



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

**PROJETO DE MONITORAMENTO DO DESEMPENHO ENERGÉTICO
DO INPE-CRN: SEDE ADMINISTRATIVA**

**RELATÓRIO FINAL DE PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA
(PIBIC/CNPq/INPE)**

Jônatas Micael Vieira de Lima (UFRN, Bolsista PIBIC/CNPq)
E-mail: mivili@gmail.com

Manoel Jozeane Mafra de Carvalho (INPE, Orientador)
E-mail: manoel@crn2.inpe.br

COLABORADORES

Aldomar Pedrini (LABCON/UFRN)

Julho de 2009

Sumário

1	Introdução	3
2	Revisão	3
2.1	Sede Administrativa.....	5
2.2	Variáveis mais influentes no desempenho energético	7
3	Método.....	8
3.1	Equipamento	8
3.2	Planejamento das medições	9
3.3	Instalação	9
4	Medições para definição de carga instalada.....	10
5	Medições de uso final	11
5.1	1° Campanha	11
5.2	2° Campanha	13
5.3	3° Campanha	15
6	Medições nos edifícios Administrativo e Gama simultaneamente	17
7	Conclusão	20
8	Anexos.....	23
8.1	Anexo 1: Campanha 14 de Setembro a 11 de Outubro do ano de 2008.....	23
8.1.1	Medições de tomadas.....	23
8.1.2	Medições de ar condicionado	24
8.1.3	Medições de iluminação artificial	25
8.1.4	Geral.....	26
8.2	Anexo 2: Campanha 1 de Fevereiro a 28 de Fevereiro do ano de 2009.....	27
8.2.1	Medições de tomadas.....	27
8.2.2	Medições de ar condicionado	28
8.2.3	Medições de iluminação artificial	29
8.2.4	Geral.....	30
8.3	Anexo 3: Campanha de 17 de Maio a 13 de Junho do ano de 2009.....	31
8.3.1	Medições de tomadas.....	31
8.3.2	Medições de ar condicionado	32
8.3.3	Medições de iluminação artificial	33
8.3.4	Geral.....	34
8.4	Anexo 4: Medições nos edifícios Administrativo e GAMA	35
8.4.1	Administrativo	35
8.4.2	GAMA	36
9	Apêndice.....	37
9.1	14/09/08 a 11/10/08.....	38
9.2	01/02/09 a 28/02/09.....	38
9.3	22/05/09 a 02/06/09.....	39
9.4	17/05/09 a 13/06/09.....	39
10	Referências	40

1 INTRODUÇÃO

Este relatório compreende as atividades desenvolvidas no “Projeto de monitoramento do desempenho energético do INPE-CRN: Sede Administrativa” durante o período de agosto de 2008 a março de 2009.

Os objetivos do projeto são:

- avaliar o desempenho energético do edifício da sede administrativa do INPE-CRN, cujo projeto arquitetônico ficou em segundo lugar no Prêmio Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia - Prêmio Procel Edição 2005;
- caracterizar o consumo horário de energia elétrica por uso final das edificações do INPE-CRN para subsidiar projetos de produção de energia elétrica alternativa através de células fotos-elétricas;
- propor alternativas para otimizar o consumo de energia elétrica.

Os resultados esperados são:

- quantificação do desempenho energético de edificações do INPE-CRN.
- comprovação das iniciativas de eficiência do uso da energia elétrica, como projeto arquitetônico e ar condicionado eficientes.
- determinação das curvas de demanda de energia elétrica para diferentes usos, como equipamentos de condicionamento de ar, iluminação artificial e equipamentos de tomada.
- subsídio ao projetos de pesquisas que demandam a caracterização do uso de energia elétrica, como os de dimensionamento de planta de geração de energia elétrica por painel fotovoltaico e projeto arquitetônico de novas edificações.

O trabalho é desenvolvido conjuntamente entre o INPE-CRN e o Laboratório de Conforto Ambiental (LABCON) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte e conta com apoio do Procel/Eletróbrás.

2 REVISÃO

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) foi criado em 1961 com o objetivo de realizar estudos, pesquisas científicas, desenvolvimento tecnológico e capacitação de recursos humanos nos campos da ciência espacial e da atmosfera, das aplicações espaciais, da meteorologia e da engenharia e tecnologia espacial, bem como em domínios correlatos, conforme as políticas e diretrizes definidas pelo Ministério da Ciência e Tecnologia. O instituto contém instalações em 10 cidades no Brasil, dentre elas Natal/RN onde está localizado o Centro Regional do Nordeste (CRN) estabelecido para dar suporte as pesquisas na região.

O INPE-CRN apresenta 2437 m² de área construída, distribuída em 7 blocos como mostra a planta abaixo:



A tabela 1 mostra a distribuição de toda a área construída entre os sete blocos.

Tabela 1. Distribuição da área construída

Edifício	Área construída (m ²)
Beta	560
Gama	593
Épsilon	393
Delta	165
LAVAT	110
Oficina	147
Administração	469
Total	2437

O prédio da Sede Administrativa do INPE-CRN foi desenvolvido por arquitetos e pesquisadores locais, em parceria com a direção regional do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. Trata-se de um projeto de uso típico de escritório para Natal-RN, em clima quente úmido, o qual foi concebido para atender seus usuários e para divulgar as práticas arquitetônicas voltadas à eficiência energética de edificações. O projeto arquitetônico foi contemplado com o segundo lugar no Prêmio Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia – Prêmio PROCEL Edição 2005 (OLIVEIRA, ET AL., 2005) e está em funcionamento desde Janeiro de 2008 (Figura 2-1).



Figura 2-1. Sede Administrativa do INPE-CRN

2.1 Sede Administrativa

As primeiras fases de desenvolvimento do projeto arquitetônico foram conduzidas pelo arquiteto Alexandre Gomes e colaboradores do LabCon, durante seu mestrado. A fase de detalhamento do projeto contou com a participação do arquiteto local Haroldo Maranhão, co-autor. O projeto foi concebido para minimizar o uso de energia para com iluminação artificial e ar condicionado, conforme Tabela 2, Tabela 3 e Tabela 4.

A área total construída do edifício é de 468,74m².

Tabela 2. Estratégias de eficiência energética e implicações no partido.

Estratégias	Decisões projetuais
redução da carga térmica da cobertura	cobertura com baixa inclinação baixa transmitância térmica: 0.96 W/(m ² .K) alta refletividade: alumínio polido no lado superior
redução da carga térmica das paredes	transmitância térmica do material de fechamento: 2.50 W/(m ² .K) circulação periférica sombreada, atuando como zonas de amortecimento de carga térmica sombreamento através de beirais
infiltração de ar	uso de janelas específicas. do tipo de correr, pivotante e basculante (venezianas) de madeira e vidro
sombreamento	planta retangular com orientação no maior comprimento no sentido L-O, com objetivo de diminuir a exposição solar a Leste e Oeste aberturas apenas para Norte e Sul brises beirais ausência de aberturas nas orientações Leste e Oeste sombreamento causado por outros elementos, como a torre da caixa d'água e edificação vizinha existente

	paisagismo
ventilação natural (remoção do calor)	maximização de área de envoltória ventilação cruzada, com aberturas à sotavento e à barlavento pequena profundidade de sala aberturas em paredes opostas <i>lay-out</i> com poucas obstruções
iluminação natural	uso de luz natural difusa ambientes claros, com forro e paredes brancas aberturas altas, voltadas para o Norte e para o Sul pequena profundidade de sala pé-direito alto três fileiras de luminárias paralelas à parede externa, com controles individuais
redução de áreas condicionadas	corredores externos, ventilados naturalmente
áreas de amortecimento	corredores externos
criação de um microclima	paisagismo local com ênfase na sustentabilidade

fonte: memorial do projeto

Tabela 3. Eficiência energética do sistema de instalação predial: iluminação e ar condicionado

Estratégias	Decisões projetuais
ar condicionado	sistema descentralizado para controle pessoal uso de ar condicionado do tipo split hi-wall, com EER variando entre 2.98 e 3.51 W/W (classe A, Selo PROCEL de Economia de Energia)
iluminação artificial	troca de lâmpadas fluorescentes de 40W por T8 [1] mudança de LPD = 19.7 W/m ² para LPD=11.8 W/m ²
outros	caixa d'água: uso de motor elétrico eficiente (Catálogo Procel)

fonte: memorial do projeto

Tabela 4. Estratégias potenciais dos usuários.

Estratégias	Decisões projetuais
controles individuais ou por pequenos grupos estímulo ao uso de temperaturas de resfriamento mais altas estímulo ao uso de ventilação natural	condicionamento de ar setorizado iluminação artificial setorizada esquadrias operáveis

fonte: memorial do projeto

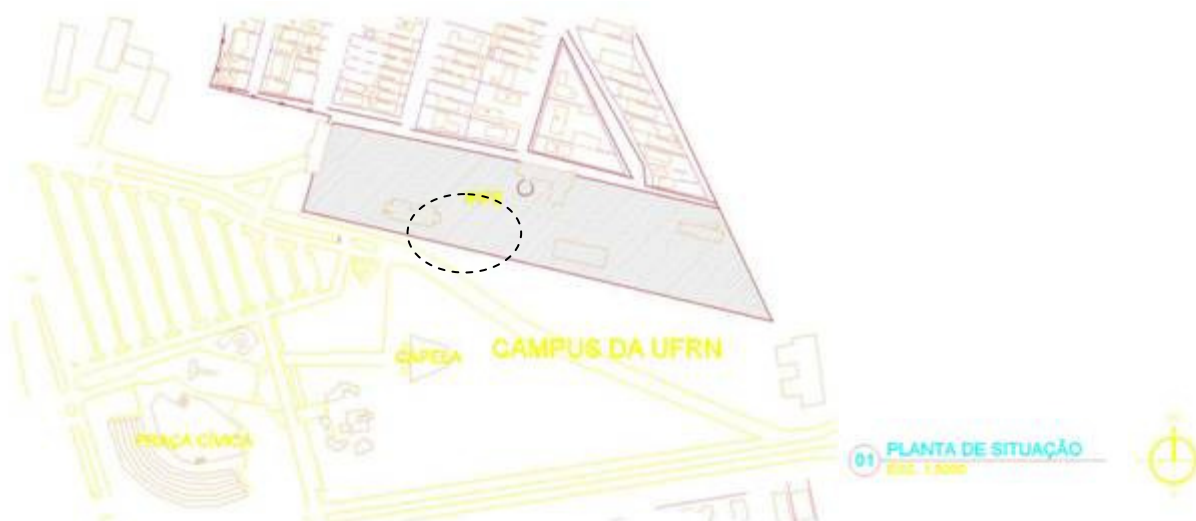


Figura 2-2. Terreno de implantação do edifício.



Figura 2-3. Implantação do edifício.

2.2 Variáveis mais influentes no desempenho energético

As variáveis mais relevantes para avaliar o desempenho energético de uma edificação através do monitoramento são a demanda e o consumo de energia elétrica. A demanda corresponde ao instante das potências elétricas ativas ou reativas solicitadas ao sistema pelas cargas instaladas no prédio ligadas naquele instante de tempo. É uma grandeza não acumulativa e variável que depende do quanto está sendo consumido em cada instante. O consumo corresponde ao à energia requerida ao funcionamento das cargas instaladas em um intervalo de tempo. É uma grandeza acumulativa a qual se soma todo o consumo analisado num certo instante. Ela pode ser discretizada e analisada em tempos diferentes, a exemplo do consumo horário ilustrado na Figura 2-4.

No exemplo, a cada hora se tem uma amostra da potencia utilizada naquele instante, essa potencia é multiplicada pelo intervalo de tempo da amostra, no caso de uma hora.

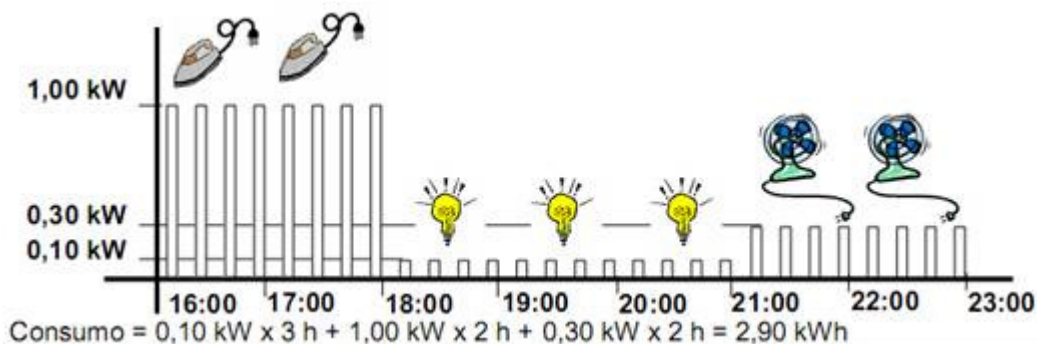


Figura 2-4. Ilustração de consumo horário segundo a natureza das cargas.

Para esse trabalho, as medições da potência ativa do prédio são realizadas a cada 15 minutos, ou seja, 0,25 hora. Como o intervalo de tempo da amostra é sempre igual, basta somar as potências amostradas durante o dia e multiplicar por 0,25, tem-se então o consumo diário.

3 MÉTODO

O método consiste em avaliar os dados disponíveis sobre o consumo de energia elétrica e propor medições de uso final. Fazendo medições nas instalações elétricas através de um analisador de grandezas instalado no quadro de distribuição.

As datas de medição foram escolhidas com base nos dados climáticos da região que proporcionam um diferenciado comportamento das utilizações das cargas.

3.1 Equipamento

O equipamento utilizado para monitoramento é o analisador e registrador de grandezas elétricas SAGA modelo 4500 do fabricante ESB Electronic Services, Indústria e Comércio Ltda. Patrimônio do LABCON da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, adquirido com recursos oriundos do Fundo de Desenvolvimento Tecnológico – FDT/PROCEL/ELETOBRÁS.

O saga 4500 possuem fonte de alimentação trifásica Full Range 45V a 280 V FN, conforme abaixo:

- Ligação em uma fase e neutro: liga com 65Vac desliga com 59Vac
- Ligação em duas fases e neutro (0° e 120°): liga com 45Vac desliga com 40Vac
- Ligação em três fases e neutro (0°, 120°, 240°): liga com 38Vac desliga com 33Vac

Dados do Fabricante



Av. Túlio Teodoro de Campos, 37, São Paulo –
 SP – 04360-040
 Tel: (0xx11) 5033-4588 – Fax: (0xx11) 5033-4555

Um software acompanha o equipamento, Programa de Leitura para do SAGA 4500 versão 0.44, representa a ferramenta de comunicação entre o micro computador e os analisadores de energia, sua função é a parametrização, extração dos dados medidos, leitura e análise dos dados armazenados pelo medidor.

A parametrização é a edição dos parâmetros de medição, a programação do equipamento propriamente dita, pode ser feita clicando no ícone que aparece na Figura 3-1, que mostra também a imagem do programa onde se faz a edição dos 'Parâmetros do Local', são escolhidas as grandezas a serem medidas, a data e hora do início e fim da medição, a topologia, os intervalos de registro da medição e, se precisar, qual a transformação de corrente ou potencial será usado. Na aba 'Parâmetros do equipamento' é onde se pode definir a data e hora local. E na aba 'Inicializar o medidor!' pode ser dado o comando para o equipamento parar as medições e apagar os dados da memória.

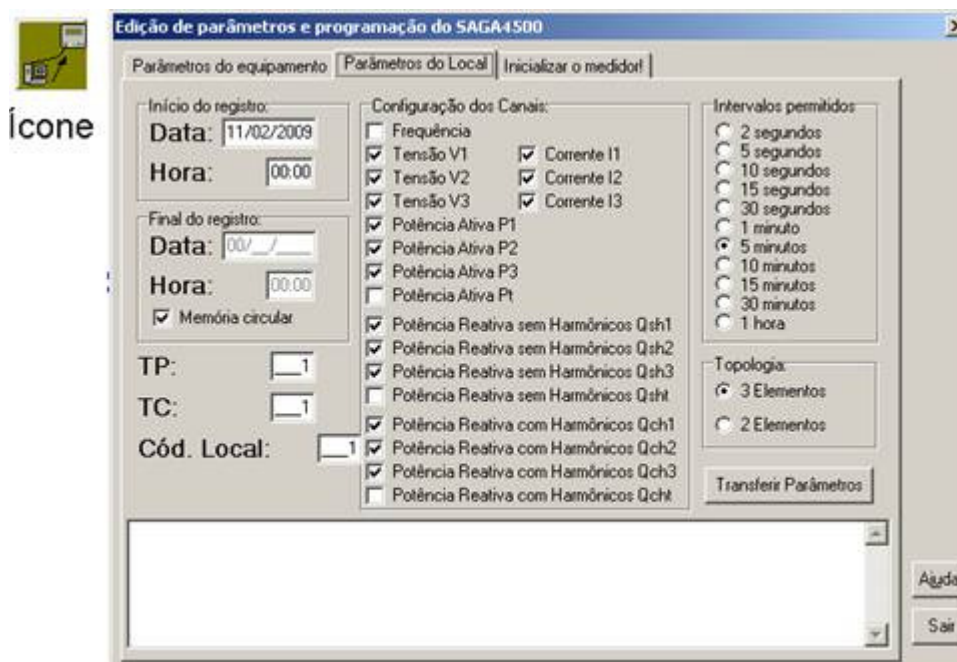


Figura 3-1. Utilizando o software para a parametrização

Basta clicar em transferir parâmetros que os dados serão enviados para o medidor.

3.2 Planejamento das medições

O monitoramento consistiu nas seguintes etapas de monitoramento:

- de todas as cargas acionadas, para tentativa de medição de máximos usos finais;
- do uso final em período de clima frio (inverno);
- do uso final em período de clima quente (verão);
- do uso final em período de clima ameno;
- do uso total do edifício administrativo e gama em funcionamento.

Obs.: O monitoramento da subestação de entrada do INPE é feita por internet através do endereço www.webenergy.com.br.

3.3 Instalação

A instalação elétrica do prédio administrativo foi projetado para diferenciar as cargas de uso final: circuitos de condicionadores de ar, circuitos de tomadas e circuitos de iluminação. Foram instalados três analisadores/registradores, sendo um para a iluminação, outro para os condicionadores de ar e um terceiro para tomadas, durante quatro semanas.

Os equipamentos foram programados para inicializar as medições em todos os casos a partir das 00h00min do primeiro dia da semana até um tempo indeterminado, com um período de registro de 15 minutos, o que significa que a cada 15 minutos o equipamento grava na memória de massa os dados medidos. Os dados medidos são tensão por fase, corrente por fase, potência ativa e potência reativa, ambas sem harmônicos, utilizando TC 200 A. O quadro de distribuição geral do prédio foi modificado pelo engenheiro elétrico Roberto Moraes, funcionário do INPE CRN para facilitar a instalação e a retirada dos equipamentos. Foram colocados bordes para conexão do barramento de tensão de cada fase aos fios de tensão dos equipamentos. Isso possibilitou a fácil instalação com maior segurança, sem a necessidade de ter que desativar a energia do prédio.

A instalação elétrica do edifício utiliza três fases e um neutro, emprega-se o esquema de ligação de topologia 4 fios e 3 elementos, conforme ilustrado na Figura 3-3.



Figura 3-2. Imagens da instalação

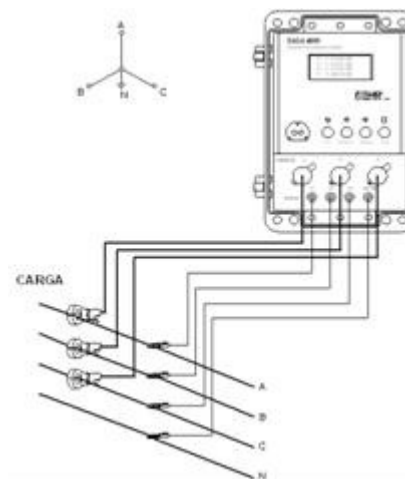


Figura 3-3. Esquema de ligação.

4 MEDIÇÕES PARA DEFINIÇÃO DE CARGA INSTALADA

O procedimento consistem a acionar todas as cargas para caracterizar a potência máxima instalada por uso final (iluminação, condicionadores de ar e tomadas). O acionamento de todas as cargas instaladas ocorreu no dia 21/01/2009 por volta das 10h00min.

O comportamento do circuito de tomadas apresentou oscilações superiores a 50% da média das mínimas (Figura 4-1). Estima-se que a variações sejam decorrentes das variações de uso das impressoras, cafeteiras e similares. A avaliação das variações ainda carece de comparação com o detalhamento dos equipamentos e cargas nominais instaladas.

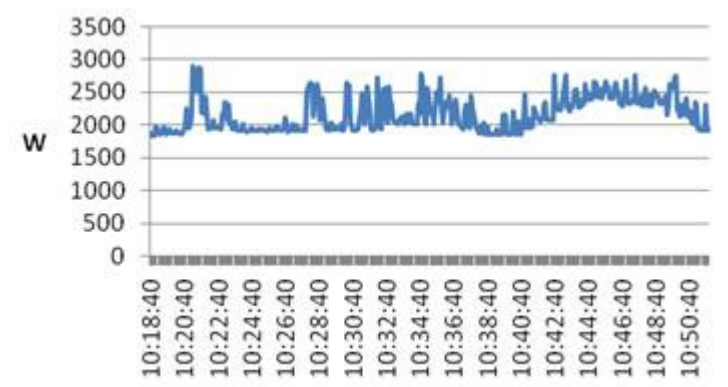


Figura 4-1. Potência máxima de tomadas.

O comportamento dos circuitos de condicionamento de ar apresentou variações (Figura 4-2) decorrentes de mudanças do acionamento do compressor, que por sua vez depende do atendimento da temperatura de conforto térmico regulada pelos usuários. Essas oscilações poderiam ser evitadas se fosse criada carga térmica adicional durante as medições, como a abertura de portas e janelas, para garantir que todos os compressores fossem acionados.

A iluminação é o uso final mais estável (Figura 4-3), sendo que a carga instalada é de aproximadamente 4535 W, ou 9,67W/m².

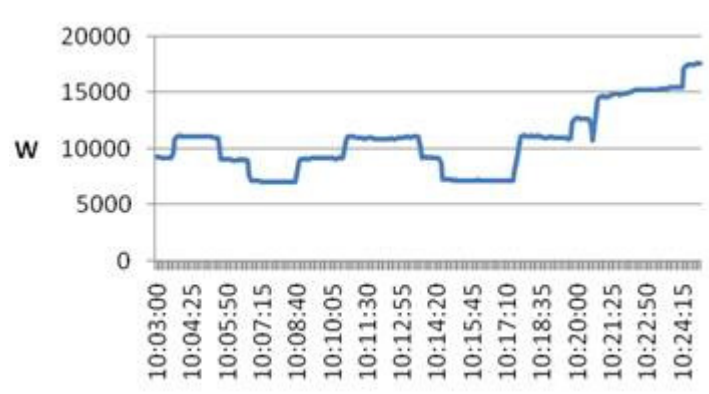


Figura 4-2. Potência máxima de condicionadores de ar.



Figura 4-3. Potência máxima de iluminação artificial.

5 MEDIÇÕES DE USO FINAL

As medições de uso final visam caracterizar o consumo da edificação através das medições em cada circuito do sistema de instalação elétrica (tomadas, iluminação e ar condicionado). As condições de clima e tempo de cada campanha, e também a análise dessas condições para determinação dos períodos das campanhas, podem ser vistos no apêndice.

5.1 1º Campanha

Os equipamentos foram instalados para medições no período de 00h00min de 14 de Setembro até 23h45min de 11 de Outubro do ano de 2008. O comportamento médio diário da demanda em watts é mostrado na Figura 5-1, a demanda máxima registrada foi de 13877,34 W no dia 29/09/08 às 14h15min. Os gráficos mostrando o comportamento do consumo em cada dia separadamente pode ser visto no Anexo 1.

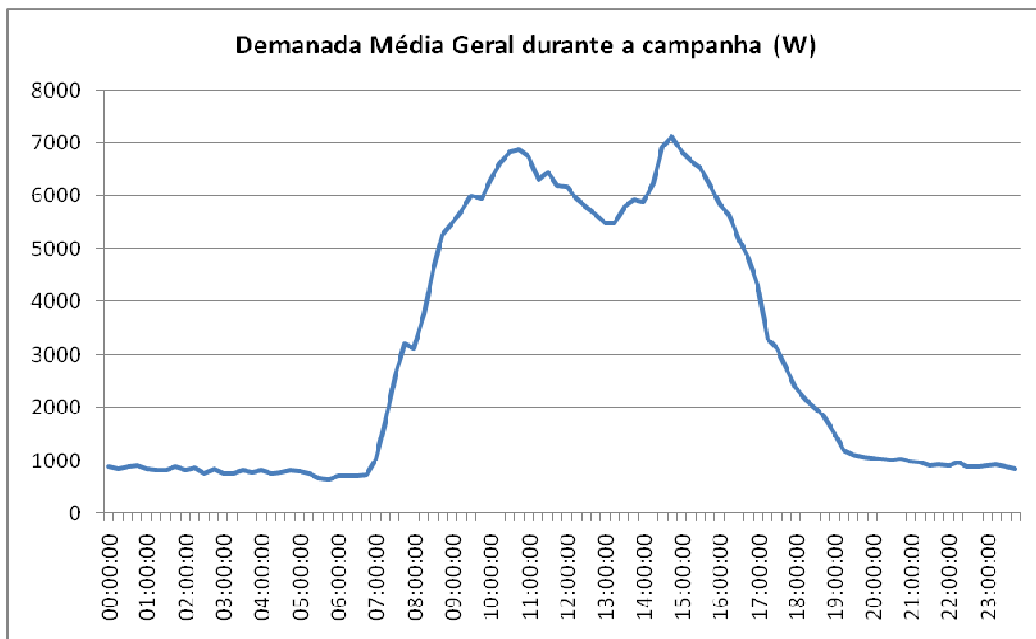


Figura 5-1

O consumo diário de energia é mostrado na Figura 5-2. O consumo mensal foi 1992,126 kWh onde o consumo máximo ocorreu em 01/10/08 de 118,645 kWh.

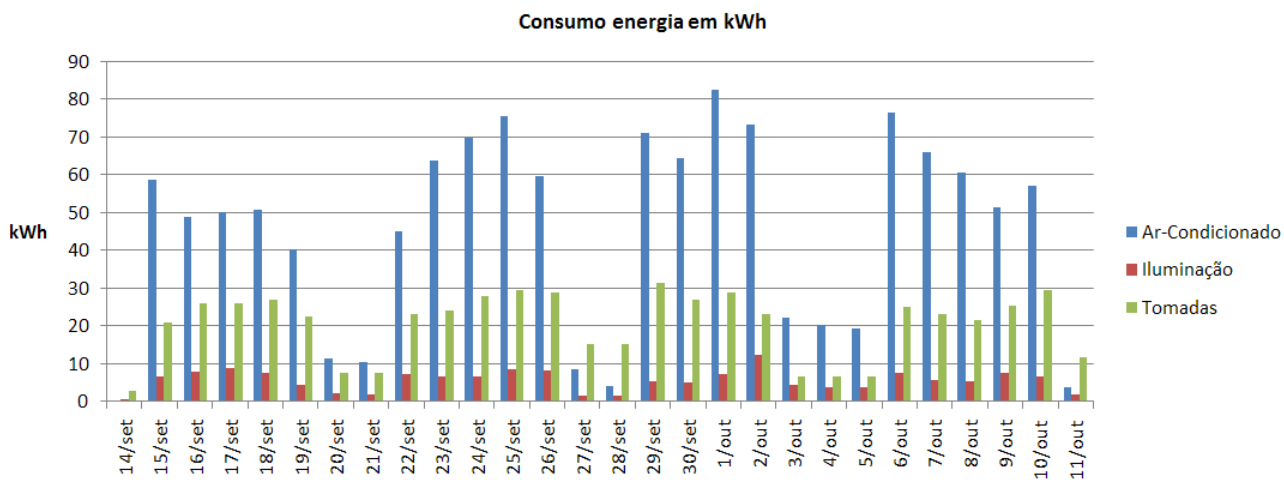


Figura 5-2

O gráfico de pizza da Figura 5-3 mostra a distribuição do consumo nesse período.

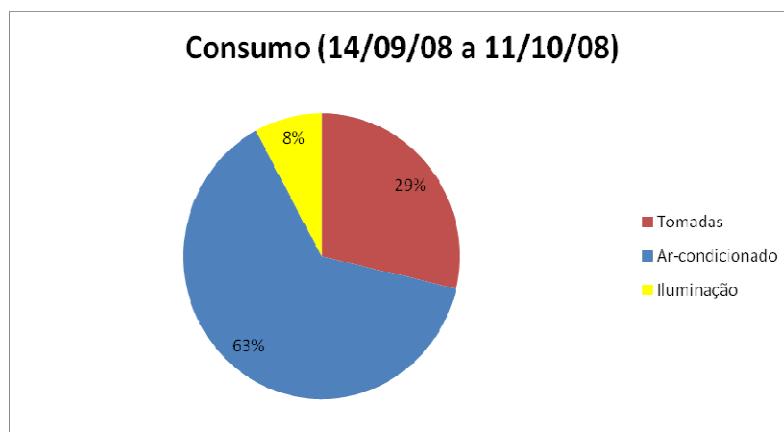


Figura 5-3

O gráfico em barras da Figura 5-4 mostra o consumo do INPE CRN e a percentagem correspondente ao edifício administrativo. O edifício administrativo representou nesse período uma parcela de 10,81% de todo o consumo do INPE CRN.

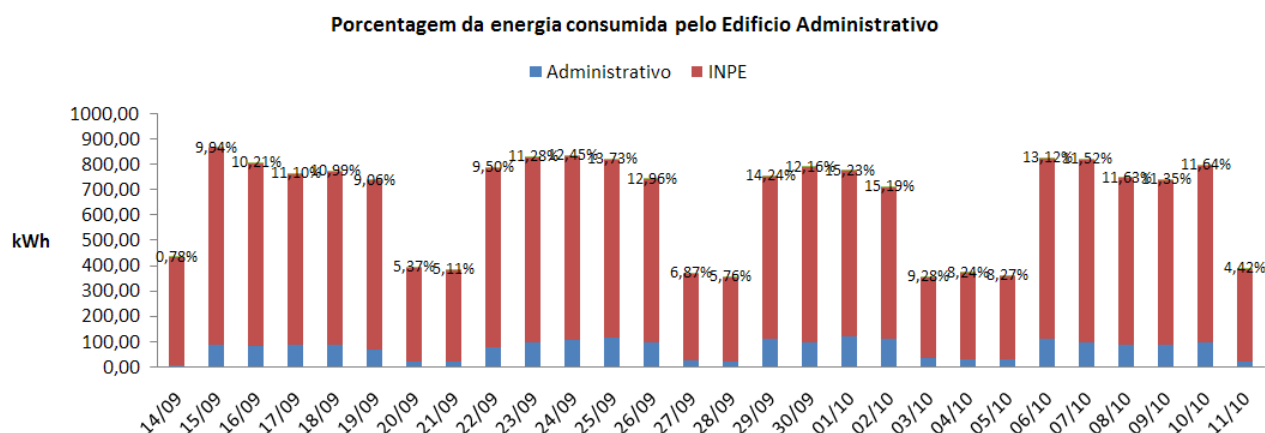


Figura 5-4

O prédio administrativo apresentou nesse período um consumo área construída de 4,25kWh/m² enquanto o restante do INPE teve desempenho de 8,35kWh/m².

5.2 2º Campanha

Os equipamentos foram instalados para medições no período de 00h00min de 1 de Fevereiro até 23h45min de 28 de Fevereiro do ano de 2009. O comportamento médio diário da demanda em watts é mostrado na Figura 5-5, a demanda máxima registrada foi de 18415,625 W no dia 09/02/09 às 15:15. Os gráficos mostrando o comportamento do consumo em cada dia separadamente pode ser visto no Anexo 2.

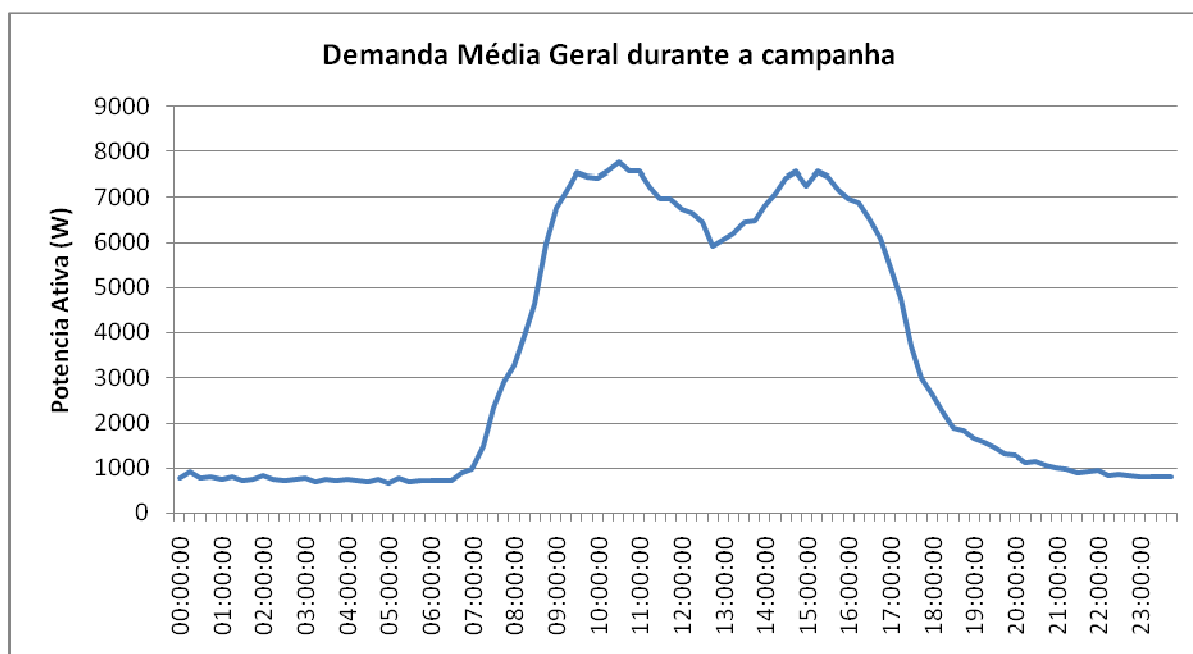


Figura 5-5

O consumo diário de energia é mostrado na Figura 6. O consumo mensal foi 2214,796 kWh onde o consumo máximo ocorreu em 09/02/09 de 157,731 kWh.

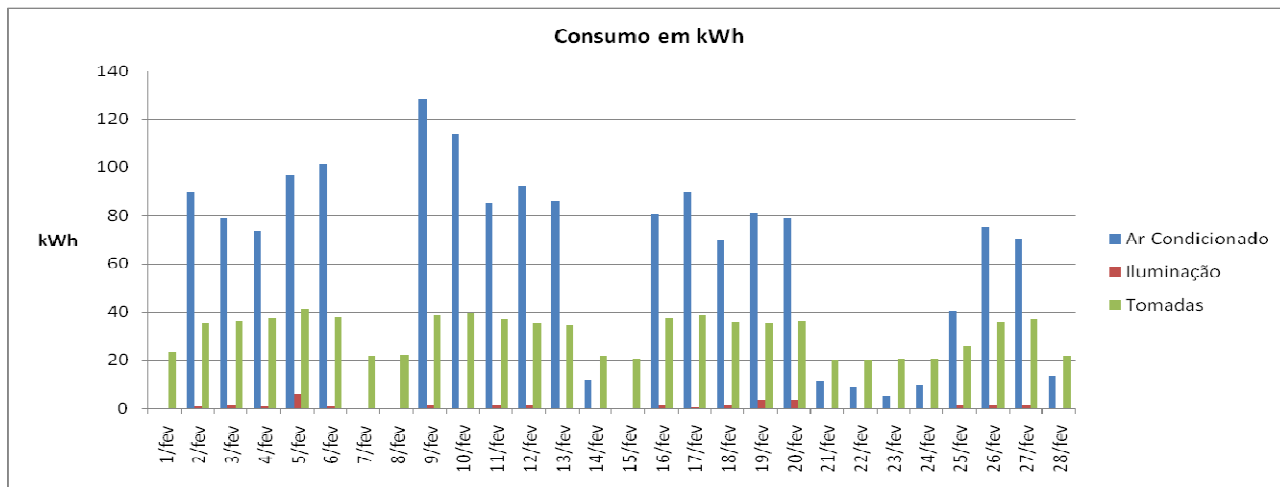


Figura 5-6

O gráfico de pizza da Figura 5-7 mostra a distribuição do consumo nesse período.

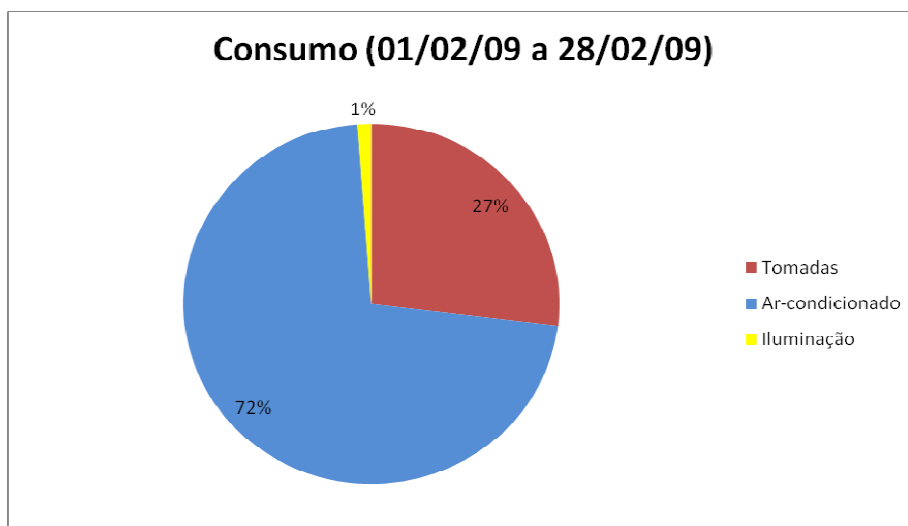


Figura 5-7

O gráfico em barras da Figura 5-8 mostra o consumo do INPE CRN e a porcentagem correspondente ao edifício administrativo. O edifício administrativo representou nesse período uma parcela de 10,68% de todo o consumo do INPE CRN.

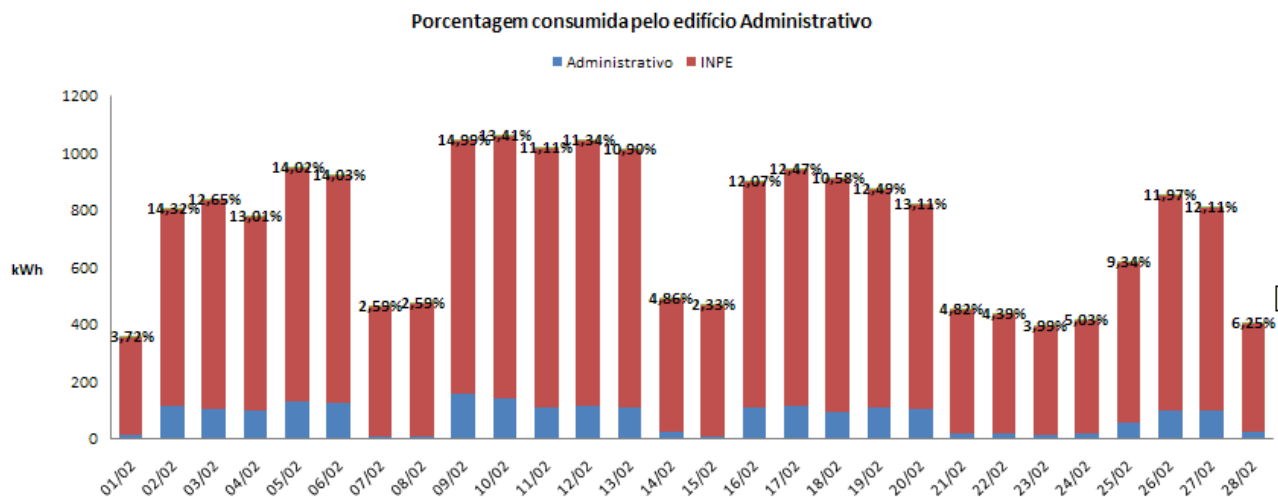


Figura 5-8

O prédio administrativo apresentou nesse período um consumo por área construída de 4,72kWh/m² enquanto o restante do INPE teve desempenho de 9,41 kWh/m².

5.3 3º Campanha

Os equipamentos foram instalados para medições no período de 00h00min de 17 de maio até 23h45min de 16 de Junho do ano de 2009. O comportamento médio diário da demanda em watts é mostrado na Figura 5-9, a demanda máxima registrada foi de 14249,22 W no dia 08/06 às 9:45. Os gráficos mostrando o comportamento do consumo em cada dia separadamente pode ser visto no Anexo 3.

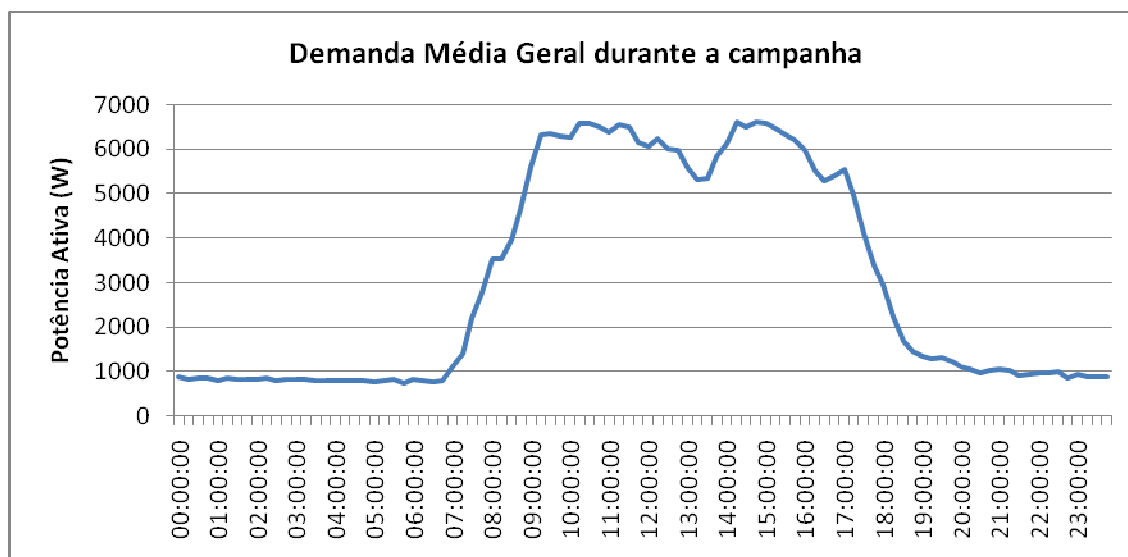


Figura 5-9

O consumo diário de energia é mostrado na Figura 5-10. O consumo mensal foi 2020,959 kWh onde o consumo máximo ocorreu em 19/05/09 de 113,16 kWh.

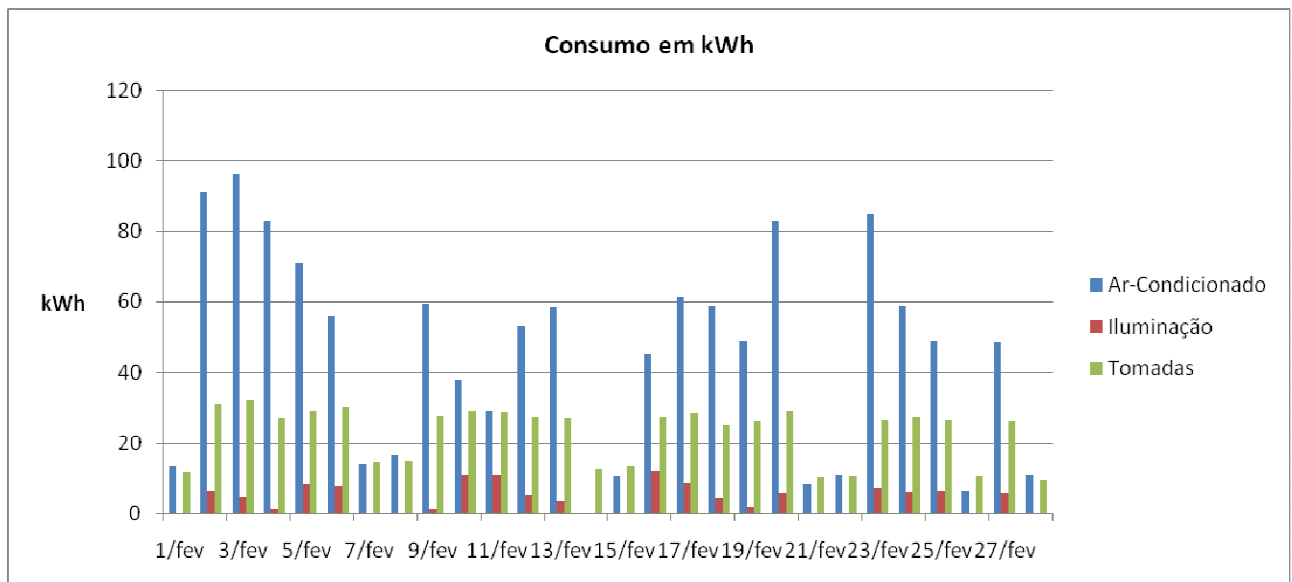


Figura 5-10

O gráfico de pizza da Figura 5-11 mostra a distribuição do consumo nesse período.

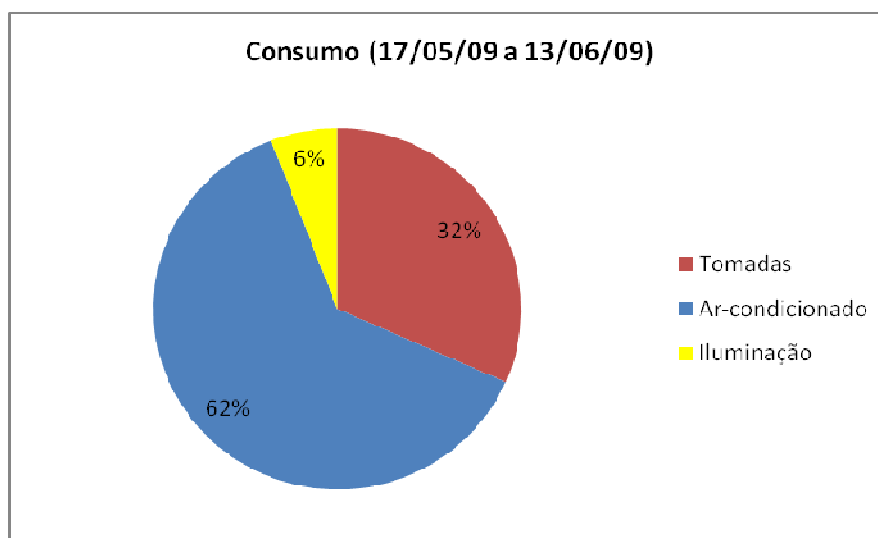


Figura 5-11

O site webenergy, por algum motivo, ficou sem registrar o consumo de alguns dias nesse período, consideremos a próxima análise apenas os dias em que a subestação de entrada pode ser monitorada. O gráfico em barras da Figura 5-12 mostra o consumo do INPE CRN e a porcentagem correspondente ao edifício administrativo. O edifício administrativo representou nesse período uma parcela de 11,15% de todo o consumo do INPE CRN.

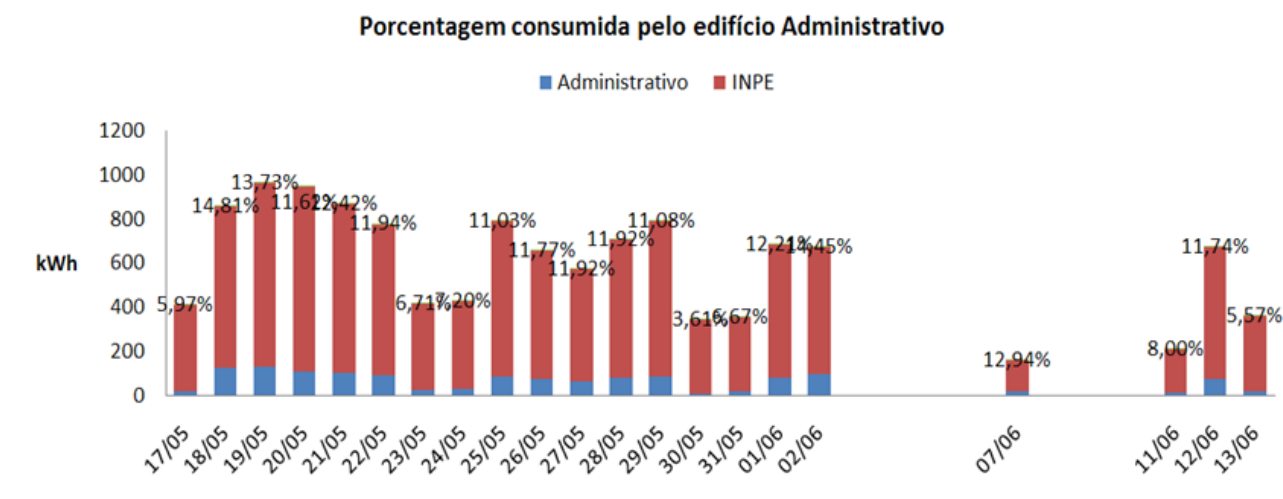


Figura 5-12

O prédio administrativo apresentou nesse período um consumo por área construída de 3,04kWh/m² enquanto o restante do INPE teve desempenho de 5,78 kWh/m².

6 MEDIÇÕES NOS EDIFÍCIOS ADMINISTRATIVO E GAMA SIMULTANEAMENTE

Esse estudo foi feito para se ter uma relação direta entre o comportamento do consumo de um prédio projetado para economizar energia elétrica e outro o qual não existiu essa preocupação, ambos os edifícios se encontram no INPE-CRN. Para comparar o consumo nos dois edifícios foram instalados os medidores para monitorar o consumo total de cada prédio. No edifício administrativo foi utilizado um equipamento enquanto que no edifício GAMA tiveram que ser utilizados três medidores, devido não haver um disjuntor que atenda ao prédio inteiro e sim três. Sendo então a demanda do GAMA dada pela soma das demandas registradas pelos três medidores.

Um dos aparelhos medidores, que foi instalado no quadro geral do GAMA, não se comportou de maneira esperada, havia um defeito que não permitia que as medições fossem armazenadas e nem capaz de manter os dados gravados na memória de massa. O aparelho é alimentado através da ligação que faz a medição de tensão, assim é capaz de armazenar e manter armazenados os dados na memória. A alimentação só é cortada quando nenhuma das três fases que estejam sendo medidas é capaz de fornecer tensão, no caso de uma ligação de três fases e neutro, o aparelho desliga com tensão menor que 33Vac.

Se a alimentação é cortada existe uma bateria interna que mantém os dados guardados. O que leva a conclusão que a bateria do aparelho que apresentou o problema descarregou completamente.

Os equipamentos também podem registrar faltas de energia de no mínimo 2 segundos com identificação de data e hora do início e fim da falta. Assim os outros equipamentos com ótimo funcionamento instalados no GAMA registraram 4 quedas de energia:

Queda de Energia	
Inicio	Retorno
20/3/2009 - 18:22:40	20/3/2009 - 18:22:45
01/4/2009 - 23:14:09	02/4/2009 - 00:05:10
06/4/2009 - 14:32:54	06/4/2009 - 14:36:30
17/4/2009 - 22:37:42	17/4/2009 - 22:37:47

Durante a queda da data 01/4/2009 às 23:14:09 houve a falta das três fases e fez com que um dos medidores perdesse todos os dados medidos durante a campanha. Para que o trabalho não fosse perdido, consideramos apenas os dois medidores restantes, extraíndo a área do prédio atendida pelo disjuntor cujo medidor com problema estava monitorando.

A área correspondente ao devido disjuntor é de 108m², assim para futuros estudos consideramos a área do GAMA como sendo 485m².

Os equipamentos foram instalados para medições no período de 00h00min de 22 de Março até 23h45min de 2 de maio do ano de 2009. O gráfico da Figura 6-1 mostra a demanda média nos dois edifícios no mesmo período. O Gama teve uma demanda máxima registrada de 35176,56 W no dia 01/03 às 15:00 e o edifício Administrativo de 18883,5937 W no dia 31/03 às 9:00

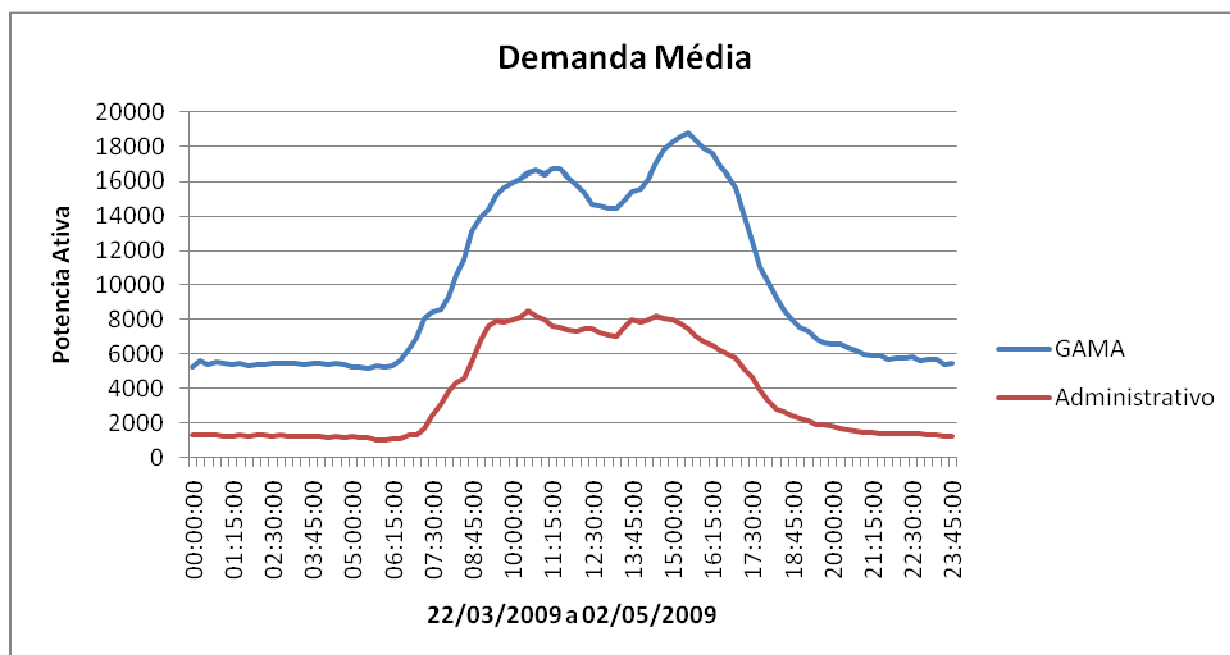


Figura 6-1

O consumo diário de energia é mostrado na Figura . O consumo mensal foi 3805,77 no administrativo e 10058,75.

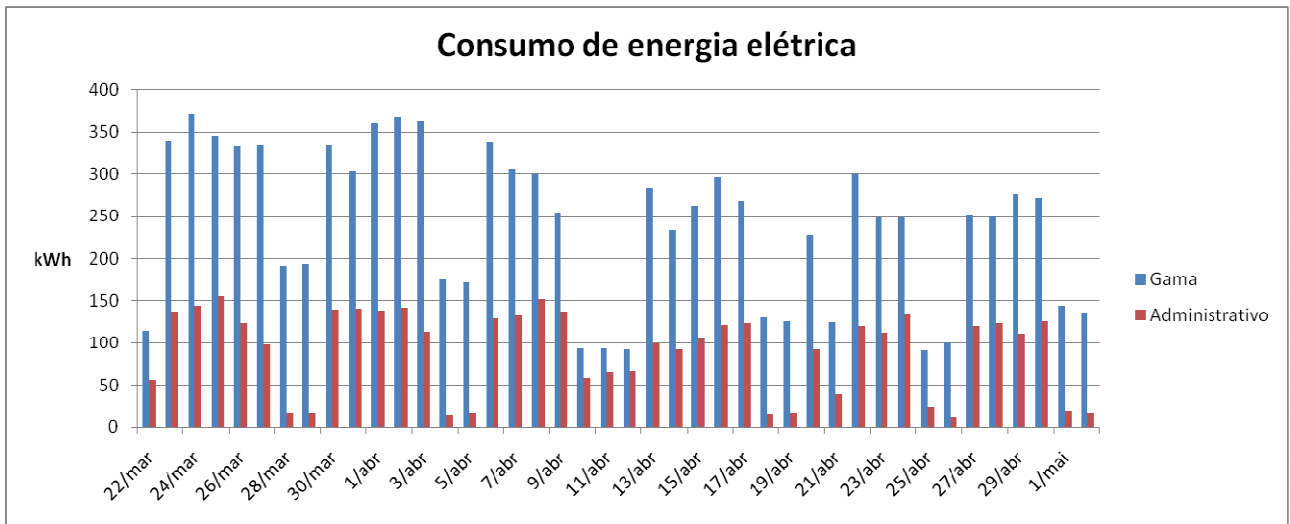


Figura 6-2

Os gráficos a seguir mostram a parcela de cada edifício no consumo do INPE.

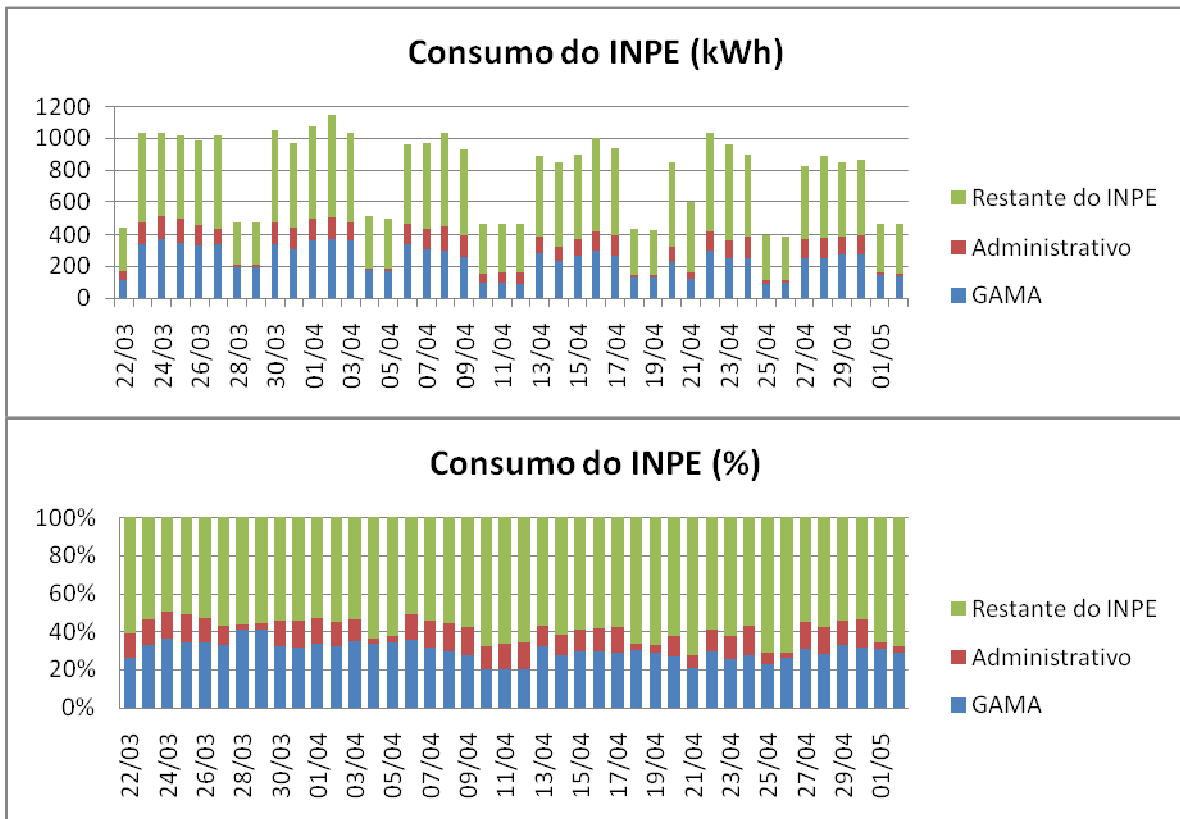


Figura 4

O gráfico de pizza da Figura 6-4 mostra a distribuição de todo o consumo nesse período.

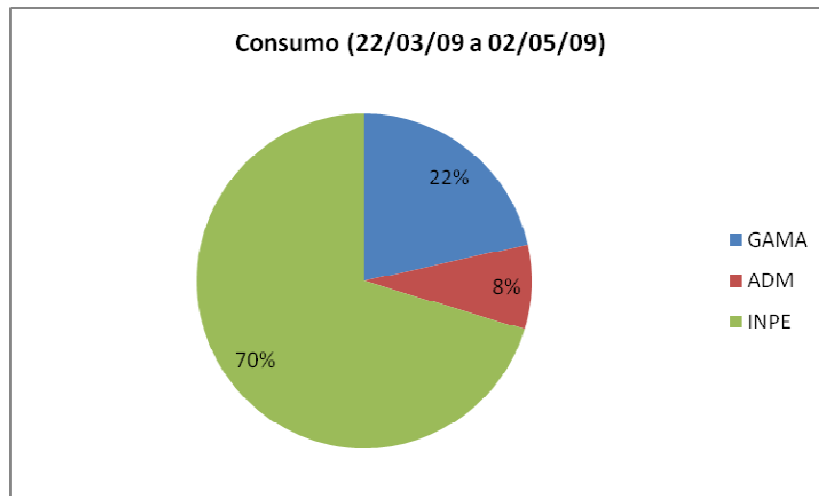


Figura 6-4

O prédio administrativo apresentou nesse período um consumo por área construída de 8,11kWh/m² enquanto o restante do GAMA teve desempenho de 20,74kWh/m².

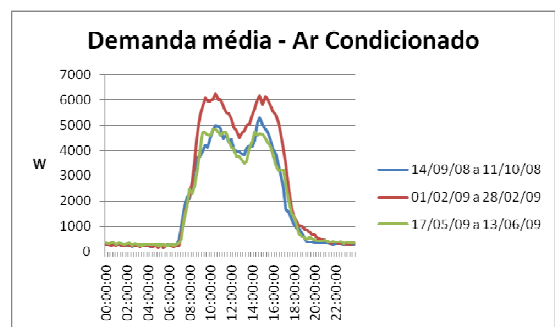
O comportamento da demanda dos dois edifícios em dias separados pode ser visto no Anexo 4.

7 CONCLUSÃO

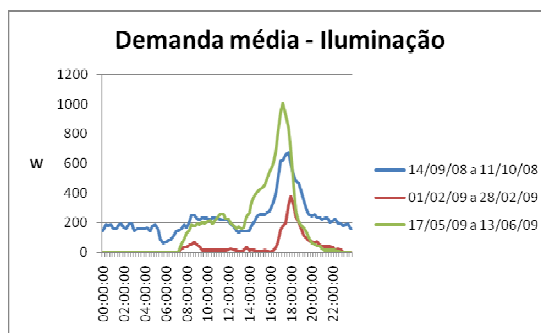
O trabalho foi minucioso levando em consideração a duração e a quantidade de dados obtidos para análise de desempenho do edifício administrativo, e serviram muito bem aos objetivos do projeto.

As medições mostraram que os aparelhos elétricos responsáveis pelo maior consumo do edifício são os condicionadores de ar, em segundo lugar as tomadas e terceiro e último lugar a iluminação artificial que apresentou uma parcela muito pequena da potencia utilizada pelo sistema.

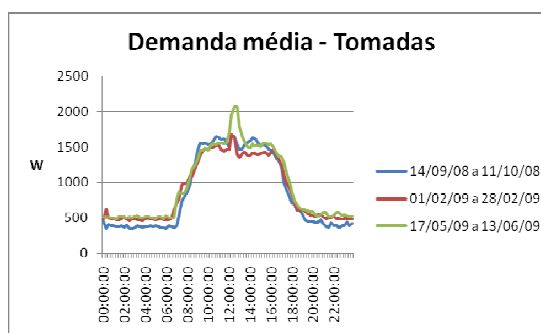
Analisando a magnitude dos consumos de ar-condicionado e iluminação nos três períodos, vemos que são inversamente proporcionais e estão ligados diretamente as condições meteorológicas do local. As duas campanhas de menor consumo de ar condicionado correspondem a um período de temperaturas médias mais baixas e maiores precipitações, nesse mesmo período o consumo de iluminação foi mais alto levando em consideração que a iluminação natural estava baixa devido o tempo nublado.



Os dados de consumo de tomadas e ar condicionados tem elevação entre 6:00 e 9:00 correspondente a chegada de funcionários ao local, o declive ocorre por volta das 13:00 horas para condicionadores de ar quando a temperatura do dia esta baixando, nesse mesmo tempo a iluminação começa a ser ativada. O circuito de tomadas e iluminação começam a serem desativados por volta de 17:00 horas quando os funcionários estão saindo do expediente.



No meio do dia por volta das 12:00 os funcionários saem para almoço, o circuito de condicionamento de ar tem um declive e o de tomadas aumenta o consumo, ambos os circuitos são desligados. O circuito de tomadas é composto em maior parte por computadores e esses quando são desligados apresentam um pico de corrente por parte do processador, o que pode explicar o pico de consumo nesse instante.



Na Tabela 7-1 podemos analisar o consumo por metro quadrado durante os períodos de medição. Nas três campanhas de medição por uso final, com duração de 28 dias cada, vemos que em todas elas o edifício administrativo teve uma relação de consumo muito baixa em comparação com o restante do INPE (incluindo o edifício GAMA). Durante as medições simultâneas do GAMA e do administrativo, com duração de 42 dias, surge uma grande diferença no consumo por metro quadrado, onde o GAMA, edifício que não foi projetado com a preocupação de eficiência energética chega a consumir mais que o dobro que o edifício administrativo e inclusive mais que o restante do INPE (excluindo o GAMA), o administrativo mais uma vez tem um rendimento melhor no consumo por metro quadrado.

	kWh/m ²		
	ADM	Restante do INPE	GAMA
14/09/08 a 11/10/08	4,25	8,35	-
01/02/09 a 28/02/09	4,72	9,41	-
17/05/09 a 13/06/09	3,04	5,78	-
22/03/09 a 02/05/09	8,11	12,82	20,74

Tabela 7-1

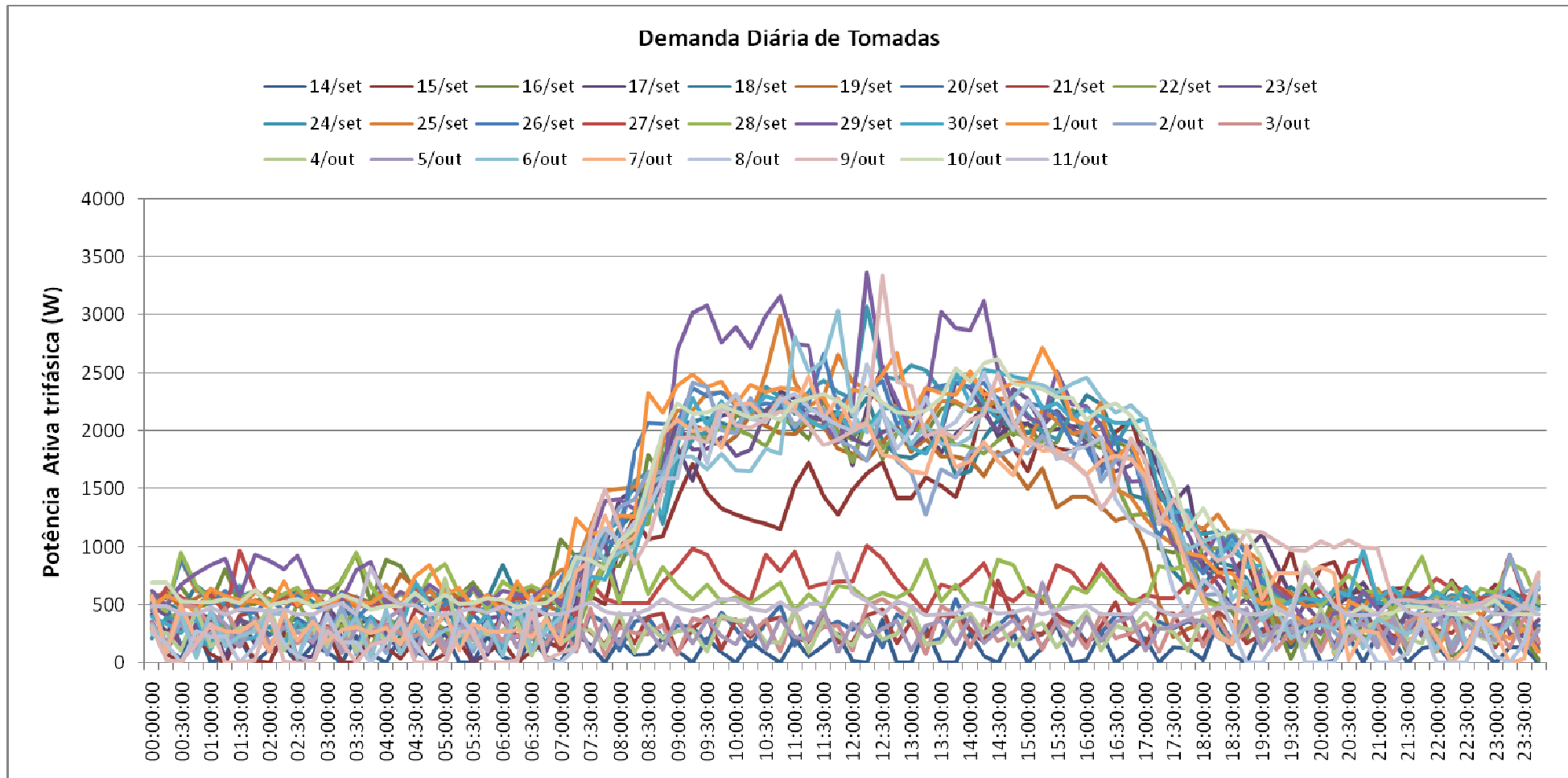
Com base nesses dados vemos que os aparelhos elétricos localizados no prédio administrativo tendem a consumir menos energia que fora dele, onde o projeto arquitetônico foi voltado a eficiência de consumo com ar condicionados e iluminação artificial.

Esse trabalho serve a caracterização do comportamento energético desse tipo de edificação e definição das curvas de consumo, também a comprovação do seu rendimento quanto a utilização de energia elétrica, objetivando subsidiar futuros projetos de pesquisa a eficiência energética e etiquetagem de edifícios.

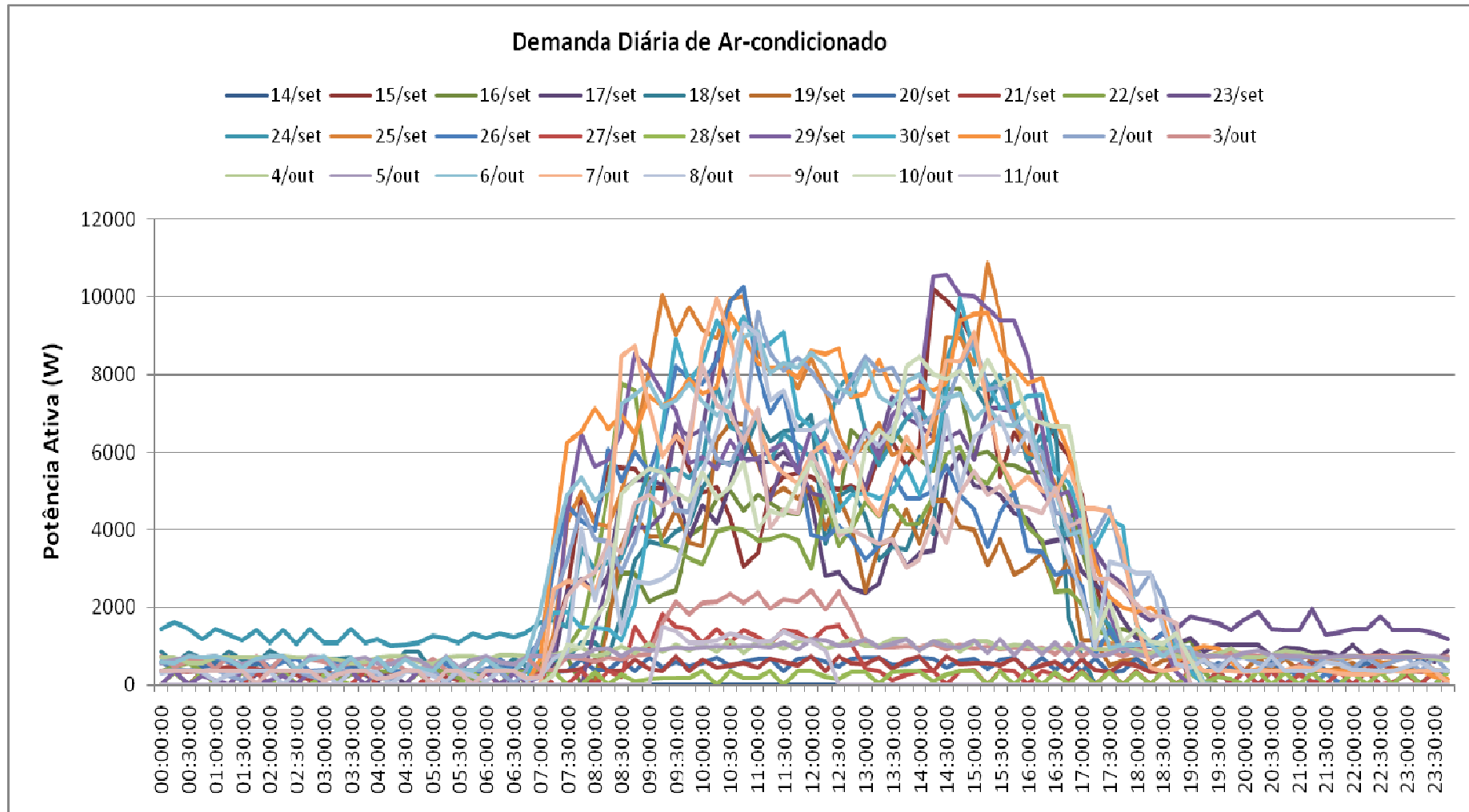
8 ANEXOS

8.1 Anexo 1: Campanha 14 de Setembro a 11 de Outubro do ano de 2008

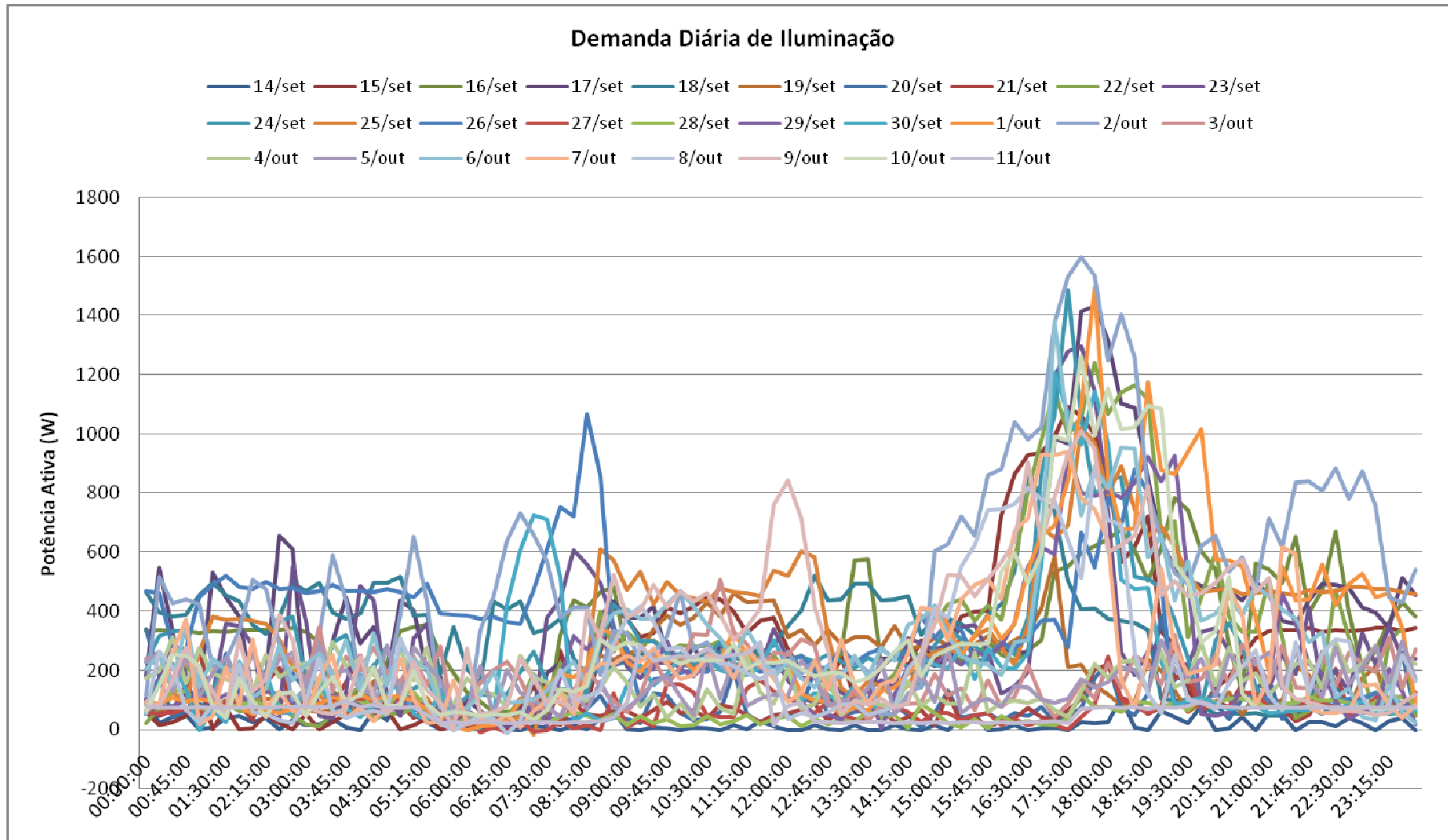
8.1.1 Medições de tomadas



8.1.2 Medições de ar condicionado

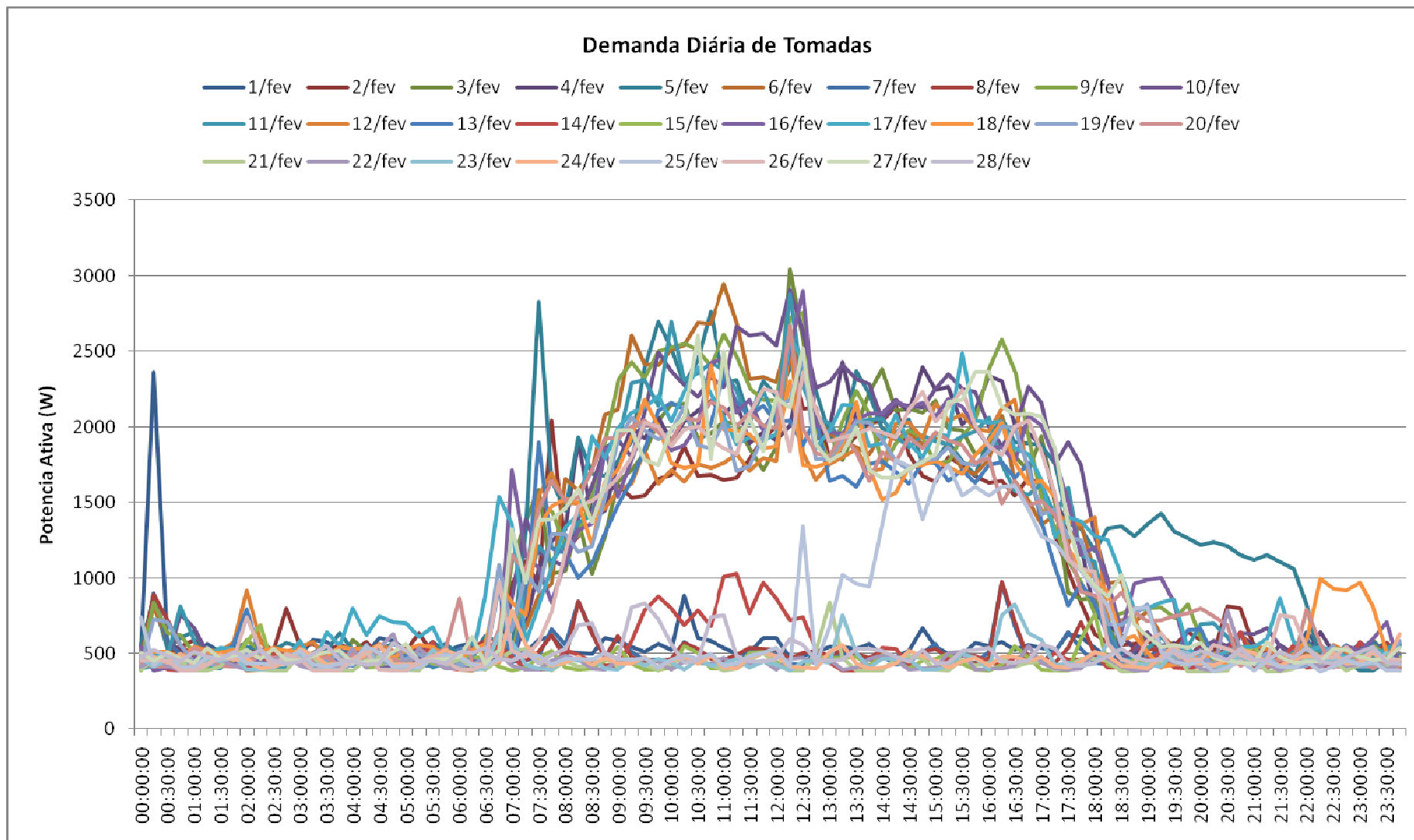


8.1.3 Medições de iluminação artificial

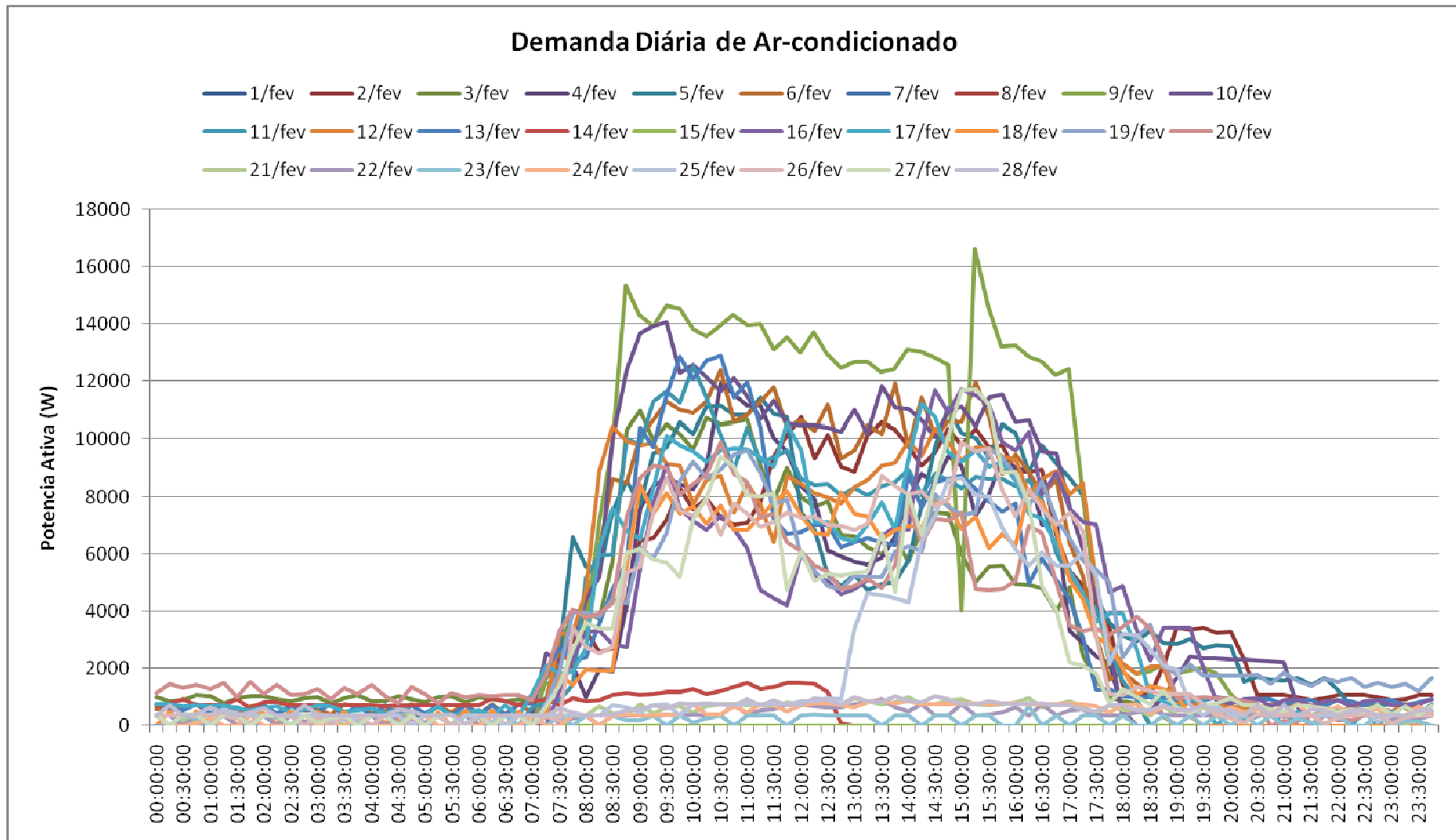


8.2 Anexo 2: Campanha 1 de Fevereiro a 28 de Fevereiro do ano de 2009

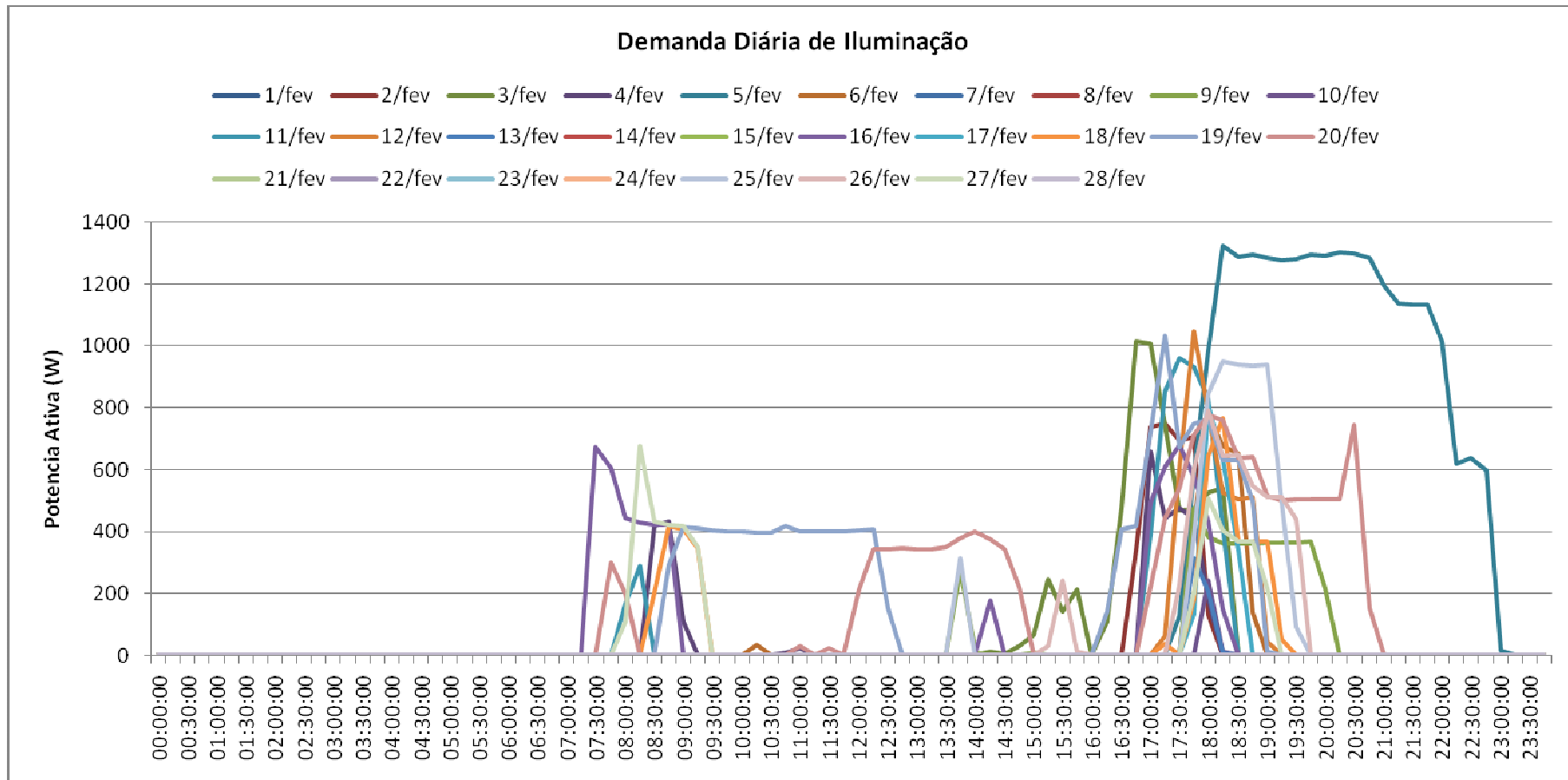
8.2.1 Medições de tomadas



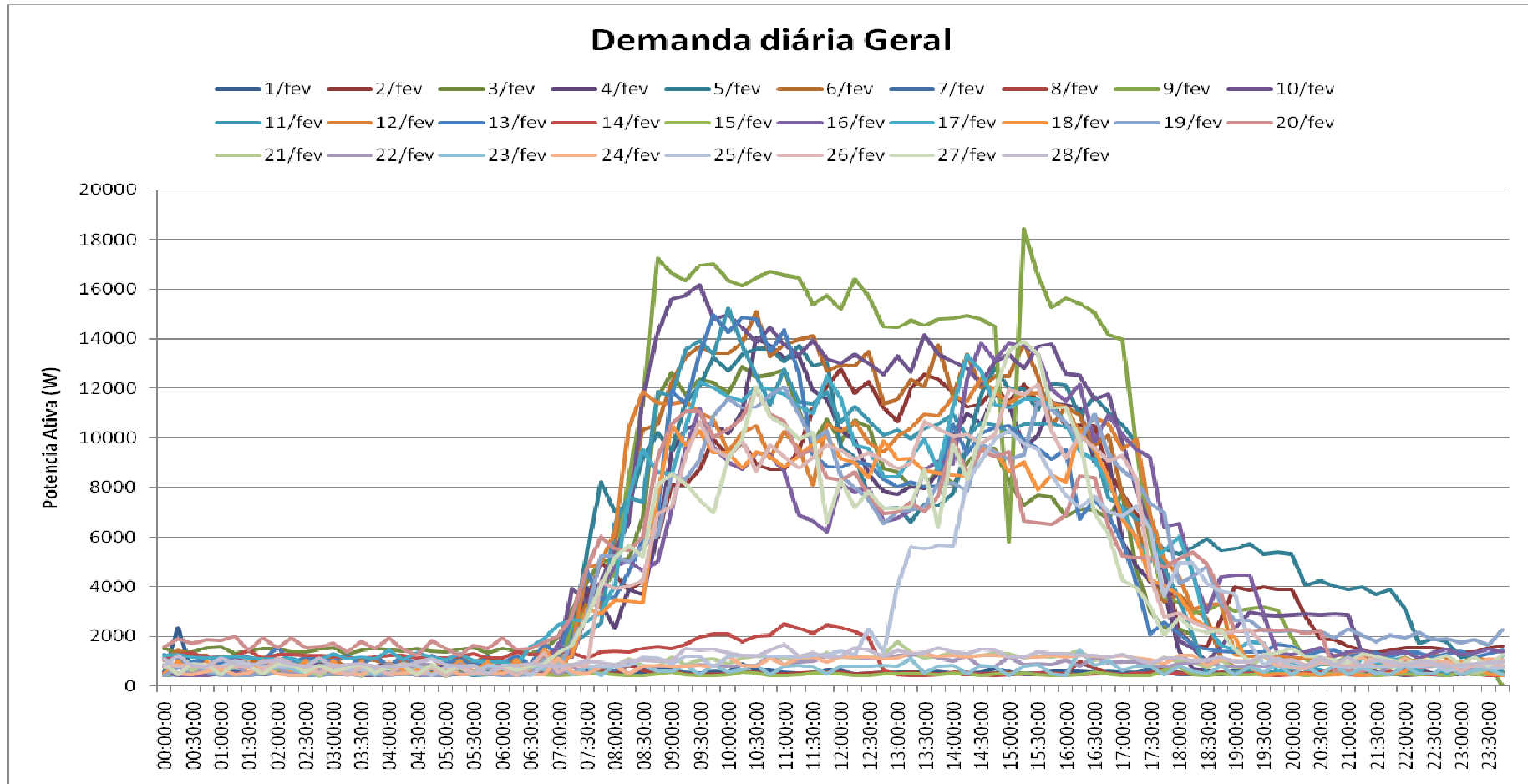
8.2.2 Medições de ar condicionado



8.2.3 Medições de iluminação artificial

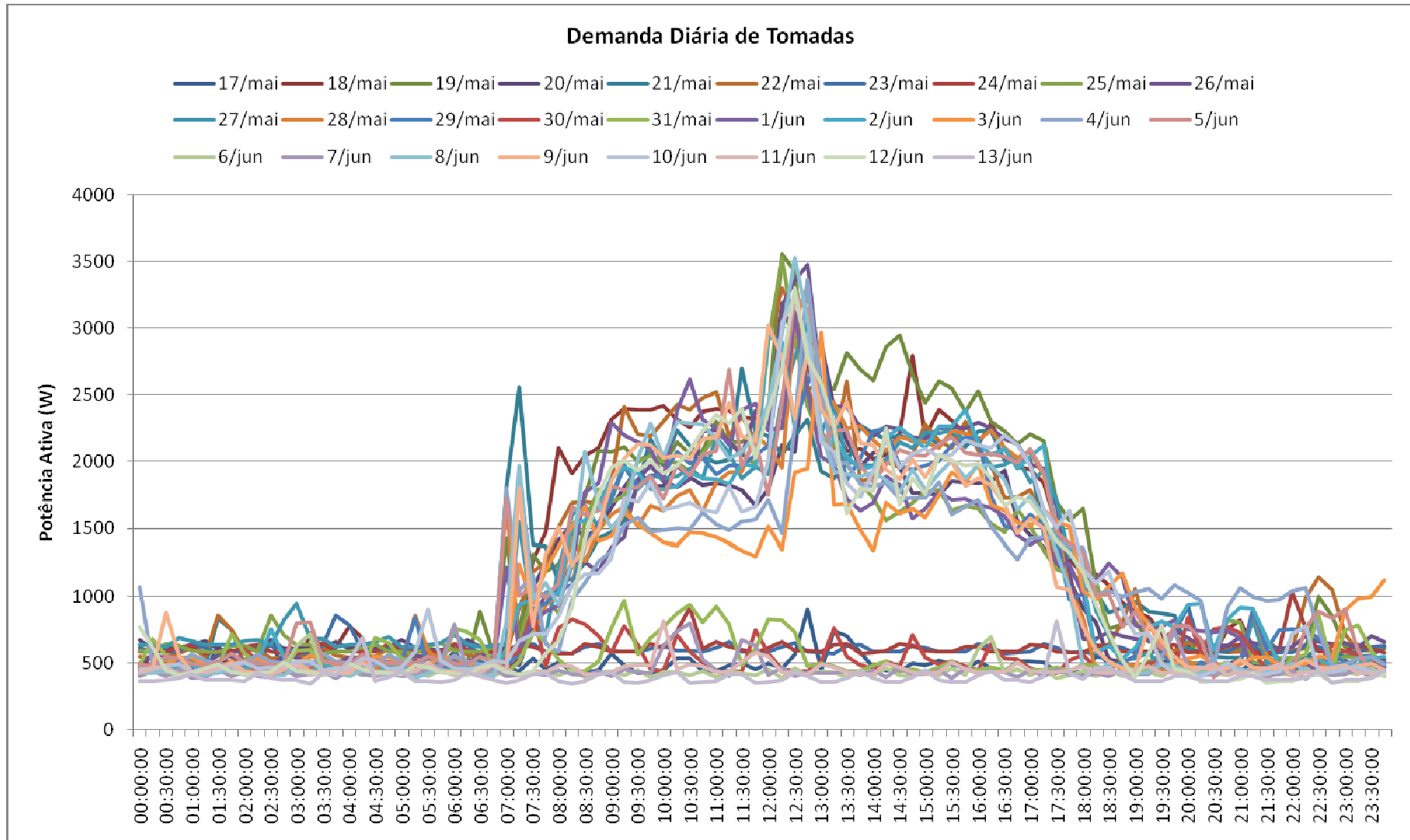


8.2.4 Geral

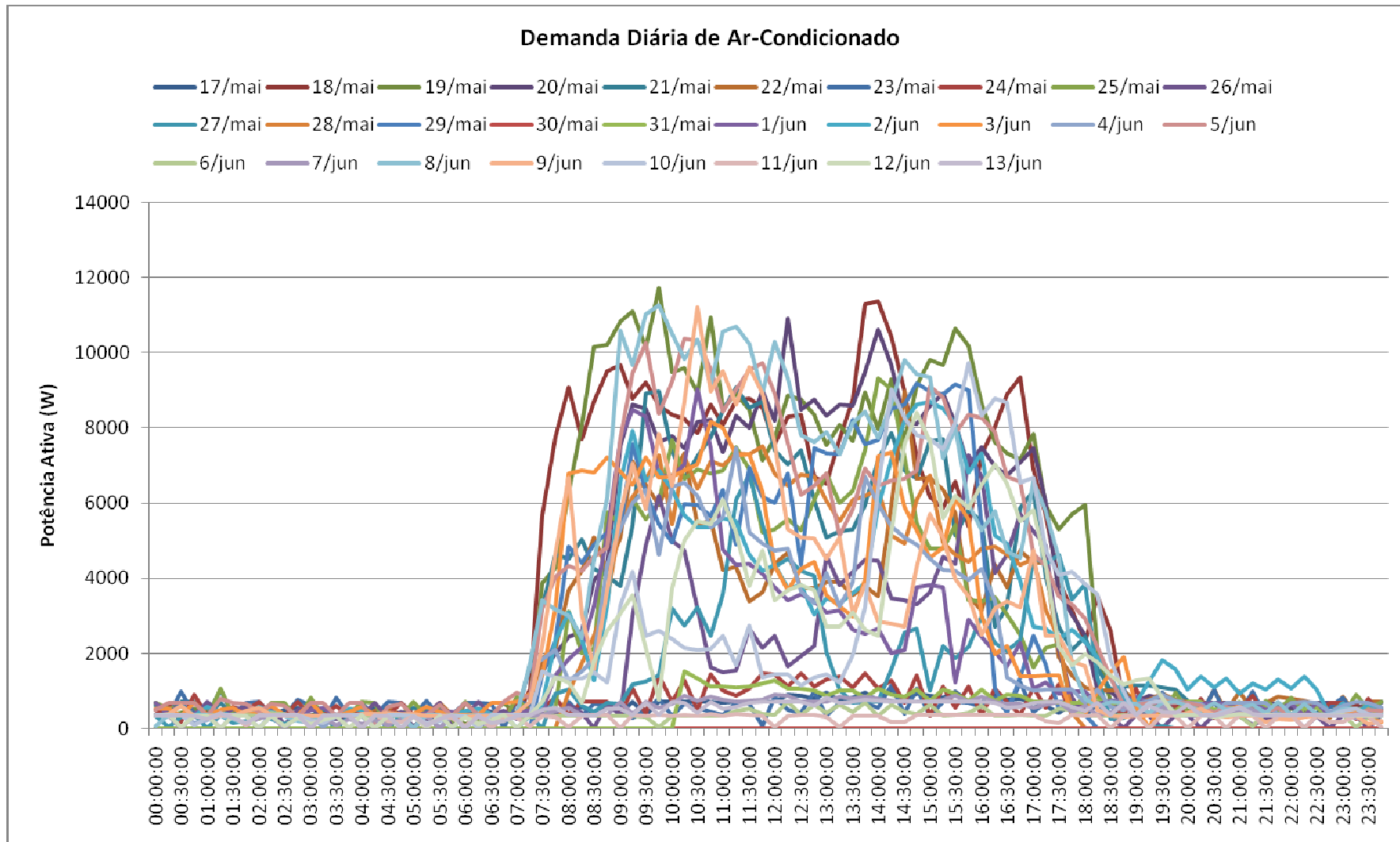


8.3 Anexo 3: Campanha de 17 de Maio a 13 de Junho do ano de 2009

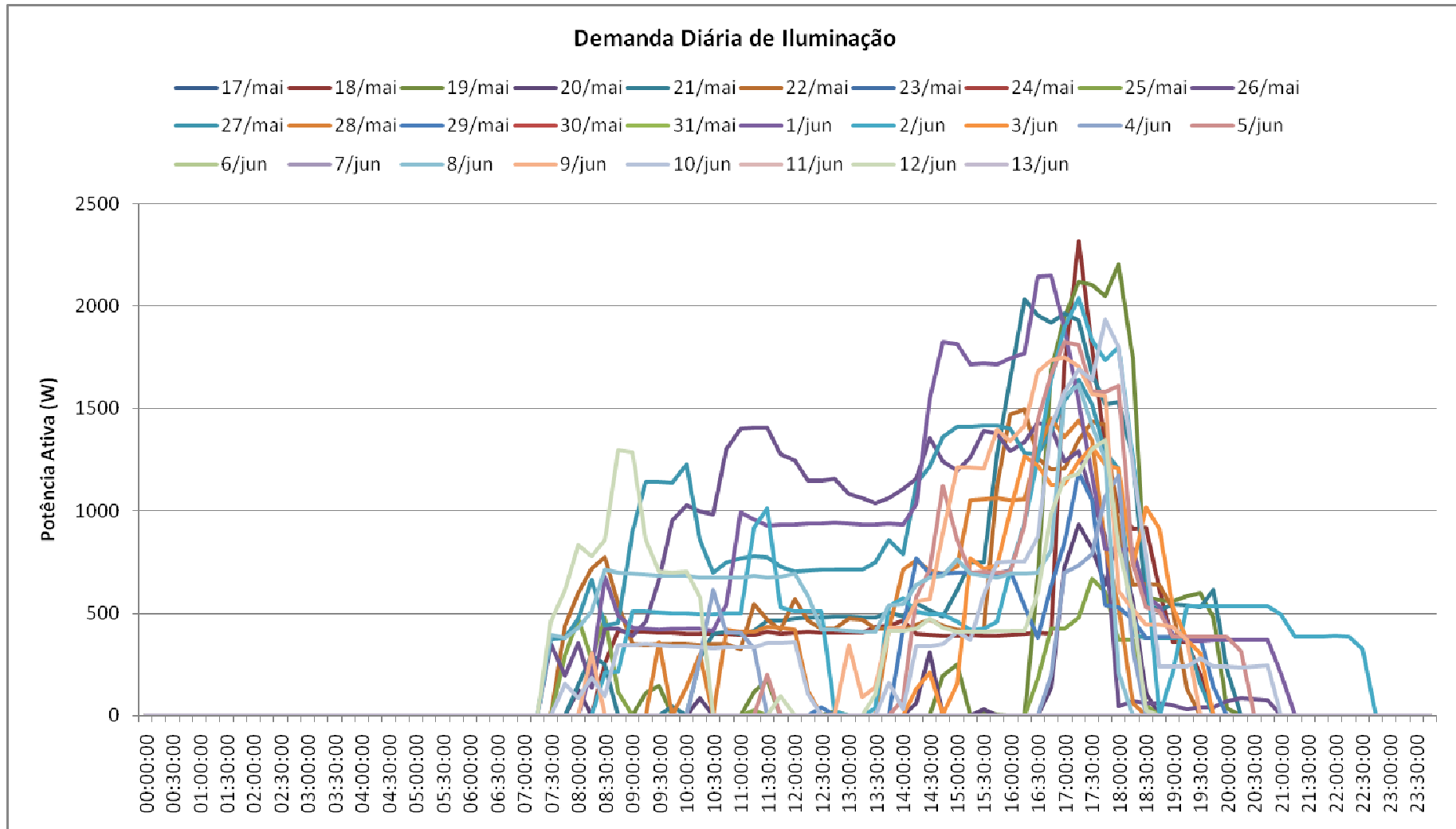
8.3.1 Medições de tomadas



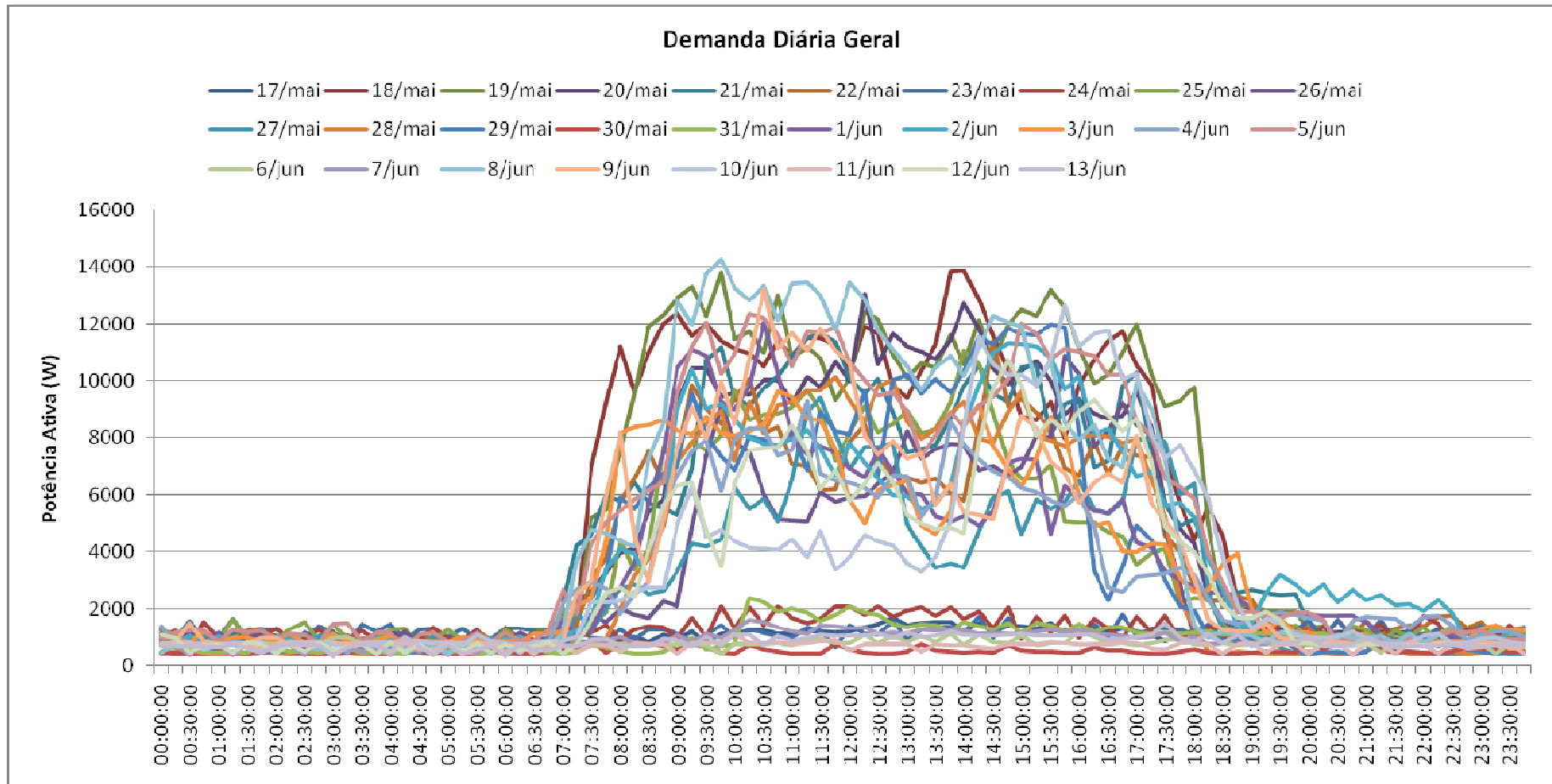
8.3.2 Medições de ar condicionado



8.3.3 Medições de iluminação artificial

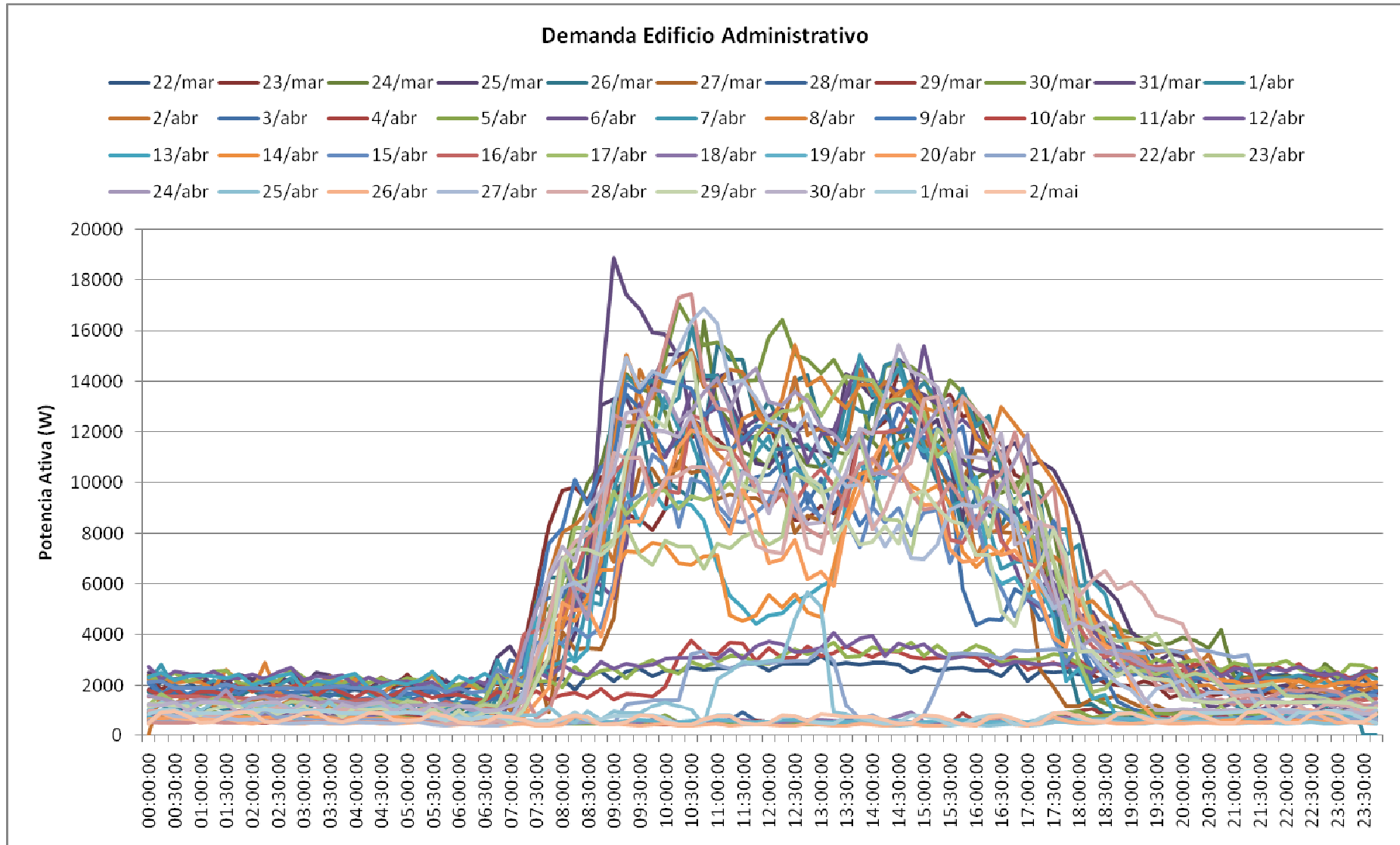


8.3.4 Geral

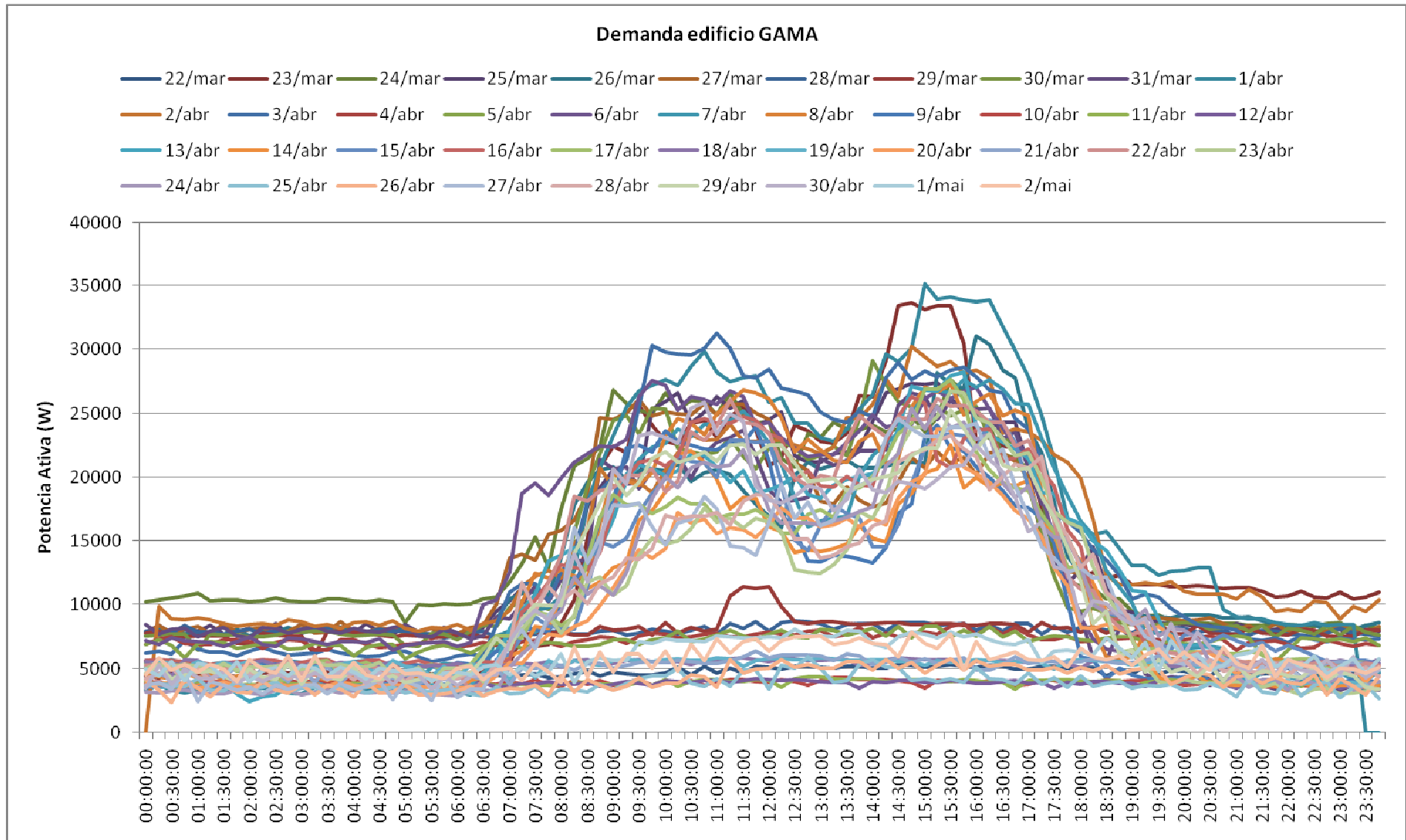


8.4 Anexo 4: Medições nos edifícios Administrativo e GAMA

8.4.1 Administrativo



8.4.2 GAMA



9 APÊNDICE

Aqui são apresentados dados complementares de clima, obtidas do banco de dados climatológicos do Laboratório de Variáveis Ambientais Tropicais (LAVAT) do INPE CRN (<http://www.crn2.inpe.br/lavat>). Com base nesses dois gráficos percebemos que o período mais quente e com menos precipitações ocorre em Fevereiro, o período mais frio e com mais precipitações se encontra em Junho e o período ameno, com médias temperaturas e algumas precipitações entre Setembro e Outubro. Sendo assim escolhemos esses três períodos para campanha de medição de uso final de energia elétrica pelo prédio.

Obs.: O banco de dados do LAVAT só dispõe do histórico a partir de Abril 2007 e durante o período de 12/06/08 a 02/08/08 a estação climatológica/solarimétrica ficou sem informar dados, pois estava em manutenção técnica, isso não nos permite uma análise mais abrangente do comportamento climatológico do local.

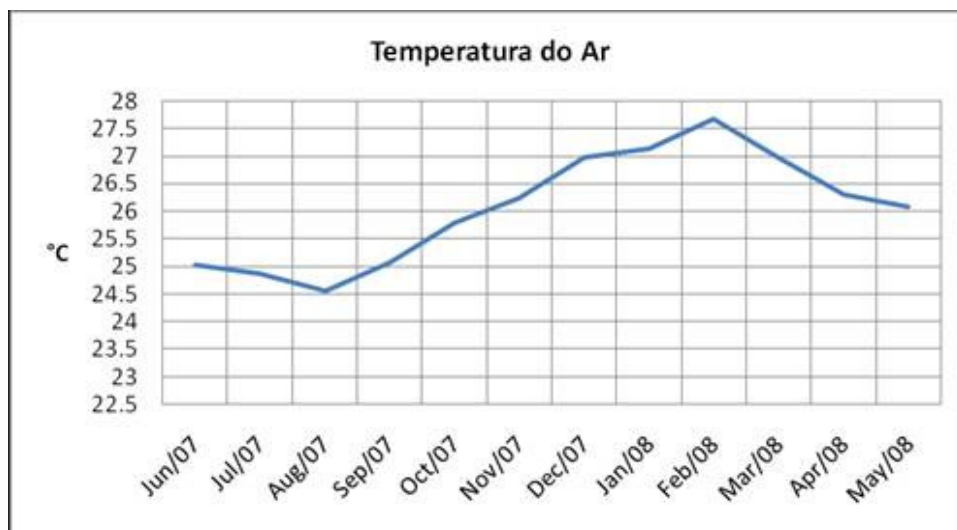


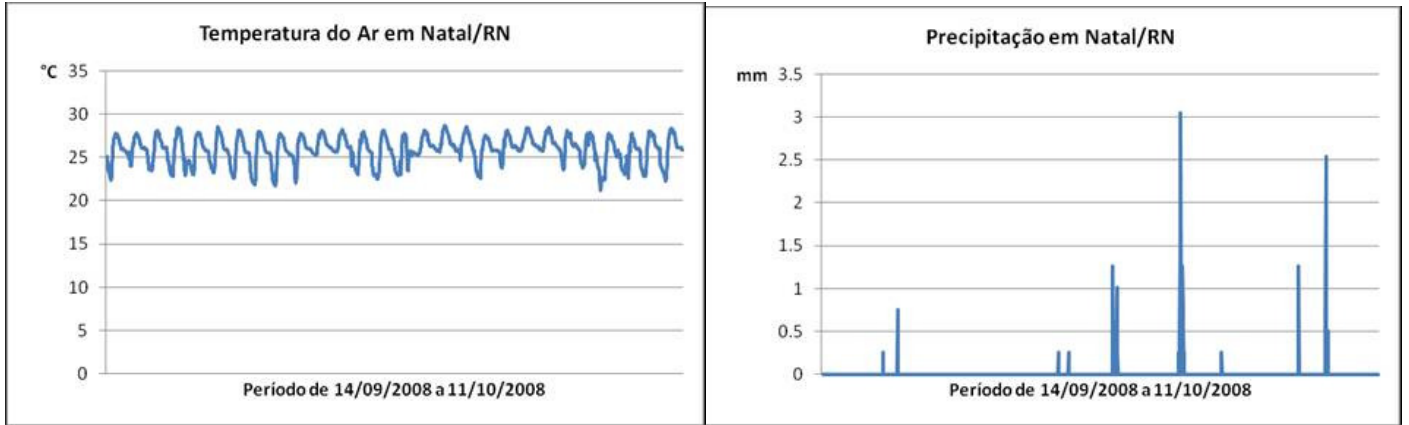
Figura 9-1.



Figura 9-2.

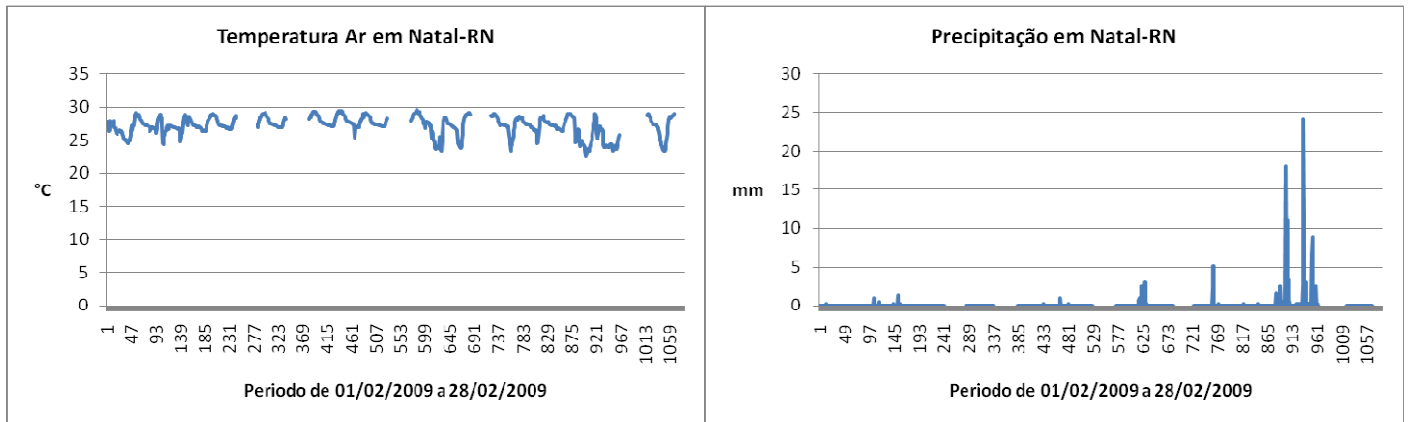
9.1 14/09/08 a 11/10/08

Período com temperatura média de 25,89°C e precipitação média de 0,0147mm.



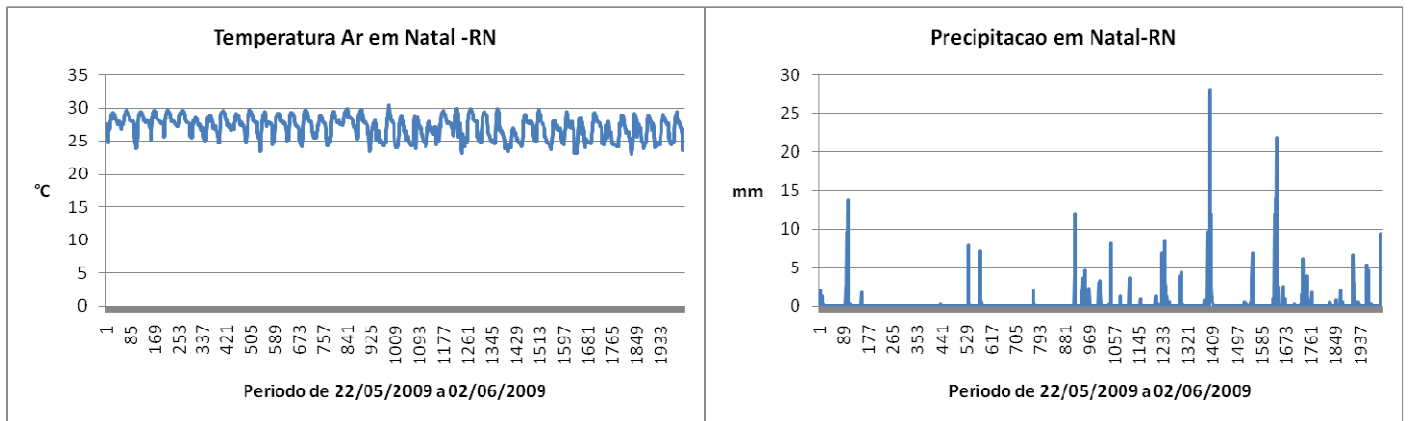
9.2 01/02/09 a 28/02/09

Período com temperatura média de 27,15°C e precipitação média de 0,0192mm.



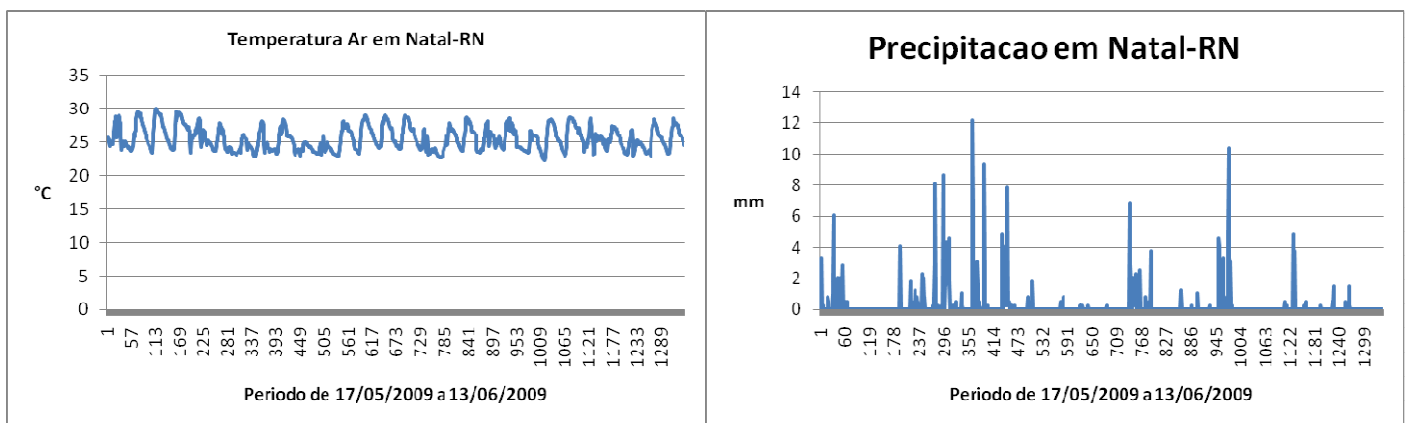
9.3 22/05/09 a 02/06/09

Período com temperatura média de 26,99°C e precipitação média de 0,208mm.



9.4 17/05/09 a 13/06/09

Período com temperatura média de 25,56°C e precipitação média de 0,218mm.



fonte: Dados obtidos pelo Laboratório de Variáveis Ambientais Tropicais (LAVAT) do INPE CRN

10 REFERÊNCIAS

- [1] Electronic Services, Indústria e Comércio, Ltda., (2004), “Manual do Usuário - SAGA 4500”
- [2] Cosern, “MANUAL DE ORIENTAÇÃO DOS GRANDES CLIENTES”
- [3] LIMA, Carolina O. C., (2007), “Caracterização do Consumo e Demanda de Energia Elétrica da Reitoria da UFRN”
- [4] LIMA, Carolina O. C. e LIMA, Jonatas M. V., (2008), “Relatório das Medições de Consumo e Demanda de Energia Elétrica do Restaurante Universitário – URFN”
- [5] Web Energy, Monitoramento de energia pela internet. Disponível em:
<http://www.webenergy.com.br>
- [6] Estação Solarimétrica do LAVAT – Laboratório de Variáveis Ambientais e Tropicais. Disponível em:
<http://www.crn2.inpe.br/lavat/index.php?id=graficosClimatologica>