicos necessários para o desenvolvimento de diversas atividades produtivas, através da website <http://www.ufersa.edu.br/prppg/clima.asp>. Como os dados disponibilizados correspondem às médias diárias e mensais, o responsável pela estação foi contactado em mais de uma oportunidade. Na primeira, a bolsista do LabCon apenas conseguiu os dados estatísticos, pois o responsável não entendeu a proposta. No segundo contato, realizado através do Prof. Eugênio Mariano de Medeiros (colaborador do LabCon), os resultados não foram melhores. Após contato por telefone, o responsável da estação justificou que os dados não poderiam ser disponibilizados porque não haviam sido tratados e inclusive sugeriu que fosse alocado um bolsista para essa tarefa, com supostos recursos do projeto de pesquisa. Obviamente não foi possível atender a necessidade. Além disso, observações em loco da estação levantaram questionamentos se a mesma seria compatível com os padrões exigidos pelos programas de simulação.

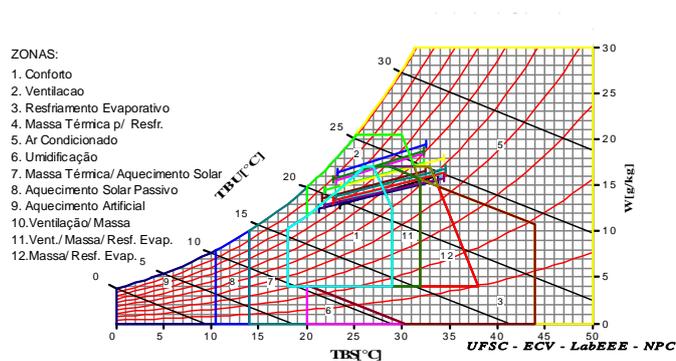
Como Mossoró também possui um aeroporto cadastrado no Departamento Norte Americano de Energia ([http://www.eere.energy.gov/buildings/energyplus/cfm/weatherdata/weather\\_request.cfm](http://www.eere.energy.gov/buildings/energyplus/cfm/weatherdata/weather_request.cfm)), identificado por “SBMS MOCORO / 17 ROSADO BRAZIL - 03 00 s 05 12 W 037 22 + 0023” (LONG, 2004) , todos os dados disponíveis foram analisados. Infelizmente a grande maioria dos dados horários estava faltando e por isso não foi possível obter um arquivo climático.

Também foram cogitados os serviços de monitoramento climático do INPE, através das Plataformas de Coleta de Dados (<http://tempo.cptec.inpe.br:9080/PCD/pcd.jsp?uf=19>), porém sem sucesso: não há registros em Mossoró, apenas próximo, os registros são realizados a cada quatro horas, e nenhuma estação está produzindo resultados confiáveis no estado do Rio Grande do Norte.

Também foram consideradas as estações do INMET, porém sem sucesso nos contatos.

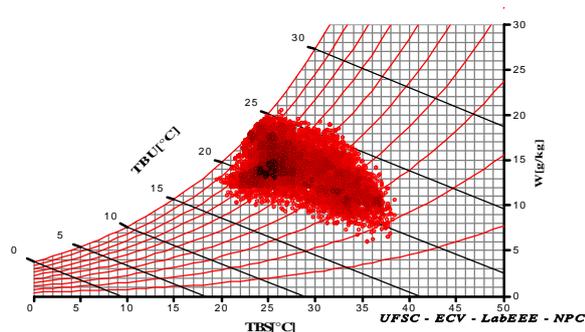
Atualmente, o único arquivo climático processado para a Zona 7 corresponde a Caicó-RN (Figura 1.3). Trata-se de uma estação solarimétrica sob coordenação do INPE-CPTec, integrado ao Projeto SWERA (Solar And Wind Energy Resource Assessment). Ainda assim, o arquivo climático não apresenta dados de velocidade e orientação do vento porque esses passaram a ser monitorados apenas a partir de 21 de outubro de 2005.

Caicó é uma cidade pequena de apenas 53.505 habitantes, sem representação para o projeto de pesquisa. Por isso, foi cogitado empregar seus dados climáticos para avaliar o desempenho das edificações de Mossoró. Consultas a pesquisadores indicaram que apesar de ambos os climas serem quente e seco, são muito diferentes no comportamento. A comparação entre as normais climatológicas de Mossoró (Figura 1.2) com os dados de Caicó (Figura 1.3) reforçam a suspeita. Portanto, foi descartado o uso do arquivo climático de Caicó para Mossoró para fins de calibração de modelos.



**Figura 1.2** Clima de Mossoró processado para o Analysis.

Fonte: arquivos do LabCon-UFRN.



**Figura 1.3.** Clima de Caicó processado para o Analysis (LAMBERTS, SCHUCH et al., 2003).

Fonte: arquivos do LabCon-UFRN.

### 1.1.4 Limitações tipológicas e de acesso de informações

As cidades da Zona 7 são geralmente muito horizontais, inclusive Mossoró. O controle de gabarito do Código de Obras evidencia essa característica (Tabela 1.1)

**Tabela 1.1.** Gabaritos para Mossoró.

<b>Zonas</b>	<b>alturas (m)</b>
Zona comercial principal (ZPP)	20,0
Zona comercial secondary (ZCS)	15,0
Zona residencial (ZR1)	10,0
Zona residencial (ZR2)	12,0
Zona mista (ZM)	13,0
Zona especial (ZE1)	7,5
Zona especial (ZE2)	10,0
Zona de proteção paisagística (ZPP)	-
Zona de ensino superior (ZU)	10,0
Zona industrial (ZI)	-

Sabendo-se da importância em conhecer o número total de edifícios de escritórios na cidade para se definir o tamanho da amostra, fez-se necessário uma primeira visita a cidade de Mossoró para levantar, junto aos órgãos públicos municipais, dados sobre o número e endereço das edificações potenciais para a caracterização da tipologia adotada no desenvolvimento do projeto. Com o ofício em mãos (anexo 01), foram visitados os órgãos públicos da cidade, entre os dias 19 e 22 do mês de abril de 2005, relacionados a seguir.

- Setor de Cadastro da CAERN (Companhia de Água e Esgotos do RN). Nesta instituição são levantadas às áreas cobertas e mapeadas todas as edificações que fazem uso dos serviços prestados pela concessionária, pois a tarifa é calculada a partir desta medida. Mas os dados que nos interessam não estavam disponíveis, já que as informações dos mapas não são organizadas em planilhas.
- CREA/RN (Conselho Regional de Arquitetura e Engenharia). Não foi possível a comunicação com os responsáveis pelos dados.
- Secretaria da Tributação da cidade. Os dados dos imóveis contribuintes do IPTU estão todos registrados no sistema informatizado da secretaria, inclusive com o número exato de pavimentos, mas nesta data não foi possível a comunicação com o responsável.
- Secretaria da Tributação da cidade. O Sr. Marinaldo, responsável pelo sistema de informação da Secretaria, solicitei a ele uma lista com o universo de

edificações comerciais que apresentassem acima de quatro pavimentos na cidade de Mossoró. Fazia-se necessário um despacho do secretário de Tributação, o Sr. Antônio Ubiracy de Assunção.

- Já com o despacho do secretário, o Sr. Antônio Ubiracy de Assunção, o Sr. Marinaldo prontificou-se a repassar as informações necessárias ao desenvolvimento do projeto dentro de suas atribuições. Entretanto, os dados ainda não estavam selecionados, então ficou acertado que as informações solicitadas seriam repassadas por e-mail.

Na segunda visita, verificou-se a existência de poucos exemplares da tipologia analisada nesta proposta de pesquisa e de edificações em altura de modo geral. Procurou-se por alguma relação existente entre esta carência de edifícios verticais na cidade e o solo da mesma, pois se divulga que essa é a razão da horizontalização da cidade. Consulta ao prof. Dr. Alexandre Pereira, do Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte (CEFET/UNED Mossoró) resultou:

*“...não se pode afirmar categoricamente que solos como os que identificamos em Mossoró condicionem os níveis de carregamento sobre os mesmos, limitando, assim, o processo de verticalização da cidade”.*

A terceira visita à Mossoró teve como objetivo levantar as características de todos os edifícios de escritório de Mossoró, buscou-se mais uma vez informações junto a órgãos públicos da cidade (Secretaria de Tributação e CREA/RN - Unidade de Mossoró). Porém, ambos os órgãos não puderam contribuir para a identificação das tipologias das edificações comerciais de Mossoró/RN.

Sem estas informações o trabalho de levantamento das tipologias existentes na cidade foi realizado através de visitas em campo e informações fornecidas por construtoras e imobiliárias que atuam na cidade.

Construtoras consultadas:

- Multi Construtora – Av. Cunha da Mota, 1380, Centro. Tel.: 33162121
- REPAV – Rua Mte. Canuto, 57, Tel.: 33161300
- Proenge – Rua Vicente Leite, 444, Planalto 13 de maio. Tel.: 33121719
- SF Construções – Trav. Mossoroense, 44, Centro. Tel.: 33162641
- Total Empreendimentos. Tel.: 33173750
- T & E Empreendimentos e Imobiliária – Rua Roderick Grandall, 29, Centro. Tel.: 33162671

De todas as construtoras consultadas somente a REPAV apresentou um empreendimento que se enquadra no projeto de pesquisa, o Centro Empresarial Caiçara, ainda em construção. A T & E Empreendimentos e Imobiliária contribuiu com informações sobre imóveis locados por ela.

Verificou-se que são poucos os exemplares de edifícios de escritório em Mossoró. O processo de verticalização na cidade está em desenvolvimento e é notável um crescimento na área de edifícios **residenciais** e clínicas médicas.



**Figura 1.4.** Vista Centro da cidade



**Figura 1.5.** Residencial Bem Viver



**Figura 1.6.** Medical Center



**Figura 1.7.** Residencial em construção no Centro da cidade

A cidade é praticamente horizontal, apresentando densidades demográficas relativamente baixas até em seu núcleo mais consolidado. Isso permite um crescimento vertical em áreas onde a disponibilidade de serviços públicos é maior.



**Figura 1.8.** Vista Aérea do Centro da Cidade.

Os edifícios de escritórios levantados na cidade apresentam no máximo quatro pavimentos e muitas vezes o uso é misto (residencial e comercial). A exceção será o Centro Empresarial Caiçara, um grande empreendimento lançado na cidade que será executado pela Construtora REPAV e possuirá 12 andares, onde estarão distribuídas 62 salas executivas, 15 lojas, 2 cinemas e praça de alimentação. O edifício, que estará localizado no centro comercial de Mossoró, terá fachada em pele de vidro e será totalmente climatizado. A obra estará concluída em 2007. O projeto arquitetônico é de Franzé.



**Figura 1.9.** Centro Empresarial Caiçara.

Dos edifícios levantados foram selecionados os que se enquadram ao projeto em desenvolvimento. Segue a lista com os dados:

**1. Edifício Fernando Rocha** – Localizado na Rua Coronel Vicente Sabóia, 83, Centro. O ano de início de ocupação pela empresa Repet foi 1997, porém o prédio é bem antigo e nele já funcionou o Hotel São Pedro. O edifício possui 4 (quatro) pavimentos, onde funcionam, no térreo a copiadora Repet Cópias, no 2º pavimento um escritório de Design, no 3º uma editora e 2 (dois) escritórios de contabilidade e no 4º um apartamento.

**2. Edifício Eduardo Vieira Régis** – Localizado na Praça Getúlio Vargas, 104, Centro. O prédio foi recentemente construído, sendo ocupado este ano e possui 4 (quatro) pavimentos, onde funcionam, no térreo uma sapataria, e em cada um dos 3 (três) pavimentos restantes 6 (seis) salas executivas.

**3. Centro Empresarial Duarte Filho** – Localizado na Avenida Cunha da Mota, 43, Centro. O edifício possui 3 (três) pavimentos, sendo o térreo com pé-direito duplo, onde funcionam 6 (seis) lojas. Nos dois pavimentos restantes funcionam 7 (sete) salas executivas em cada um.



**Figura 1.10.** Centro Empresarial Duarte

**4. Edifício Belarmino** – Localizado na Praça Getúlio Vargas, 92, Centro. O edifício possui 4 (quatro) pavimentos, onde funcionam, no térreo uma vidraçaria e nos pavimentos restantes salas executivas e apartamentos. Não foi possível mais informações, pois os inquilinos não tinham muitas informações e o proprietário não se encontrava.

**5. Edifício da Telemar** – Localizado na Avenida Dix-sept Rosado, Centro. Neste prédio também funciona a Escola de Magistratura do Rio Grande do Norte (ESMARN)- Unidade Mossoró. Não foi possível levantar informações sobre o prédio porque não foi possível encontrar o responsável durante as visitas.



**Figura 1.11.** Telemar / Mossoró-RN

## 1.2 Considerações

Durante as visitas à Mossoró, observou-se que:

- Desde o início, ficou clara a indisposição de funcionários do CREA de Mossoró em colaborar com o projeto, pois se negaram a fornecer qualquer informação porque deveria ser obtida diretamente com o CREA de Natal.
- Como as edificações são de pequeno porte, a importância do administrador do edifício é menor. Por isso, pouco se conhece sobre os responsáveis e esses são difíceis de serem localizados.
- Os edifícios climatizados apenas usam ar condicionado de janela. Geralmente não subdimensionados para a carga de pico e o termostato geralmente é ajustado na menor temperatura. Esse mal entendimento leva a grandes oscilações de temperatura e por isso não é possível identificar a temperatura de conforto. As medições de temperatura apenas mostram que o funcionamento é irregular e imprevisível.
- Não há registros climáticos confiáveis.

Os estudos de campo foram mostrando que a metodologia seria comprometida pela falta de dados. Atualmente, os escritórios são adaptados à arquitetura local através do re-uso, gerando inúmeros tipos. Ou seja, não há demanda expressiva de edificações de escritórios. Entretanto, o cenário aponta mudanças que poderão ser beneficiadas se o estudo for extrapolado para esse clima, a partir de dados de outra zona climática, como a Zona 8.

As surpresas que ocorreram no decorrer do levantamento mostrou a necessidade de assegurar uma infra-estrutura de pesquisa maior para essas condições devido aos deslocamentos, excesso de tempo dispensado para coleta de informações, e variedade do universo pesquisado.

Um dos principais desdobramentos do trabalho decorre da constatação de que há vários climas nessa zona bioclimática e que há falhas no monitoramento. Por isso, foi submetido em parceria com o INPE-CRN, o projeto “Difusão e Popularização da Ciência e Tecnologia em escolas de ensino médio através de uma Rede Piloto de Monitoramento de Condições Climatológicas” (edital Edital MCT/CNPq n.º 12/2006) e o seminário “Ciências e Tecnologias Espaciais para o Desenvolvimento Social: formação de pessoal. (edital CNPq 01/2006).

### **1.3 Anexo 1. Carta de apresentação do projeto**

Natal, 18 de abril de 2005.

Ilm(a). Sr(a).

Na condição de participante do projeto CT-ENERG “Impactos da Adequação Climática sobre a Eficiência Energética e o Conforto Térmico de Edifícios de Escritório no Brasil”, coordenado pelo Prof.Dr. Roberto Lamberts da Universidade Federal de Santa Catarina/SC, venho por meio desta solicitar sua colaboração ao projeto.

Conforme metodologia aprovada, o objetivo do projeto é diagnosticar a situação atual de edifícios de escritório localizados em oito regiões climáticas do Brasil visando produzir subsídios para uma futura normalização relacionada à eficiência energética de edifícios de escritório. Por isso, a nossa bolsista Sandra Renuzia de Pontes, do Laboratório de Conforto Ambiental / Departamento de Arquitetura /UFRN, está procurando por informações que possam levar à identificação do clima e à tipologia das edificações comerciais de Mossoró/RN.

Desde já, agradeço a atenção dispensada.

Respeitosamente,

---

Aldomar Pedrini  
Prof.Dr., Laboratório de Conforto Ambiental / DARQ / CT/UFRN  
apedrini@ufrnet.br

## **1.4 Bibliografia**

LAMBERTS, R.;M. SCHUCH;C. A. MATSUO;K. H. BUDAG;S. GOULART;L. DUTRA;N. MENDES. Analysis Bio. Florianópolis, SC 2003.

LONG, N. Weather Data Request: U.S. Department of Energy 2004.