

2

A Base de Dados

2.1

Análise Preliminar

A base de dados utilizada refere-se à área de concessão de uma empresa de eletricidade da região do sudeste brasileiro, compreendendo o período de 1 de janeiro de 1990 a 30 de setembro de 2002. A figura 2.1 mostra a série de

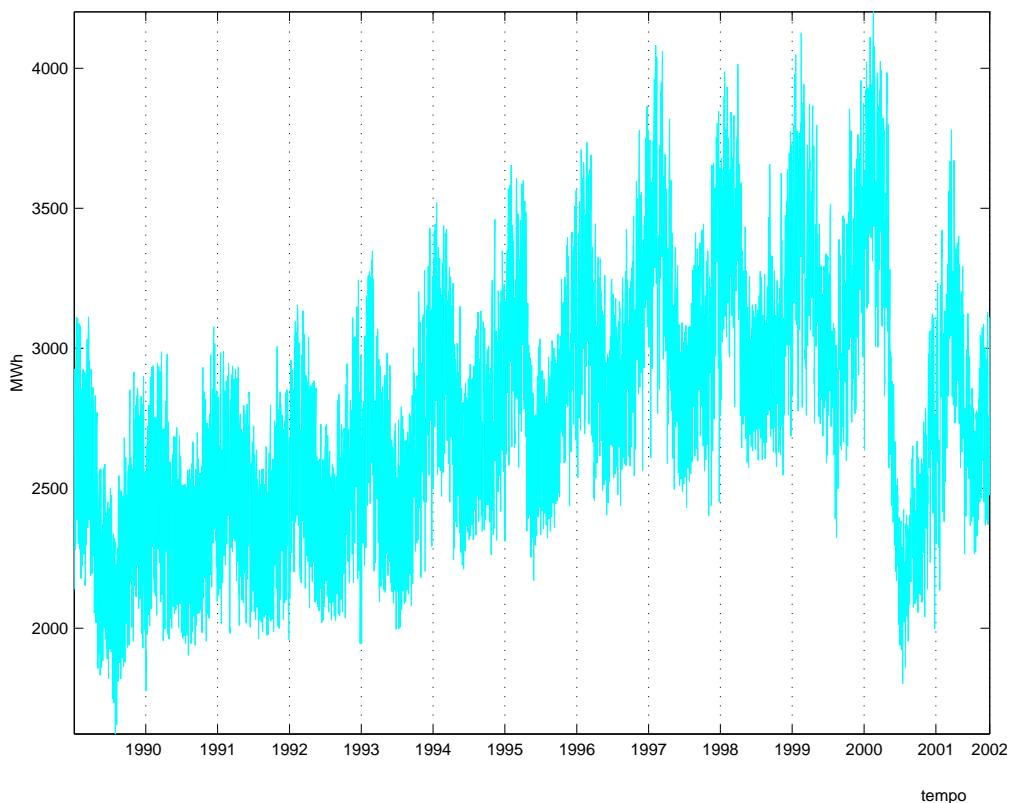


Figura 2.1: carga horária média

cargas horárias médias do período em estudo. A série possui grande número de observações e apresenta características de sazonalidade diária. O comportamento cíclico anual é ilustrado na figura 2.2 referente ao período de 01/01/1996 a 31/12/1996. Os efeitos cíclicos curtos podem ser vistos através da função de autocorrelação da série. A figura 2.3 mostra o relacionamento da carga em ciclos de 24, 48, 72, ... para o dia e os múltiplos de 168 para as semanas. A série temporal de cargas horárias foi dividida em 24 séries correspondentes à cada hora do dia

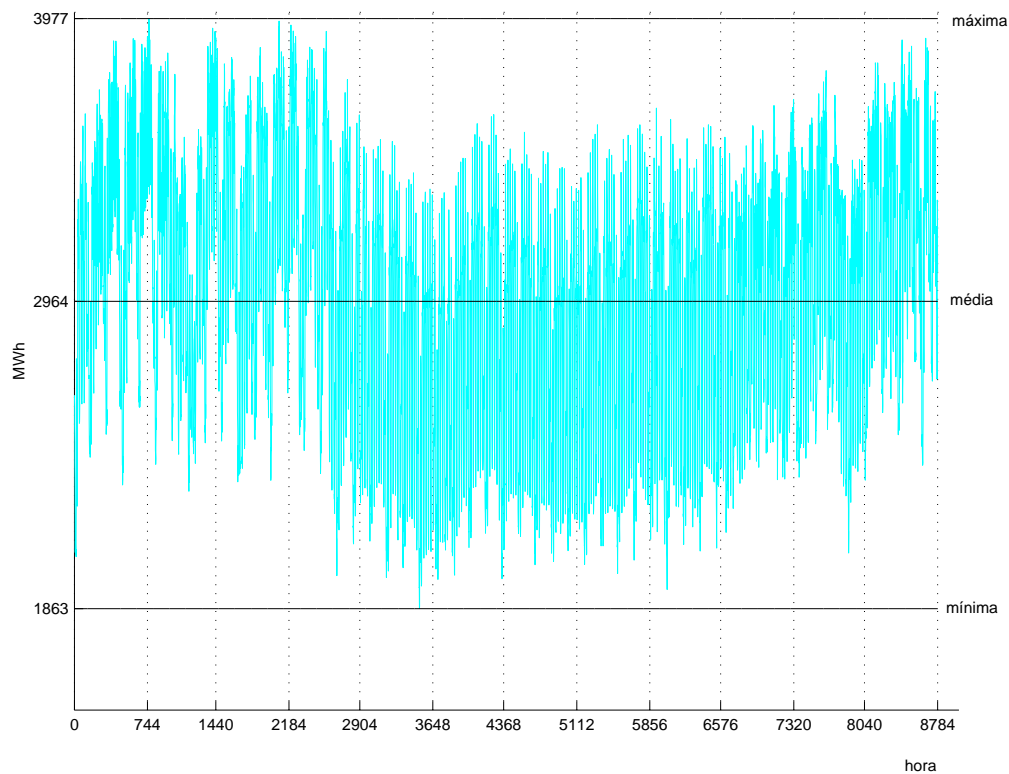


Figura 2.2: carga horária do período de 01/01/1996 a 31/12/1996

(dados seccionais), ou seja, a primeira série constitui-se das cargas da primeira hora de todos os dias considerados no estudo; a segunda série constitui-se das cargas da segunda hora, e assim por diante. Desta forma é possível prever o perfil da curva de carga de um dia inteiro fazendo a previsão 1 passo à frente de cada uma das 24 séries e evita-se modelar padrões complexos na carga horária intradia, permitindo que a série de cada hora tenha um padrão semanal distinto. Este procedimento é desejável, pois é conhecido que o comportamento da sociedade interfere no perfil da carga. Outro seccionamento considerado para melhor detalhar o perfil da carga é dividir em carga leve (de 1:00 a 6:00), média (de 7:00 a 18:00) e pesada (de 19:00 a 24:00) dentro do dia (Silva 2001).

Hippert et al. (2001), em sua revisão de artigos de previsão de carga, relatam que as dificuldades na modelagem do perfil da carga são comuns à quase todos os métodos. Neste trabalho, cada série é tratada em separado, e todas as séries utilizam a mesma especificação, mas são estimadas independentemente. As curvas de carga média diária de cada um dos anos de 1990 a 2001 são mostradas na figura 2.4. A sazonalidade pode ser facilmente visualizada e as flutuações da carga de acordo com as estações climáticas são visíveis nestas curvas, mesmo com o clima temperado da região.

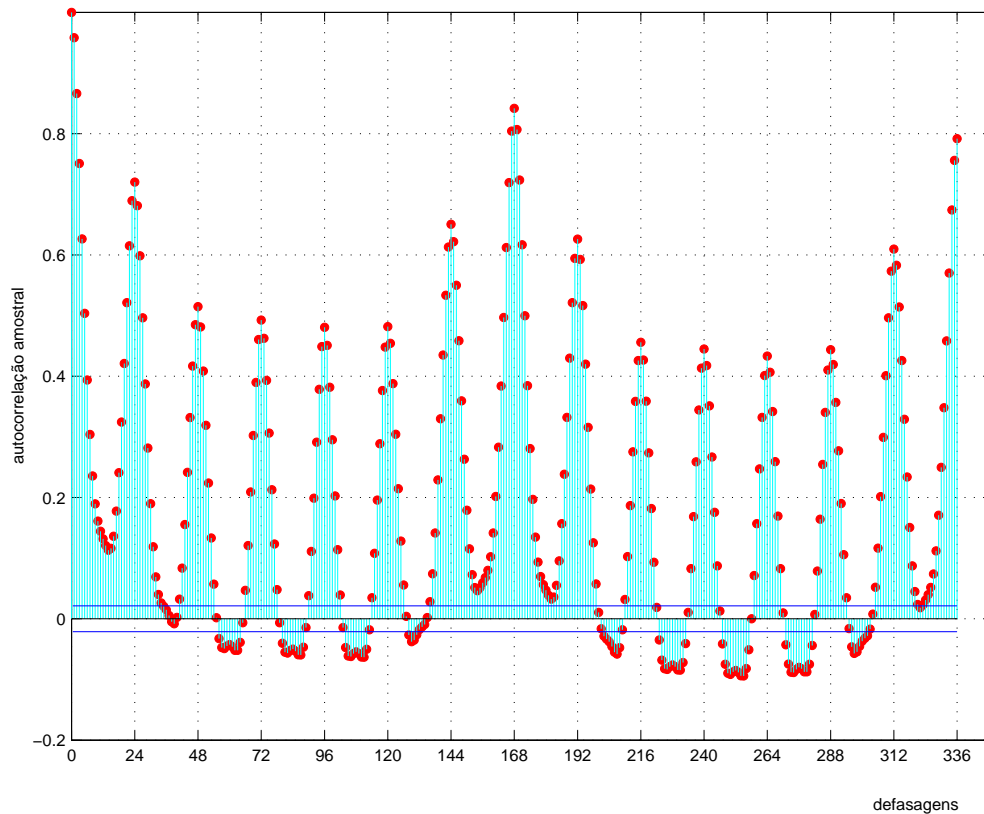


Figura 2.3: função de autocorrelação da série mostrada na figura 2.2

2.2

Fatores que afetam a carga

Genericamente, a carga de uma empresa de energia elétrica é composta por várias unidades de consumo diferentes. Uma grande parte da eletricidade é consumida pelas atividades industriais, outra parte é usada por consumidores residenciais na forma de aquecimento, refrigeração de ar, iluminação, máquinas de lavar, etc... Também, muitos serviços públicos oferecidos à sociedade demandam eletricidade, como iluminação pública, metrô, tráfego ferroviário, etc...

Fatores que afetam a carga dependem do tipo de consumo. A carga industrial é fortemente determinada pelo nível de produção, refletindo em regularidade na curva de carga, sendo possível estimar esta dependência para diferentes níveis de produção. Todavia, do ponto de vista da empresa concessionária de eletricidade, o consumidor industrial pode adicionar incertezas às previsões, pela ocorrência de eventos inesperados, como paralisações ou greves, que podem causar distúrbios imprevisíveis no nível da carga demandada.

No caso dos consumidores residenciais, os fatores determinantes da carga são muito mais difíceis de definir. Cada pessoa comporta-se de acordo com suas necessidades individuais e cada decisão de consumo é influenciada pela psicologia humana. Muitos fatos sociais e comportamentais afetam a carga como,

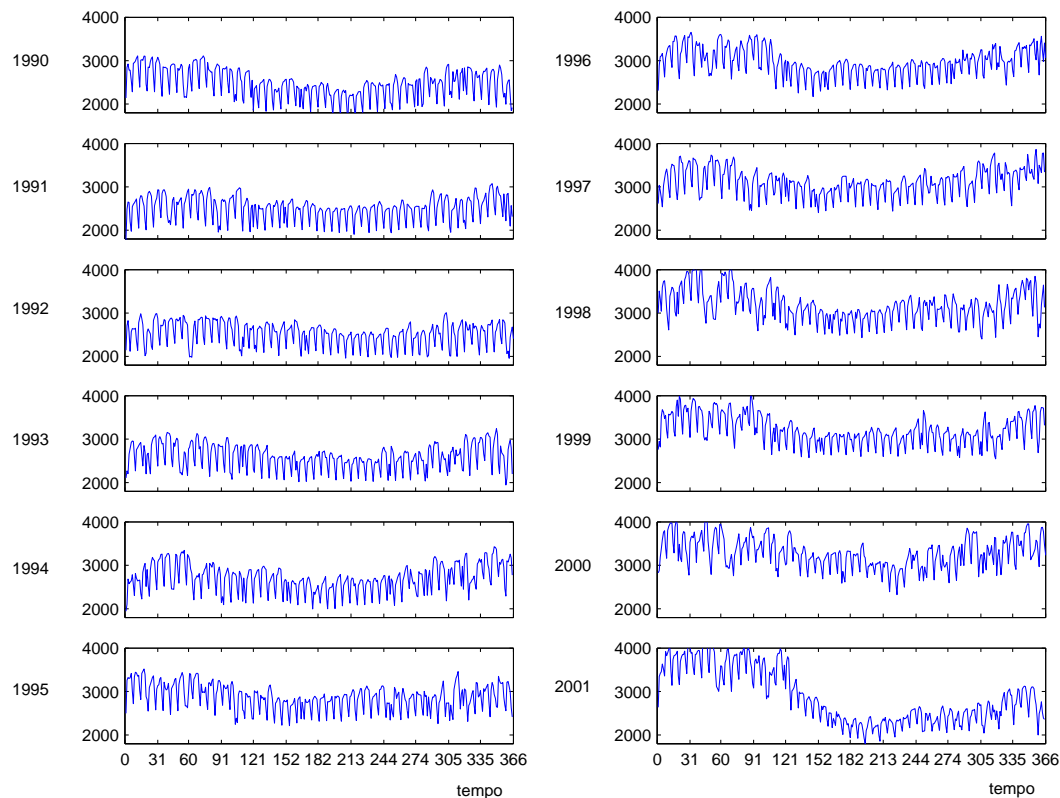


Figura 2.4: carga média diária de 1990 a 2001

por exemplo, grandes eventos e festas, feriados, jogos de futebol e programas noturnos de TV (Gross & Galiana 1987), (Karanta & Ruusunen 1991), (Kim et al. 1995). O fator individual mais importante é o clima, pois estimula o uso de refrigeração ou do chuveiro elétrico, alternando a intensidade de uso de acordo com a variação de temperatura.

Como uma grande parte do consumo é devido aos consumidores residenciais e outros pequenos consumidores, a abordagem usual em previsão de carga está concentrada em um agregado de carga. Esta é a abordagem adotada, tendo em vista a redução do número de fatores que podem ser considerados como o fato mais importante para modelagem (Gross & Galiana 1987).

A literatura ressalta os seguintes fatores de acordo com a taxa de discretização da série de carga:

- Em séries com taxa de discretização entre as observações de poucos minutos (curto prazo), as **condições meteorológicas** causam grande variação na carga agregada. Adicionalmente, a temperatura, a velocidade dos ventos, a visibilidade e a umidade, também têm influência (Chow & Leung 1996).
- Em séries com taxa de discretização entre as observações de grandes períodos (longo prazo), os fatores **macroeconômicos e demográficos** participam como a regra mais importante na evolução da demanda por eletricidade.

- Do ponto de vista da previsão a curto prazo, os fatores relacionados às condições climáticas são essenciais. Por isto, as variações sazonais, o comportamento cíclico (diário, semanal) bem como, ocorrências de feriados (públicos e religiosos), são significativos.

Os outros fatores que causam alterações são classificados como **fatores aleatórios**. Eles são comumente pequenos no caso de consumidores residenciais, embora grandes eventos transmitidos pela TV adicionem incertezas às previsões. Por outro lado, consumidores industriais podem causar grandes oscilações.

Neste trabalho, serão abordadas somente previsões a curto prazo e horizonte de previsão não superior a uma semana. Por este motivo, os fatores macroeconômicos e demográficos não serão discutidos.

A decisão de agregar todos os tipos de consumidores significa que o modelo de previsão se apoiará fortemente no comportamento da carga histórica. Na seção 2.3, examina-se o comportamento da série de carga e algumas propriedades básicas da série temporal são discutidas.

2.3

Propriedades da curva de carga

A curva de carga utilizada consiste de valores discretizados por hora, que correspondem à média no intervalo de uma hora. Isto significa que a curva de carga pode ser vista como uma série temporal, onde cada valor representa a carga média de uma hora. Embora o estudo tenha sido realizado com a série horária, os modelos estudados podem ser aplicados, com pequenas modificações, a séries com observações em intervalos menores.

O ciclo semanal é determinado pelos dias úteis, onde o nível de atividades dos consumidores é mais elevado que em sábados e domingos, resultando em um nível de carga também mais elevado. A figura 2.5 mostra a carga de duas semanas consecutivas em abril de 1997 e pode-se notar que existem diferenças também entre os dias de uma mesma estação. Os dias da semana (segunda à sexta-feira) apresentam perfis bastante semelhantes entre si; distintos porém, dos perfis de sábados e de domingos. O ciclo de carga diário reflete o comportamento da sociedade durante os dias e altera-se no decorrer do ano. A figura 2.6 mostra a curva típica de carga de um dia útil (quarta-feira) nas quatro estações.

Assim, em previsão de carga, os dias são freqüentemente classificados em diversos *tipos*, cada um deles com seu padrão de carga característico. Sábados e domingos têm curvas de carga diferentes dos outros dias da semana. Freqüen-

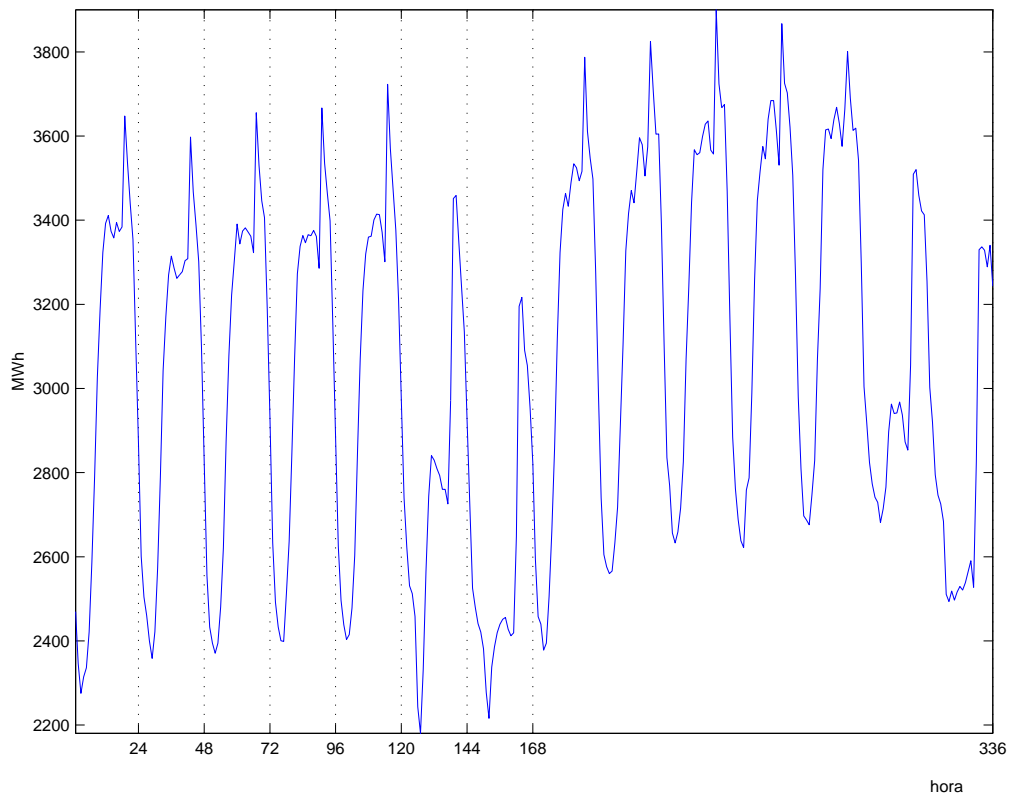


Figura 2.5: curva de carga do período de 07/04/1997 a 20/04/1997 - primeiro dia segunda-feira

temente, segundas e sextas-feiras têm padrões distintos dos outros dias úteis porque envolvem o final de semana e podem ter um pequeno efeito na carga (veja, por exemplo, Kim et al. (1995)). Uma questão mais difícil é classificar os dias especiais (feriados oficiais, feriados religiosos, feriados de categorias profissionais). Muitas vezes eles são classificados em uma mesma categoria como domingos (Hsu & Yang 1991). Todavia, dias especiais diferentes têm perfis de carga diferentes.

Outro ponto importante é que os processos de previsão partem do pressuposto que condições similares às apresentadas no momento da previsão tenham existido antes. O reconhecimento destas condições é simplesmente baseado na situação da carga anterior ao dia alvo e isto significa que o histórico de carga define a previsão. Conseqüentemente, se todas as anormalidades do histórico de carga são removidas, as previsões obtidas usando estes dados terão sempre um bom grau de precisão.

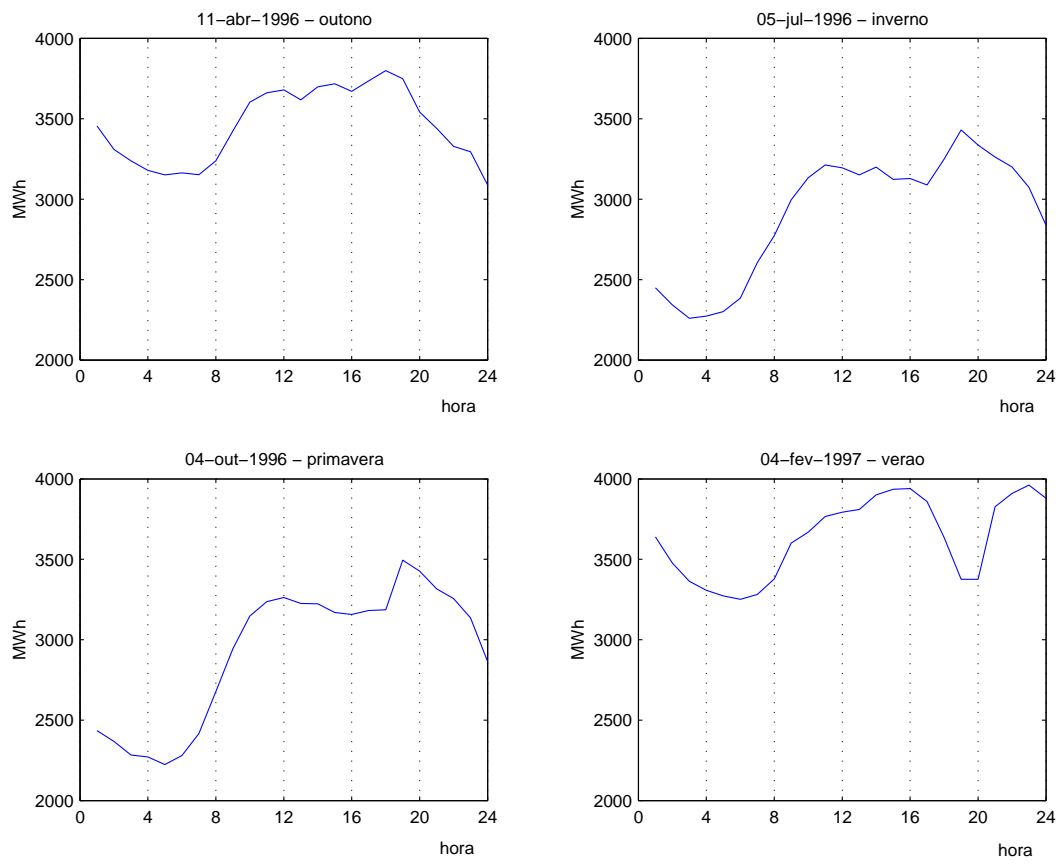


Figura 2.6: curva de carga de quatro quartas-feiras nas diferentes estações