

Centro de Pesquisas de Energia Elétrica - CEPEL



Relatório Técnico

Nº/Ano: 13843/18 **Nº de Páginas:** 44 **Nº de Anexos:** 1


Título: Profundidades e durações dos patamares de carga para a operação energética.


Departamento: Departamento de Otimização Energética e Meio Ambiente - DEA


Área de Responsabilidade: B200 **Conta de Apropriação:** 1600

Cliente:
OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO - ONS
Rua Júlio do Carmo, 251 - Cidade Nova
Rio de Janeiro - RJ, CEP: 20211-160
Atenção:
Maria Helena Teles de Azevedo


Resumo:
Metodologia para cálculo das profundidades e durações dos patamares de carga, Perfis horários típicos das cargas dos subsistemas Norte, Nordeste, Sul e Sudeste.

Autores:
José Francisco Moreira Pessanha (Cepel) 
Palavras-Chave:
Patamares de carga
Profundidade do patamar
Duração do patamar
Classificação: CONTROLADO

Gerente de Projeto

José Francisco Moreira Pessanha
Tel.: 2598-6066
E-mail: francisc@cepel.br

Chefe do Departamento DEA

André Luiz Diniz Souto Lima
Tel.: 2598-6046
E-mail: diniz@cepel.br

Aprovação


Raul Balbi Sollero
Diretor de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
26/12/2019

Centro de Pesquisas de Energia Elétrica - CEPEL www.cepel.br
Sede: Av. Horácio Macedo, 354 - Cidade Universitária - CEP 21941-911 - Rio de Janeiro - RJ - Brasil - Tel.: 21 2598-6000 - Fax: 21 2260-1340
Unidade Adrianópolis: Av. Olinda, 5800 - Adrianópolis - CEP 26053-121 - Nova Iguaçu - RJ - Brasil - Tel.: 21 2666-6200 - Fax: 21 2667-3518
Endereço Postal: CEPEL Caixa Postal 68007 - CEP 21944-970 - Rio de Janeiro - RJ - Brasil / Endereço Eletrônico: cepel@cepel.br

CEPEL

Centro de Pesquisas de Energia Elétrica

**PROFUNDIDADES E DURAÇÕES DOS PATAMARES DE CARGA PARA A
OPERAÇÃO ENERGÉTICA**

2018

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	4
2	CÁLCULO DAS PROFUNDIDADES E DURAÇÕES DOS PATAMARES DE CARGA	7
2.1	Introdução	7
2.2	Identificação das curvas horárias típicas	7
2.3	Cálculo das profundidades e durações dos patamares.....	10
2.4	Profundidade dos patamares de janeiro de 2019 até dezembro de 2023.....	14
3	ANÁLISE DOS FERIADOS ESTADUAIS	19
3.1	Introdução	19
3.2	Subsistema Norte	19
3.3	Subsistema Nordeste	21
3.4	Subsistema Sul	24
3.5	Subsistema Sudeste	26
4	ANÁLISE DE DIAS ESPECIAIS	29
4.1	Introdução	29
4.2	Quarta-feira de cinzas.....	29
4.3	Véspera de Natal e Ano Novo	30
4.4	Dias imediatamente após feriados.....	33
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	35
	Referências bibliográficas	36
	Apêndice - Perfis Típicos.....	37
	Subsistema Norte – Janeiro até Junho	37
	Subsistema Norte – Julho até Dezembro	38
	Subsistema Nordeste – Julho até Dezembro.....	40
	Subsistema Sul – Janeiro até Junho	41
	Subsistema Sul – Julho até Dezembro	42
	Subsistema Sudeste – Janeiro até Junho	43
	Subsistema Sudeste – Julho até Dezembro	44

1 INTRODUÇÃO

Recentemente, em reunião realizada no dia 30 de julho de 2018, o Grupo de Trabalho de Metodologia da Comissão Permanente para Análise de Metodologias e Programas Computacionais do Setor Elétrico (CPAMP) aprovou a versão final do estudo da representação dos patamares de carga na cadeia de modelos computacionais do setor elétrico. A nova definição dos intervalos horários (durações) dos patamares será utilizada a partir da primeira semana operativa de 2019, conforme estabelecido na Resolução Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) nº 7/2016.

A nova definição dos patamares de carga manteve a representação em três patamares (leve, médio e pesado), porém segmentou o ano em três períodos (verão, intermediário e inverno) e alterou as durações dos patamares. O período de inverno corresponde aos meses de maio, junho, julho e agosto, enquanto o período de verão corresponde aos meses de novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março. Os meses de abril, setembro e outubro formam o período intermediário. A nova definição apresentada na Figura 1 substitui a definição anterior descrita nos Procedimentos de Redes (Figura 2), mais especificamente no Submódulo 5.6 Consolidação da previsão de carga para elaboração do Programa Mensal da Operação Energética (<http://www.ons.org.br>).

Patamar de Carga	Inverno		Intermediário		Verão	
	2ª a 6ª feira	Sábado, Domingo e Feriado	2ª a 6ª feira	Sábado, Domingo e Feriado	2ª a 6ª feira	Sábado, Domingo e Feriado
Pesada	10h00 - 22h00		10h00 - 20h00		10h00 - 18h00	
Média	07h00 - 10h00 22h00 - 24h00	18h00 - 22h00	08h00 - 10h00 20h00 - 24h00	18h00 - 22h00	08h00 - 10h00 18h00 - 24h00	20h00 - 23h00
Leve	00h00 - 07h00	00h:00 - 18h00 22h00 - 24h00	00h00 - 08h00	00h:00 - 18h00 22h00 - 24h00	00h00 - 08h00	00h:00 - 20h00 23h00 - 24h00

Fonte: MELO et al (2018), <http://www.sepopo.com.br/wp-content/uploads/2018/09/SP02.pdf>

Figura 1. Intervalos horários dos patamares de carga e energia

Patamar de carga	Sem horário de verão		Com horário de verão	
	2ª feira a Sábado	Dom/Fer	2ª feira a Sábado	Dom/Fer
Pesada	18 h às 21 h	-	19 h às 22 h	-
Média	07 h às 18 h 21 h às 24 h	17h às 22 h	07 h às 19 h 22 h às 24 h	18 h às 23 h
Leve	00 h às 07 h	00h às 17 h 22 h às 24 h	00 h às 07 h	00 h às 18 h 23 h às 24 h

Fonte: Procedimentos de Redes (Figura 2), mais especificamente no Submódulo 5.6 Consolidação da previsão de carga para elaboração do Programa Mensal da Operação Energética (<http://www.ons.org.br>).

Figura 2. Intervalos horários dos patamares de carga e energia

As definições dos intervalos horários dos patamares não são acompanhadas das respectivas profundidades em p.u. da demanda média mensal, pois o cálculo das profundidades dos patamares depende do número de dias úteis, fins de semana e feriados em cada mês do horizonte de estudo.

A representação em patamares de uma curva de carga é ilustrada na Figura 3. Note que os intervalos horários são os mesmos definidos na Figura 1 para um dia de verão.

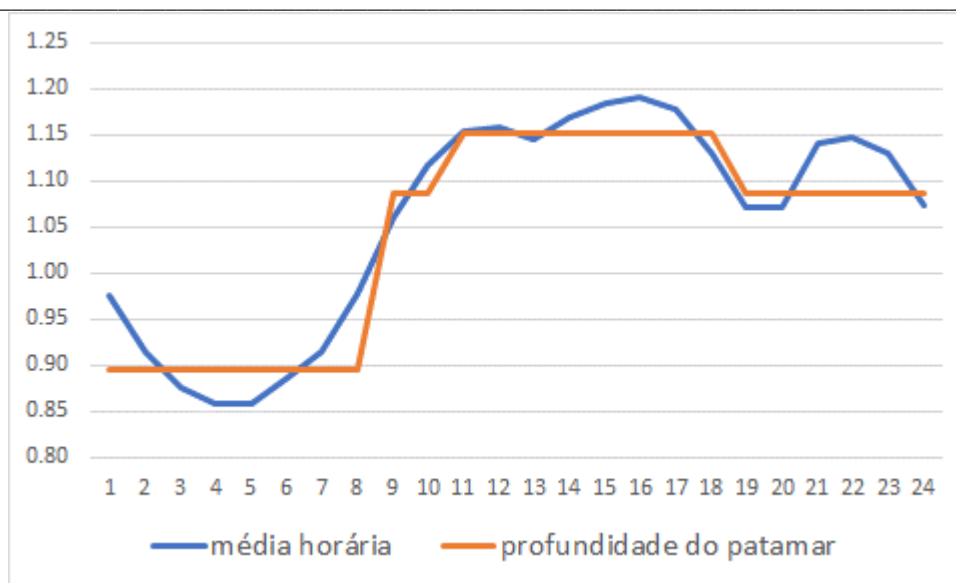


Figura 3. Representação da curva de carga por patamares

A revisão da definição dos intervalos horários dos patamares de carga demandou a atualização das rotinas utilizadas no cálculo das profundidades dos patamares.

O cálculo das profundidades dos patamares de carga inicia-se com a extração dos perfis de carga típicos, em cada mês e dia da semana, a partir de uma série de carga com resolução temporal horária. O resultado desta primeira etapa é um conjunto de 96 curvas típicas, i.e., 8 curvas para cada mês do ano expressas em p.u. da demanda média mensal: um para cada dia da semana (7 perfis) e um perfil adicional relativo aos feriados no mês. Na sequência, as profundidades dos patamares em cada mês são calculadas a partir dos respectivos perfis típicos previamente identificados, dos intervalos horários dos patamares (Figura 1) e das frequências de dias úteis, fins de semana e feriados em cada mês do horizonte de estudo. Ressalta-se que os perfis típicos e intervalos horários dos patamares permanecem os mesmos ao longo dos anos do horizonte de estudo, a mudança reside no calendário, i.e., nas frequências de dias úteis, fins de semana e feriados em cada mês do horizonte de estudo. Na Figura 4 tem-se um esquema do cálculo dos patamares de carga.

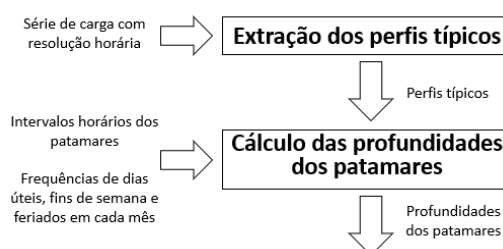


Figura 4. Etapas do cálculo das profundidades dos patamares

O presente relatório tem por objetivo descrever uma metodologia para o cálculo das profundidades dos patamares de carga e apresentar os resultados para os subsistemas Norte, Nordeste, Sul e Sudeste para o período de 2019 até 2023.

A metodologia proposta e os principais resultados obtidos são apresentados na seção 2. Vale ressaltar que os resultados foram gerados por meio de uma implementação computacional em ambiente R (R CORE TEAM, 2017). Entre os resultados apresentados na seção 2 destacam-se as profundidades e durações dos patamares de carga para o período de janeiro de 2019 até dezembro de 2023 e a análise dos perfis de carga nos feriados nacionais, cujas formas diferem dos perfis de carga nos demais dias do

ano. Na sequência, na seção 3 tem-se uma análise dos feriados estaduais, enquanto na seção 4 são analisados os perfis de carga em alguns dias especiais. As considerações finais são apresentadas na seção 5.

2 CÁLCULO DAS PROFUNDIDADES E DURAÇÕES DOS PATAMARES DE CARGA

2.1 Introdução

As profundidades dos patamares de carga para os subsistemas Norte, Nordeste, Sul e Sudeste são apresentadas no final desta seção para todos os meses no período de 2019 até 2023. Tais resultados foram obtidos a partir de séries de carga com resolução horária ao longo do período de 1 de janeiro de 2012 até 31 de dezembro 2017, segundo a metodologia descrita nas seções 2.1 e 2.2 a seguir.

2.2 Identificação das curvas horárias típicas

As séries temporais de carga com resolução horária apresentam múltiplos ciclos sazonais, i.e., padrões que se repetem diariamente, semanalmente e mensalmente (TAYLOR & SNYDER, 2012). As curvas horárias típicas são representações dos padrões sazonais presentes em uma série temporal de carga. Neste trabalho as séries analisadas abrangem o período de 1 de janeiro de 2012 até 31 de dezembro de 2017.

As curvas horárias típicas podem ser obtidas a partir de uma série histórica de carga com resolução temporal horária. Inicialmente, os registros horários são segmentados em perfis de carga formados por 24 registros horários, um perfil para cada dia. Na sequência, os perfis de carga são classificados em grupos (*clusters*), de tal forma que os perfis em cada grupo sejam semelhantes entre si e, concomitantemente, diferentes dos perfis nos demais grupos. As curvas horárias típicas correspondem aos perfis médios (centroides) ou medianos dos grupos.

A classificação poderia ser realizada por meio de algoritmos para análise de agrupamentos (PESSANHA et al, 2015), porém a data (dia e mês) de cada perfil de carga fornece a estrutura de classificação compatível com a finalidade do estudo, i.e., o cálculo das profundidades dos patamares de carga em cada mês. Adicionalmente, em função da tendência presente na série de carga os perfis de carga são normalizados pela demanda média do mês em que perfil de carga foi registrado.

Assim, para cada mês do ano foram determinados oito (8) curvas horárias típicas: sete (7) curvas para os dias da semana e em uma curva adicional para capturar o padrão de feriados e dias especiais em cada mês listados na Tabela 1.

A presença de dados discrepantes (*outliers*) e feriados podem afetar o cálculo do perfil médio em cada grupo. Uma solução consiste em retirar os feriados e perfis atípicos do cálculo do perfil médio. Contudo, uma estratégia mais simples e robusta toma como curvas típicas os perfis medianos em cada grupo, i.e., a coleção dos valores medianos da carga ao longo do dia. A seguir, nas Figuras 5 e 6 apresentam-se as curvas típicas (medianas marcada em azul) para os dias da semana no mês de janeiro no subsistema Sudeste. Os perfis em verde indicam o feriado no dia 1 de janeiro. Conforme indicado na Figura 5, o dia 1 janeiro ocorreu duas vezes um domingo, uma vez no ano de 2012 e a outra no final do histórico analisado em 2017. No mesmo período o dia 1 de janeiro não ocorreu no sábado e nem na segunda-feira. Os perfis ilustrados nas Figuras 5 e 6 evidenciam a diferença entre os perfis típicos (em azul) e os perfis dos feriados (em verde). Adicionalmente, observa-se alguns perfis (em cinza) bem diferentes dos perfis típicos, tais perfis correspondem ao dia 2 de janeiro em cada ano do período analisado. O mesmo procedimento descrito acima foi aplicado em todos os meses do ano e final foram obtidos $12 \times 8 = 96$ curvas típicas dispostas em uma planilha MS Excel. Para os meses sem feriados, por exemplo, o mês de Agosto, o perfil de feriado corresponde ao mesmo perfil de domingo. Os perfis típicos para todos os meses encontram-se ilustrados no apêndice e em todos eles observa-se nitidamente a diferenciação dos perfis típicos nos feriados nacionais em relação aos perfis nos demais dias da semana.

Tabela 1. Feriados Nacionais

Feriado	1 de janeiro
Carnaval	8 de fevereiro e 9 fevereiro (2016) 16 de fevereiro e 17 de fevereiro (2015) 20 de fevereiro e 21 de fevereiro (2012) 27 de fevereiro e 28 de fevereiro (2017) 11 de fevereiro e 12 de fevereiro (2013) 3 de março e 4 de março (2014)
Paixão de Cristo	25 de março (2015) 29 de março (2013) 3 de abril (2015) 6 de abril (2012) 14 de abril (2017) 18 de abril (2014)
Tiradentes	21 de abril
Dia do Trabalho	1 de maio
Corpus Christi	26 de maio (2016) 30 de maio (2013) 4 de junho (2015) 7 de junho (2012) 15 de junho (2017) 19 de junho (2014)
Independência do Brasil	7 de setembro
NS Aparecida	12 de outubro
Finados	2 de novembro
Proclamação da República	15 de novembro
Natal	25 de dezembro

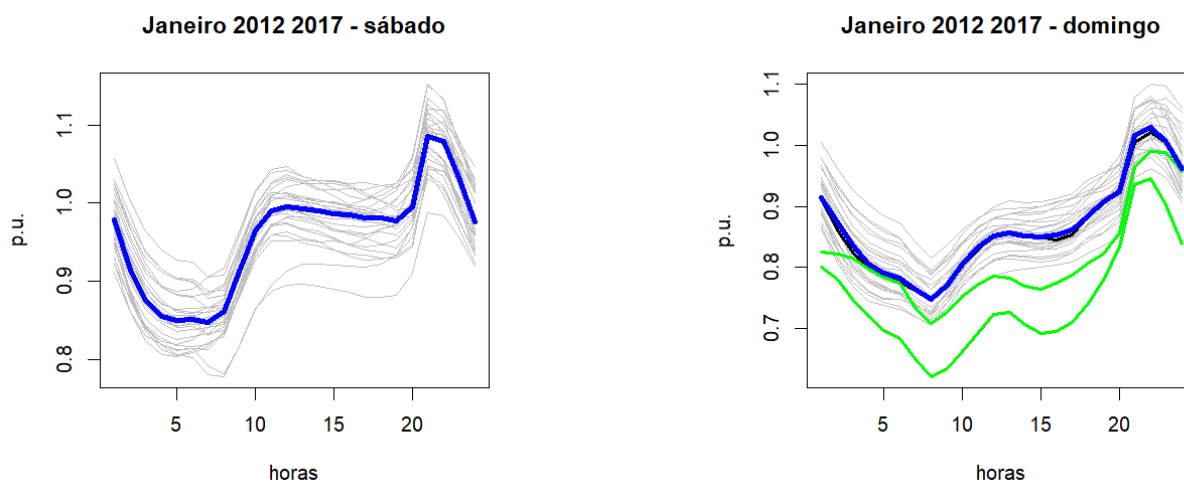


Figura 5. Curvas horárias típicas para o fim de semana e feriados em Janeiro

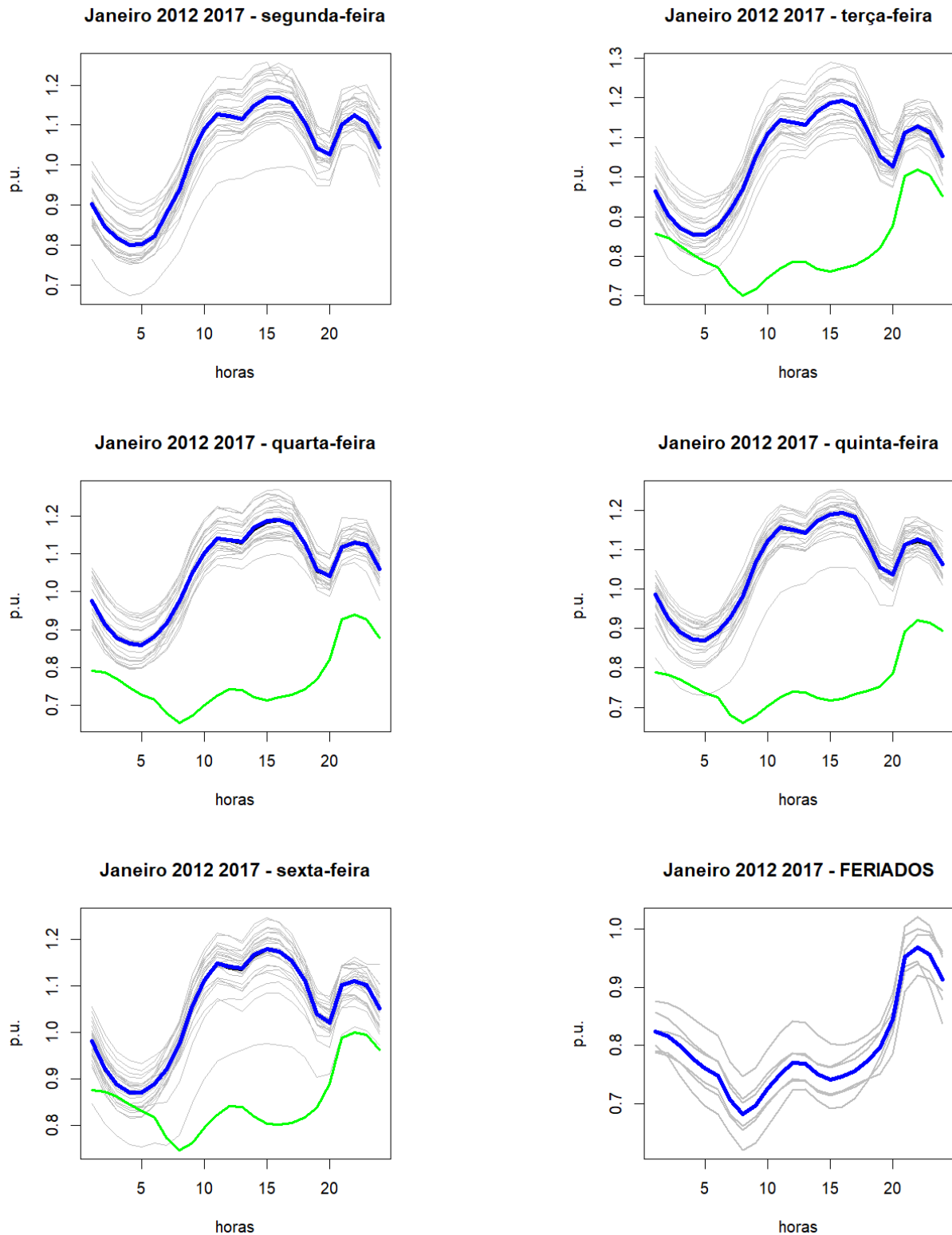


Figura 6. Curvas horárias típicas dos dias úteis e feriados em Janeiro

2.3 Cálculo das profundidades e durações dos patamares

Inicialmente, considere as seguintes estatísticas obtidas a partir do calendário para um mês M pertencente ao horizonte de estudo:

- $N_{1,M}$ = número de domingos sem feriados no mês M
- $N_{2,M}$ = número de segundas-feiras sem feriados no mês M
- $N_{3,M}$ = número de terças-feiras sem feriados no mês M
- $N_{4,M}$ = número de quartas-feiras sem feriados no mês M
- $N_{5,M}$ = número de quintas-feiras sem feriados no mês M
- $N_{6,M}$ = número de sextas-feiras sem feriados no mês M
- $N_{7,M}$ = número de sábados sem feriados no mês M
- $N_{8,M}$ = número de feriados no mês M (Tabela 1)
- $P_{1,h,M}$ = valor em p.u. na hora h, do perfil típico de domingo para o mês M
- $P_{2,h,M}$ = valor em p.u. na hora h, do perfil típico de segunda-feira para o mês M
- $P_{3,h,M}$ = valor em p.u. na hora h, do perfil típico de terça-feira para o mês M
- $P_{4,h,M}$ = valor em p.u. na hora h, do perfil típico de quarta-feira para o mês M
- $P_{5,h,M}$ = valor em p.u. na hora h, do perfil típico de quinta-feira para o mês M
- $P_{6,h,M}$ = valor em p.u. na hora h, do perfil típico de sexta-feira para o mês M
- $P_{7,h,M}$ = valor em p.u. na hora h, do perfil típico de sábado para o mês M
- $P_{8,h,M}$ = valor em p.u. na hora h, do perfil típico de feriado para o mês M
- $T_{p,verão}$ = 8 horas, duração do patamar pesado no verão
- $T_{m,u,verão}$ = 8 horas, duração do patamar médio em dia útil no verão
- $T_{m,f,verão}$ = 3 horas, duração do patamar médio em fim de semana/feriado no verão
- $T_{l,u,verão}$ = 8 horas, duração do patamar leve em dia útil no verão
- $T_{l,f,verão}$ = 21 horas, duração do patamar leve em fim de semana/feriado no verão
- $T_{p,i}$ = 10 horas, duração do patamar pesado no período intermediário
- $T_{m,u,i}$ = 6 horas, duração do patamar médio em dia útil no período intermediário
- $T_{m,f,i}$ = 4 horas, duração do patamar médio em fim de semana/feriado no período intermediário
- $T_{l,u,i}$ = 8 horas, duração do patamar leve em dia útil no período intermediário
- $T_{l,f,i}$ = 20 horas, duração do patamar leve em fim de semana/feriado no período intermediário
- $T_{p,inverno}$ = 12 horas, duração do patamar pesado no inverno
- $T_{m,u,inverno}$ = 5 horas, duração do patamar médio em dia útil no inverno
- $T_{m,f,inverno}$ = 4 horas, duração do patamar médio em fim de semana/feriado no inverno
- $T_{l,u,inverno}$ = 7 horas, duração do patamar leve em dia útil no inverno
- $T_{l,f,inverno}$ = 20 horas, duração do patamar leve em fim de semana/feriado no inverno

Naturalmente $N_1+N_2+N_3+N_4+N_5+N_6+N_7+N_8$ é igual ao total de dias do mês M.

As durações dos patamares são obtidas diretamente da Figura 1. Adicionalmente, neste trabalho a hora $h=1$ corresponde ao intervalo horário entre 00:00 h e 01:00 h, a hora $h=2$ corresponde ao intervalo entre 01:00 h e 02:00 h e assim sucessivamente até a hora $h=24$, relativa ao intervalo entre 23:00 h e 24:00 h.

Se o mês M pertence ao período de verão, i.e., se M corresponde aos meses novembro, dezembro, janeiro, fevereiro ou março, as profundidades dos patamares devem ser calculadas por meio das seguintes equações:

Profundidade do patamar pesado para o período de verão ($PU_{p,verão}$)

$$\frac{\sum_{d=2}^6 N_d \sum_{h=11}^{h=18} P_{h,d}}{T_{p,verão} \sum_{d=2}^6 N_d}$$

Profundidade do patamar médio para o período de verão (PU_{m,verão})

$$\frac{\sum_{d=2}^6 N_d (\sum_{h=9}^{h=10} P_{h,d} + \sum_{h=19}^{h=24} P_{h,d}) + \sum_{h=21}^{h=23} (N_1 P_{h,1} + N_7 P_{h,7} + N_8 P_{h,8})}{T_{m,u,verão} \sum_{d=2}^6 N_d + T_{m,f,verão} (N_1 + N_7 + N_8)}$$

Profundidade do patamar leve para o período de verão (PU_{l,verão})

$$\frac{\sum_{d=2}^6 N_d (\sum_{h=1}^{h=8} P_{h,d}) + \sum_{h=1}^{h=20} (N_1 P_{h,1} + N_7 P_{h,7} + N_8 P_{h,8}) + N_1 P_{24,1} + N_7 P_{24,7} + N_8 P_{h,8}}{T_{l,u,verão} \sum_{d=2}^6 N_d + T_{l,f,verão} (N_1 + N_7 + N_8)}$$

Já se o mês M pertence ao período intermediário, i.e., se M corresponde aos meses abril, setembro ou outubro, as profundidades dos patamares devem ser calculadas por meio das seguintes equações:

Profundidade do patamar pesado para o período intermediário (PU_{p,i})

$$\frac{\sum_{d=2}^6 N_d \sum_{h=11}^{h=20} P_{h,d}}{T_{p,i} \sum_{d=2}^6 N_d}$$

Profundidade do patamar médio para o período intermediário (PU_{m,i})

$$\frac{\sum_{d=2}^6 N_d (\sum_{h=9}^{h=10} P_{h,d} + \sum_{h=21}^{h=24} P_{h,d}) + \sum_{h=19}^{h=22} (N_1 P_{h,1} + N_7 P_{h,7} + N_8 P_{h,8})}{T_{m,u,i} \sum_{d=2}^6 N_d + T_{m,f,i} (N_1 + N_7 + N_8)}$$

Profundidade do patamar leve para o período intermediário (PU_{l,i})

$$\frac{\sum_{d=2}^6 N_d (\sum_{h=1}^{h=8} P_{h,d}) + \sum_{h=1}^{h=18} (N_1 P_{h,1} + N_7 P_{h,7} + N_8 P_{h,8}) + \sum_{h=23}^{h=24} (N_1 P_{h,1} + N_7 P_{h,7} + N_8 P_{h,8})}{T_{l,u,i} \sum_{d=2}^6 N_d + T_{l,f,i} (N_1 + N_7 + N_8)}$$

Por fim, se o mês M pertence ao período de inverno, i.e., se M corresponde aos meses de maio, junho, julho ou agosto, as profundidades dos patamares devem ser calculadas por meio das seguintes equações:

Profundidade do patamar pesado para o período de inverno (PU_{p,inverno})

$$\frac{\sum_{d=2}^6 N_d \sum_{h=11}^{h=22} P_{h,d}}{T_{p,inverno} \sum_{d=2}^6 N_d}$$

Profundidade do patamar médio para o período de inverno (PU_{m,inverno})

$$\frac{\sum_{d=2}^6 N_d (\sum_{h=8}^{h=10} P_{h,d} + \sum_{h=23}^{h=24} P_{h,d}) + \sum_{h=19}^{h=22} (N_1 P_{h,1} + N_7 P_{h,7} + N_8 P_{h,8})}{T_{m,u,inverno} \sum_{d=2}^6 N_d + T_{m,f,inverno} (N_1 + N_7 + N_8)}$$

Profundidade do patamar leve para o período de inverno (PU_{l,inverno})

$$\frac{\sum_{d=2}^6 N_d (\sum_{h=1}^{h=7} P_{h,d}) + \sum_{h=1}^{h=18} (N_1 P_{h,1} + N_7 P_{h,7} + N_8 P_{h,8}) + \sum_{h=23}^{h=24} (N_1 P_{h,1} + N_7 P_{h,7} + N_8 P_{h,8})}{T_{l,u,inverno} \sum_{d=2}^6 N_d + T_{l,f,inverno} (N_1 + N_7 + N_8)}$$

Denotando o período do ano (verão, intermediário e inverno) por “*”, a duração total de cada patamar no mês M é calculada pelas seguintes equações:

$$\text{Duração do patamar pesado } D_p = T_{p,u,*} \sum_{d=2}^6 N_d$$

$$\text{Duração do patamar médio } D_m = T_{m,u,*} \sum_{d=2}^6 N_d + T_{m,f,*} (N_1 + N_7 + N_8)$$

$$\text{Duração do patamar leve } D_l = T_{l,u,*} \sum_{d=2}^6 N_d + T_{l,f,*} (N_1 + N_7 + N_8)$$

A soma das durações dos patamares ($D_p + D_m + D_l$) é igual ao total de horas do mês. Assim, a profundidade média dos patamares é dada por:

$$\bar{X} = \frac{PU_{p,*} D_p + PU_{m,*} D_m + PU_{l,*} D_l}{D_p + D_m + D_l}$$

A profundidade média deve ser igual a 1, i.e., a área sob as curvas de carga ao longo do mês é a mesma sob a representação em patamares. Caso a profundidade média não seja igual a 1, as profundidades dos patamares devem ser corrigidas conforme indicado a seguir:

$$PU_{p,*}^{corrigido} = \frac{PU_{p,*}}{\bar{X}}$$

$$PU_{m,*}^{corrigido} = \frac{PU_{m,*}}{\bar{X}}$$

$$PU_{l,*}^{corrigido} = \frac{PU_{l,*}}{\bar{X}}$$

Para ilustrar o cálculo das profundidades dos patamares considere o mês M como sendo janeiro de 2019. A partir do calendário obtém-se a distribuição de frequência dos dias da semana na Tabela 2.

Tabela 2. Distribuição de frequência dos dias da semana e feriados em janeiro de 2019

Dia da semana	Frequência (dias)
Domingo	4
Segunda-feira	4
Terça-feira	4
Quarta-feira	5
Quinta-feira	5
Sexta-feira	4
Sábado	4
Feriados	1
Total	31

Os perfis típicos para janeiro no subsistema Sudeste, obtidos a partir da série histórica, são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Perfis típicos para janeiro no subsistema Sudeste

Intervalo	Hora	Domingo	Segunda-feira	Terça-feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira	Sábado	Feriados
0:00 - 1:00	1	0.9117	0.9036	0.9629	0.9735	0.9834	0.9805	0.9788	0.8233
1:00 - 2:00	2	0.8605	0.8470	0.9022	0.9111	0.9238	0.9197	0.9143	0.8150
2:00 - 3:00	3	0.8245	0.8182	0.8697	0.8784	0.8905	0.8869	0.8761	0.7986
3:00 - 4:00	4	0.7972	0.8009	0.8533	0.8614	0.8717	0.8700	0.8550	0.7773
4:00 - 5:00	5	0.7841	0.8015	0.8533	0.8597	0.8680	0.8697	0.8497	0.7605
5:00 - 6:00	6	0.7758	0.8230	0.8737	0.8800	0.8930	0.8882	0.8510	0.7477
6:00 - 7:00	7	0.7631	0.8804	0.9140	0.9155	0.9236	0.9198	0.8478	0.7072
7:00 - 8:00	8	0.7456	0.9385	0.9700	0.9722	0.9797	0.9726	0.8616	0.6825
8:00 - 9:00	9	0.7708	1.0282	1.0515	1.0488	1.0661	1.0545	0.9161	0.6982
9:00 - 10:00	10	0.8021	1.0901	1.1097	1.1015	1.1223	1.1102	0.9641	0.7259
10:00 - 11:00	11	0.8300	1.1273	1.1429	1.1385	1.1547	1.1489	0.9896	0.7516
11:00 - 12:00	12	0.8510	1.1237	1.1366	1.1336	1.1501	1.1386	0.9952	0.7700
12:00 - 13:00	13	0.8558	1.1149	1.1320	1.1269	1.1405	1.1349	0.9931	0.7684
13:00 - 14:00	14	0.8511	1.1497	1.1655	1.1642	1.1723	1.1635	0.9898	0.7511
14:00 - 15:00	15	0.8493	1.1685	1.1869	1.1829	1.1897	1.1782	0.9869	0.7419
15:00 - 16:00	16	0.8452	1.1687	1.1936	1.1878	1.1927	1.1737	0.9847	0.7470
16:00 - 17:00	17	0.8535	1.1549	1.1768	1.1757	1.1829	1.1535	0.9816	0.7570
17:00 - 18:00	18	0.8846	1.1071	1.1160	1.1255	1.1175	1.1122	0.9806	0.7743
18:00 - 19:00	19	0.9074	1.0428	1.0528	1.0541	1.0540	1.0392	0.9768	0.7965
19:00 - 20:00	20	0.9229	1.0273	1.0268	1.0403	1.0360	1.0205	0.9954	0.8440
20:00 - 21:00	21	1.0049	1.1009	1.1114	1.1173	1.1117	1.1021	1.0849	0.9520
21:00 - 22:00	22	1.0214	1.1243	1.1278	1.1301	1.1207	1.1102	1.0788	0.9688
22:00 - 23:00	23	1.0041	1.1042	1.1106	1.1229	1.1117	1.0978	1.0323	0.9554
23:00 - 24:00	24	0.9613	1.0457	1.0510	1.0595	1.0616	1.0505	0.9756	0.9137
soma leve		17.6475	6.8130	7.1990	7.2517	7.3337	7.3075	19.7639	16.1518
soma médio		3.0304	8.5634	8.6416	8.6745	8.6841	8.5851	3.1959	2.8762
soma pesado		0	9.1147	9.2503	9.2350	9.3005	9.2035	0	0
Frequência		4	4	4	5	5	4	4	1
duração leve		21	8	8	8	8	8	21	21
duração média		3	8	8	8	8	8	3	3
duração pesada		0	8	8	8	8	8	0	0

A partir das estatísticas apresentadas na Tabela 2 as profundidades dos patamares são dadas por:

Profundidade do patamar pesado

$$\frac{4 \times 9,1147 + 4 \times 9,2503 + 5 \times 9,2350 + 5 \times 9,3005 + 4 \times 9,2035}{4 \times 8 + 4 \times 8 + 5 \times 8 + 5 \times 8 + 4 \times 8} = 1,1531$$

Profundidade do patamar médio

$$\frac{4 \times 3,0304 + 4 \times 8,5634 + 4 \times 8,6416 + 5 \times 8,6745 + 5 \times 8,6841 + 4 \times 8,5851 + 4 \times 3,1959 + 1 \times 2,8762}{4 \times 3 + 4 \times 8 + 4 \times 8 + 5 \times 8 + 5 \times 8 + 4 \times 8 + 4 \times 3 + 1 \times 3} = 1,0726$$

Profundidade do patamar leve

$$\frac{4 \times 17,6475 + 4 \times 6,8130 + 4 \times 7,1990 + 5 \times 7,2517 + 5 \times 7,3337 + 4 \times 7,3075 + 4 \times 19,7639 + 1 \times 16,1518}{4 \times 21 + 4 \times 8 + 4 \times 8 + 5 \times 8 + 5 \times 8 + 4 \times 8 + 4 \times 21 + 1 \times 21} = 0,8833$$

As durações dos patamares ao longo do mês correspondem aos denominadores das frações acima:

- Duração do patamar pesado = $4 \times 8 + 4 \times 8 + 5 \times 8 + 5 \times 8 + 4 \times 8 = 176$
- Duração do patamar médio = $4 \times 3 + 4 \times 8 + 4 \times 8 + 5 \times 8 + 5 \times 8 + 4 \times 8 + 4 \times 3 + 1 \times 3 = 203$
- Duração do patamar leve = $4 \times 21 + 4 \times 8 + 4 \times 8 + 5 \times 8 + 5 \times 8 + 4 \times 8 + 4 \times 21 + 1 \times 21 = 365$

Logo, a média ponderada das profundidades é dada por:

$$\frac{365 \times 0,8833 + 203 \times 1,0726 + 176 \times 1,1531}{365 + 203 + 176} = 1,0009$$

A média unitária é alcançada pelas seguintes profundidades corrigidas:

- Profundidade do patamar pesado = $1,1531/1,0009 = 1,1521$
- Profundidade do patamar médio = $1,0726/1,0009 = 1,0716$
- Profundidade do patamar leve = $0,8877/1,0009 = 0,8869$

Os resultados para janeiro podem ser organizados na Tabela 4 contendo as profundidades e durações dos patamares de carga.

Tabela 4. Profundidades e durações dos patamares de carga em janeiro de 2019

Patamar	Profundidade (p.u. da demanda média mensal)	Duração (horas)	Duração (p.u. da duração do mês)
Pesado	1,1521	176	0,2366
Médio	1,0716	203	0,2728
Leve	0,8869	365	0,4906

2.4 Profundidade dos patamares de janeiro de 2019 até dezembro de 2023

A seguir, as profundidades e durações mensais dos patamares de carga, para o quatro subsistemas, são apresentadas nas Tabelas 5, 6, 7 e 8 para o período de janeiro de 2019 até dezembro de 2023. Os resultados foram obtidos a partir dos perfis típicos ilustrados no apêndice deste relatório e tomaram como referência a lista de feriados nacionais na Tabela 1 e a contagem dos dias da semana (efeito calendário).

Tabela 5. Profundidades e durações dos patamares de carga para o subsistema Sudeste

Data	Profundidade			Duração		
	Leve	Médio	Pesado	Leve	Médio	Pesado
2019-1	0.8869	1.0716	1.1521	0.4906	0.2728	0.2366
2019-2	0.8901	1.0659	1.1495	0.4881	0.2738	0.2381
2019-3	0.8922	1.0959	1.1678	0.5430	0.2527	0.2043
2019-4	0.8704	1.0805	1.1527	0.4833	0.2250	0.2917
2019-5	0.8527	1.0531	1.1570	0.4489	0.1962	0.3548
2019-6	0.8639	1.0696	1.1683	0.4903	0.1931	0.3167
2019-7	0.8442	1.0499	1.1546	0.4315	0.1976	0.3710
2019-8	0.8543	1.0564	1.1531	0.4489	0.1962	0.3548
2019-9	0.8563	1.0945	1.1653	0.4833	0.2250	0.2917
2019-10	0.8644	1.0789	1.1446	0.4624	0.2285	0.3091
2019-11	0.8827	1.0890	1.1654	0.5139	0.2639	0.2222
2019-12	0.8887	1.0842	1.1512	0.5081	0.2661	0.2258
2020-1	0.8871	1.0712	1.1520	0.4906	0.2728	0.2366
2020-2	0.9010	1.0762	1.1641	0.5388	0.2543	0.2069
2020-3	0.8782	1.0866	1.1527	0.4906	0.2728	0.2366
2020-4	0.8734	1.0852	1.1598	0.5000	0.2222	0.2778
2020-5	0.8623	1.0648	1.1677	0.4839	0.1935	0.3226
2020-6	0.8537	1.0566	1.1582	0.4542	0.1958	0.3500
2020-7	0.8449	1.0499	1.1538	0.4315	0.1976	0.3710
2020-8	0.8565	1.0632	1.1612	0.4664	0.1949	0.3387
2020-9	0.8610	1.0910	1.1601	0.4833	0.2250	0.2917
2020-10	0.8760	1.0835	1.1513	0.4946	0.2231	0.2823
2020-11	0.8827	1.0890	1.1654	0.5139	0.2639	0.2222
2020-12	0.8856	1.0792	1.1459	0.4906	0.2728	0.2366
2021-1	0.8944	1.0794	1.1622	0.5255	0.2594	0.2151
2021-2	0.8970	1.0751	1.1625	0.5268	0.2589	0.2143
2021-3	0.8756	1.0819	1.1454	0.4731	0.2796	0.2473
2021-4	0.8738	1.0849	1.1591	0.5000	0.2222	0.2778
2021-5	0.8552	1.0599	1.1650	0.4664	0.1949	0.3387
2021-6	0.8542	1.0564	1.1576	0.4542	0.1958	0.3500
2021-7	0.8517	1.0554	1.1570	0.4489	0.1962	0.3548
2021-8	0.8498	1.0578	1.1580	0.4489	0.1962	0.3548
2021-9	0.8602	1.0918	1.1609	0.4833	0.2250	0.2917
2021-10	0.8783	1.0884	1.1588	0.5108	0.2204	0.2688
2021-11	0.8827	1.0890	1.1654	0.5139	0.2639	0.2222
2021-12	0.8811	1.0760	1.1416	0.4731	0.2796	0.2473
2022-1	0.8888	1.0772	1.1592	0.5081	0.2661	0.2258
2022-2	0.8936	1.0703	1.1559	0.5074	0.2664	0.2262
2022-3	0.8795	1.0858	1.1511	0.4906	0.2728	0.2366
2022-4	0.8787	1.0889	1.1635	0.5167	0.2194	0.2639
2022-5	0.8519	1.0531	1.1580	0.4489	0.1962	0.3548
2022-6	0.8545	1.0563	1.1574	0.4542	0.1958	0.3500
2022-7	0.8546	1.0625	1.1642	0.4664	0.1949	0.3387
2022-8	0.8468	1.0510	1.1510	0.4315	0.1976	0.3710
2022-9	0.8606	1.0916	1.1603	0.4833	0.2250	0.2917
2022-10	0.8783	1.0889	1.1583	0.5108	0.2204	0.2688
2022-11	0.8827	1.0890	1.1654	0.5139	0.2639	0.2222
2022-12	0.8893	1.0764	1.1414	0.4906	0.2728	0.2366
2023-1	0.8864	1.0721	1.1525	0.4906	0.2728	0.2366
2023-2	0.8970	1.0751	1.1625	0.5268	0.2589	0.2143
2023-3	0.8764	1.0813	1.1445	0.4731	0.2796	0.2473
2023-4	0.8815	1.0943	1.1711	0.5333	0.2167	0.2500
2023-5	0.8526	1.0528	1.1573	0.4489	0.1962	0.3548
2023-6	0.8548	1.0565	1.1568	0.4542	0.1958	0.3500
2023-7	0.8539	1.0625	1.1652	0.4664	0.1949	0.3387
2023-8	0.8476	1.0509	1.1502	0.4315	0.1976	0.3710
2023-9	0.8665	1.0953	1.1641	0.5000	0.2222	0.2778
2023-10	0.8728	1.0863	1.1548	0.4946	0.2231	0.2823
2023-11	0.8827	1.0890	1.1654	0.5139	0.2639	0.2222
2023-12	0.8949	1.0857	1.1535	0.5255	0.2594	0.2151

Tabela 6. Profundidades e durações dos patamares de carga para o subsistema Sul

Data	Profundidade			Duração		
	Leve	Médio	Pesado	Leve	Médio	Pesado
2019-1	0.8548	1.0658	1.2252	0.4906	0.2728	0.2366
2019-2	0.8609	1.0616	1.2144	0.4881	0.2738	0.2381
2019-3	0.8601	1.1021	1.2456	0.5430	0.2527	0.2043
2019-4	0.8334	1.0873	1.2087	0.4833	0.2250	0.2917
2019-5	0.8089	1.0807	1.1971	0.4489	0.1962	0.3548
2019-6	0.8176	1.1031	1.2195	0.4903	0.1931	0.3167
2019-7	0.7968	1.0819	1.1928	0.4315	0.1976	0.3710
2019-8	0.8108	1.0831	1.1934	0.4489	0.1962	0.3548
2019-9	0.8218	1.1099	1.2105	0.4833	0.2250	0.2917
2019-10	0.8226	1.0943	1.1956	0.4624	0.2285	0.3091
2019-11	0.8422	1.1038	1.2416	0.5139	0.2639	0.2222
2019-12	0.8584	1.0872	1.2159	0.5081	0.2661	0.2258
2020-1	0.8550	1.0655	1.2251	0.4906	0.2728	0.2366
2020-2	0.8801	1.0687	1.2278	0.5388	0.2543	0.2069
2020-3	0.8406	1.0916	1.2249	0.4906	0.2728	0.2366
2020-4	0.8361	1.0933	1.2204	0.5000	0.2222	0.2778
2020-5	0.8195	1.0928	1.2151	0.4839	0.1935	0.3226
2020-6	0.8051	1.0900	1.2025	0.4542	0.1958	0.3500
2020-7	0.7980	1.0818	1.1914	0.4315	0.1976	0.3710
2020-8	0.8124	1.0914	1.2057	0.4664	0.1949	0.3387
2020-9	0.8278	1.1056	1.2039	0.4833	0.2250	0.2917
2020-10	0.8372	1.0995	1.2066	0.4946	0.2231	0.2823
2020-11	0.8422	1.1038	1.2416	0.5139	0.2639	0.2222
2020-12	0.8563	1.0791	1.2068	0.4906	0.2728	0.2366
2021-1	0.8625	1.0773	1.2427	0.5255	0.2594	0.2151
2021-2	0.8755	1.0673	1.2247	0.5268	0.2589	0.2143
2021-3	0.8386	1.0840	1.2139	0.4731	0.2796	0.2473
2021-4	0.8365	1.0934	1.2196	0.5000	0.2222	0.2778
2021-5	0.8106	1.0885	1.2099	0.4664	0.1949	0.3387
2021-6	0.8060	1.0897	1.2015	0.4542	0.1958	0.3500
2021-7	0.8062	1.0866	1.1973	0.4489	0.1962	0.3548
2021-8	0.8041	1.0866	1.1999	0.4489	0.1962	0.3548
2021-9	0.8273	1.1064	1.2042	0.4833	0.2250	0.2917
2021-10	0.8391	1.1063	1.2186	0.5108	0.2204	0.2688
2021-11	0.8422	1.1038	1.2416	0.5139	0.2639	0.2222
2021-12	0.8504	1.0756	1.2007	0.4731	0.2796	0.2473
2022-1	0.8554	1.0746	1.2374	0.5081	0.2661	0.2258
2022-2	0.8687	1.0642	1.2190	0.5074	0.2664	0.2262
2022-3	0.8447	1.0880	1.2207	0.4906	0.2728	0.2366
2022-4	0.8427	1.0984	1.2262	0.5167	0.2194	0.2639
2022-5	0.8078	1.0808	1.1985	0.4489	0.1962	0.3548
2022-6	0.8063	1.0898	1.2012	0.4542	0.1958	0.3500
2022-7	0.8088	1.0947	1.2088	0.4664	0.1949	0.3387
2022-8	0.8017	1.0790	1.1886	0.4315	0.1976	0.3710
2022-9	0.8274	1.1058	1.2044	0.4833	0.2250	0.2917
2022-10	0.8383	1.1078	1.2189	0.5108	0.2204	0.2688
2022-11	0.8422	1.1038	1.2416	0.5139	0.2639	0.2222
2022-12	0.8612	1.0753	1.2009	0.4906	0.2728	0.2366
2023-1	0.8536	1.0670	1.2264	0.4906	0.2728	0.2366
2023-2	0.8755	1.0673	1.2247	0.5268	0.2589	0.2143
2023-3	0.8400	1.0833	1.2120	0.4731	0.2796	0.2473
2023-4	0.8449	1.1059	1.2392	0.5333	0.2167	0.2500
2023-5	0.8086	1.0806	1.1976	0.4489	0.1962	0.3548
2023-6	0.8067	1.0897	1.2007	0.4542	0.1958	0.3500
2023-7	0.8078	1.0950	1.2101	0.4664	0.1949	0.3387
2023-8	0.8026	1.0785	1.1877	0.4315	0.1976	0.3710
2023-9	0.8343	1.1098	1.2104	0.5000	0.2222	0.2778
2023-10	0.8312	1.1046	1.2131	0.4946	0.2231	0.2823
2023-11	0.8422	1.1038	1.2416	0.5139	0.2639	0.2222
2023-12	0.8661	1.0885	1.2205	0.5255	0.2594	0.2151

Tabela 7. Profundidades e durações dos patamares de carga para o subsistema Nordeste

Data	Profundidade			Duração		
	Leve	Médio	Pesado	Leve	Médio	Pesado
2019-1	0.9195	1.0460	1.1138	0.4906	0.2728	0.2366
2019-2	0.9201	1.0480	1.1085	0.4881	0.2738	0.2381
2019-3	0.9241	1.0736	1.1107	0.5430	0.2527	0.2043
2019-4	0.9090	1.0661	1.0998	0.4833	0.2250	0.2917
2019-5	0.9048	1.0425	1.0970	0.4489	0.1962	0.3548
2019-6	0.9133	1.0541	1.1012	0.4903	0.1931	0.3167
2019-7	0.9026	1.0416	1.0911	0.4315	0.1976	0.3710
2019-8	0.9025	1.0463	1.0978	0.4489	0.1962	0.3548
2019-9	0.9045	1.0674	1.1063	0.4833	0.2250	0.2917
2019-10	0.9066	1.0530	1.1005	0.4624	0.2285	0.3091
2019-11	0.9179	1.0552	1.1244	0.5139	0.2639	0.2222
2019-12	0.9208	1.0553	1.1130	0.5081	0.2661	0.2258
2020-1	0.9197	1.0461	1.1135	0.4906	0.2728	0.2366
2020-2	0.9262	1.0579	1.1210	0.5388	0.2543	0.2069
2020-3	0.9162	1.0646	1.0991	0.4906	0.2728	0.2366
2020-4	0.9113	1.0694	1.1041	0.5000	0.2222	0.2778
2020-5	0.9106	1.0505	1.1038	0.4839	0.1935	0.3226
2020-6	0.9072	1.0451	1.0952	0.4542	0.1958	0.3500
2020-7	0.9030	1.0416	1.0906	0.4315	0.1976	0.3710
2020-8	0.9035	1.0517	1.1031	0.4664	0.1949	0.3387
2020-9	0.9076	1.0653	1.1028	0.4833	0.2250	0.2917
2020-10	0.9145	1.0581	1.1039	0.4946	0.2231	0.2823
2020-11	0.9179	1.0552	1.1244	0.5139	0.2639	0.2222
2020-12	0.9194	1.0510	1.1083	0.4906	0.2728	0.2366
2021-1	0.9245	1.0531	1.1205	0.5255	0.2594	0.2151
2021-2	0.9231	1.0567	1.1204	0.5268	0.2589	0.2143
2021-3	0.9146	1.0609	1.0946	0.4731	0.2796	0.2473
2021-4	0.9117	1.0694	1.1034	0.5000	0.2222	0.2778
2021-5	0.9061	1.0471	1.1022	0.4664	0.1949	0.3387
2021-6	0.9076	1.0450	1.0947	0.4542	0.1958	0.3500
2021-7	0.9072	1.0455	1.0922	0.4489	0.1962	0.3548
2021-8	0.8991	1.0478	1.1013	0.4489	0.1962	0.3548
2021-9	0.9074	1.0654	1.1031	0.4833	0.2250	0.2917
2021-10	0.9162	1.0620	1.1084	0.5108	0.2204	0.2688
2021-11	0.9179	1.0552	1.1244	0.5139	0.2639	0.2222
2021-12	0.9164	1.0479	1.1057	0.4731	0.2796	0.2473
2022-1	0.9204	1.0507	1.1193	0.5081	0.2661	0.2258
2022-2	0.9217	1.0523	1.1142	0.5074	0.2664	0.2262
2022-3	0.9162	1.0645	1.0993	0.4906	0.2728	0.2366
2022-4	0.9151	1.0722	1.1062	0.5167	0.2194	0.2639
2022-5	0.9042	1.0426	1.0976	0.4489	0.1962	0.3548
2022-6	0.9079	1.0449	1.0944	0.4542	0.1958	0.3500
2022-7	0.9087	1.0505	1.0967	0.4664	0.1949	0.3387
2022-8	0.8976	1.0428	1.0963	0.4315	0.1976	0.3710
2022-9	0.9073	1.0653	1.1032	0.4833	0.2250	0.2917
2022-10	0.9158	1.0624	1.1088	0.5108	0.2204	0.2688
2022-11	0.9179	1.0552	1.1244	0.5139	0.2639	0.2222
2022-12	0.9221	1.0488	1.1053	0.4906	0.2728	0.2366
2023-1	0.9190	1.0463	1.1146	0.4906	0.2728	0.2366
2023-2	0.9231	1.0567	1.1204	0.5268	0.2589	0.2143
2023-3	0.9150	1.0606	1.0942	0.4731	0.2796	0.2473
2023-4	0.9168	1.0762	1.1115	0.5333	0.2167	0.2500
2023-5	0.9045	1.0425	1.0973	0.4489	0.1962	0.3548
2023-6	0.9079	1.0450	1.0943	0.4542	0.1958	0.3500
2023-7	0.9083	1.0505	1.0972	0.4664	0.1949	0.3387
2023-8	0.8981	1.0425	1.0959	0.4315	0.1976	0.3710
2023-9	0.9113	1.0683	1.1051	0.5000	0.2222	0.2778
2023-10	0.9121	1.0595	1.1071	0.4946	0.2231	0.2823
2023-11	0.9179	1.0552	1.1244	0.5139	0.2639	0.2222
2023-12	0.9254	1.0569	1.1136	0.5255	0.2594	0.2151

Tabela 8. Profundidades e durações dos patamares de carga para o subsistema Norte

Data	Profundidade			Duração		
	Leve	Médio	Pesado	Leve	Médio	Pesado
2019-1	0.9601	1.0302	1.0479	0.4906	0.2728	0.2366
2019-2	0.9590	1.0329	1.0462	0.4881	0.2738	0.2381
2019-3	0.9569	1.0510	1.0514	0.5430	0.2527	0.2043
2019-4	0.9483	1.0432	1.0523	0.4833	0.2250	0.2917
2019-5	0.9461	1.0155	1.0596	0.4489	0.1962	0.3548
2019-6	0.9515	1.0181	1.0640	0.4903	0.1931	0.3167
2019-7	0.9540	1.0076	1.0495	0.4315	0.1976	0.3710
2019-8	0.9498	1.0100	1.0580	0.4489	0.1962	0.3548
2019-9	0.9437	1.0442	1.0591	0.4833	0.2250	0.2917
2019-10	0.9507	1.0339	1.0487	0.4624	0.2285	0.3091
2019-11	0.9597	1.0330	1.0538	0.5139	0.2639	0.2222
2019-12	0.9647	1.0310	1.0429	0.5081	0.2661	0.2258
2020-1	0.9602	1.0301	1.0477	0.4906	0.2728	0.2366
2020-2	0.9614	1.0392	1.0523	0.5388	0.2543	0.2069
2020-3	0.9526	1.0451	1.0463	0.4906	0.2728	0.2366
2020-4	0.9494	1.0452	1.0549	0.5000	0.2222	0.2778
2020-5	0.9483	1.0217	1.0645	0.4839	0.1935	0.3226
2020-6	0.9489	1.0121	1.0596	0.4542	0.1958	0.3500
2020-7	0.9545	1.0076	1.0489	0.4315	0.1976	0.3710
2020-8	0.9496	1.0133	1.0617	0.4664	0.1949	0.3387
2020-9	0.9455	1.0429	1.0573	0.4833	0.2250	0.2917
2020-10	0.9545	1.0359	1.0513	0.4946	0.2231	0.2823
2020-11	0.9597	1.0330	1.0538	0.5139	0.2639	0.2222
2020-12	0.9654	1.0277	1.0398	0.4906	0.2728	0.2366
2021-1	0.9614	1.0350	1.0522	0.5255	0.2594	0.2151
2021-2	0.9601	1.0383	1.0519	0.5268	0.2589	0.2143
2021-3	0.9523	1.0425	1.0432	0.4731	0.2796	0.2473
2021-4	0.9498	1.0451	1.0542	0.5000	0.2222	0.2778
2021-5	0.9459	1.0192	1.0635	0.4664	0.1949	0.3387
2021-6	0.9492	1.0119	1.0592	0.4542	0.1958	0.3500
2021-7	0.9558	1.0101	1.0503	0.4489	0.1962	0.3548
2021-8	0.9479	1.0107	1.0599	0.4489	0.1962	0.3548
2021-9	0.9452	1.0431	1.0575	0.4833	0.2250	0.2917
2021-10	0.9551	1.0380	1.0541	0.5108	0.2204	0.2688
2021-11	0.9597	1.0330	1.0538	0.5139	0.2639	0.2222
2021-12	0.9644	1.0258	1.0389	0.4731	0.2796	0.2473
2022-1	0.9597	1.0333	1.0514	0.5081	0.2661	0.2258
2022-2	0.9597	1.0355	1.0487	0.5074	0.2664	0.2262
2022-3	0.9532	1.0450	1.0452	0.4906	0.2728	0.2366
2022-4	0.9513	1.0469	1.0562	0.5167	0.2194	0.2639
2022-5	0.9456	1.0157	1.0602	0.4489	0.1962	0.3548
2022-6	0.9493	1.0118	1.0592	0.4542	0.1958	0.3500
2022-7	0.9556	1.0133	1.0535	0.4664	0.1949	0.3387
2022-8	0.9479	1.0076	1.0566	0.4315	0.1976	0.3710
2022-9	0.9458	1.0428	1.0568	0.4833	0.2250	0.2917
2022-10	0.9551	1.0381	1.0541	0.5108	0.2204	0.2688
2022-11	0.9597	1.0330	1.0538	0.5139	0.2639	0.2222
2022-12	0.9668	1.0265	1.0383	0.4906	0.2728	0.2366
2023-1	0.9597	1.0304	1.0485	0.4906	0.2728	0.2366
2023-2	0.9601	1.0383	1.0519	0.5268	0.2589	0.2143
2023-3	0.9526	1.0426	1.0426	0.4731	0.2796	0.2473
2023-4	0.9518	1.0495	1.0600	0.5333	0.2167	0.2500
2023-5	0.9460	1.0157	1.0596	0.4489	0.1962	0.3548
2023-6	0.9493	1.0118	1.0592	0.4542	0.1958	0.3500
2023-7	0.9552	1.0134	1.0540	0.4664	0.1949	0.3387
2023-8	0.9481	1.0073	1.0565	0.4315	0.1976	0.3710
2023-9	0.9476	1.0444	1.0587	0.5000	0.2222	0.2778
2023-10	0.9529	1.0371	1.0532	0.4946	0.2231	0.2823
2023-11	0.9597	1.0330	1.0538	0.5139	0.2639	0.2222
2023-12	0.9664	1.0320	1.0435	0.5255	0.2594	0.2151

3 ANÁLISE DOS FERIADOS ESTADUAIS

3.1 Introdução

Os feriados podem ser nacionais, estaduais ou municipais. Porém, conforme indicado na Tabela 1, somente os feriados nacionais são considerados no cálculo das profundidades dos patamares de carga. O presente capítulo apresenta uma análise exploratória dos perfis de carga nos feriados estaduais, um estudo realizado com o objetivo de avaliar se as curvas de carga nos feriados estaduais são diferentes dos perfis típicos.

3.2 Subsistema Norte

Os feriados estaduais nas Unidades da Federação que compõem o subsistema Norte são apresentados na Tabela 8. A seguir, nas Figuras 7 e 8, os perfis de carga são classificados por dia da semana, os feriados nacionais são marcados em azul e o feriados estaduais são marcados em preto. Conforme indicado nas Figuras 7 e 8, os perfis em preto (feriados estaduais) seguem o mesmo padrão expresso nas nuvens de perfis em cinza. Portanto, os feriados estaduais listados na Tabela 9 não exercem influência sobre o perfil de carga do subsistema.

Tabela 9. Feriados nos estados do Amapá, Pará, Tocantins, Maranhão e Amazonas

Data	UF	Descrição
18/3	TO	Autonomia do Estado
19/3	AP	São José
25/7	AP	São Tiago
28/7	MA	Adesão do Maranhão à independência do Brasil
15/8	PA	Adesão do Grão Pará à Independência do Brasil
5/9	AM	Província do Amazonas
8/9	TO	NS da Natividade
5/10	AP, TO	Criação do Estado
20/11	AP, AM	Consciência Negra
8/12	AM, MA	NS da Conceição

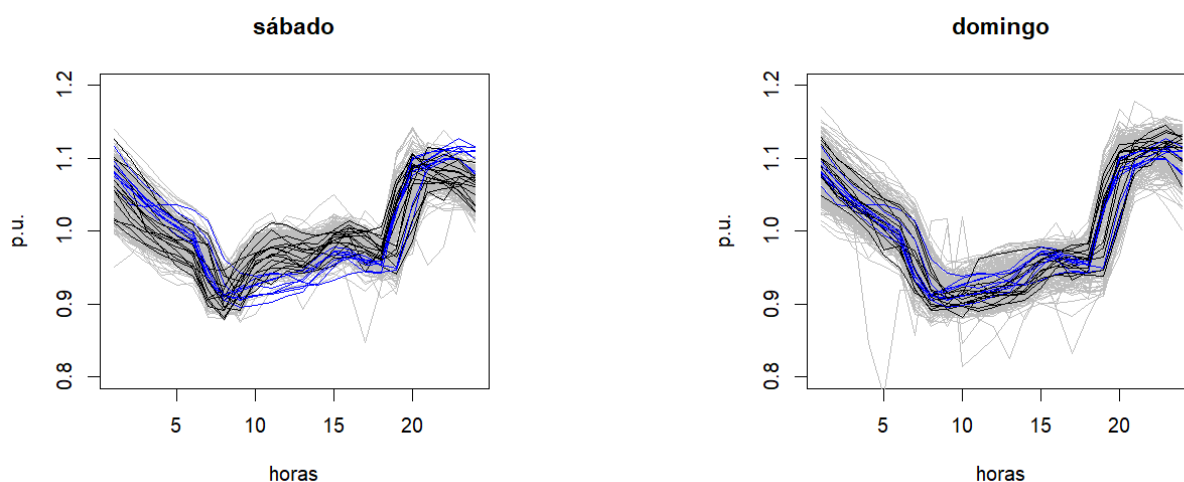


Figura 7. Perfis de carga no subsistema Norte no sábado e domingo

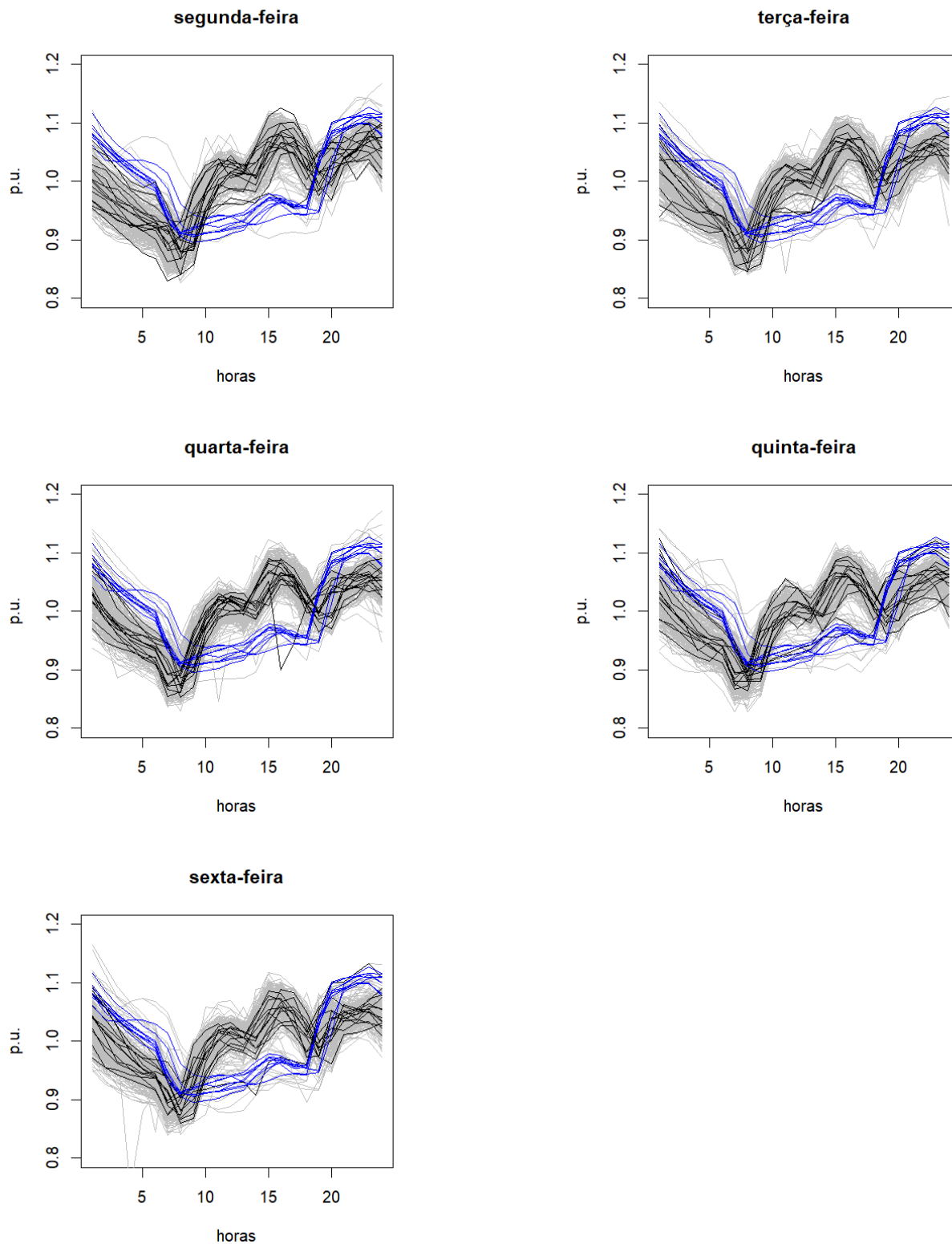


Figura 8. Perfis de carga no subsistema Norte nos dias úteis

3.3 Subsistema Nordeste

Os feriados estaduais nas Unidades da Federação que compõem o subsistema Nordeste são apresentados na Tabela 10. A seguir, nas Figuras 9 e 10, os perfis de carga são classificados por dia da semana, os feriados nacionais são marcados em azul e o feriados estaduais são marcados em preto. Conforme indicado nas Figuras 9 e 10, a maioria dos perfis em preto (feriados estaduais) seguem o mesmo padrão expresso nas nuvens de perfis em cinza. A única exceção é o feriado de São João no dia 24 de junho. Portanto, entre os feriados estaduais, apenas o feriado de São João pode ter algum efeito sobre o perfil de carga do subsistema Nordeste.

Tabela 10. Feriados nos estados da Região Nordeste com exceção do Maranhão

Data	UF	Descrição
6/3	PE	Data Magna
13/3	PI	Batalha do Jenipapo
19/3	CE	São José
25/3	CE	Data Magna
24/6	AL, PE	São João
29/6	AL, RN	São Pedro
2/7	BA	Independência da Bahia
8/7	SE	Emancipação do Estado
16/7	PE	NS do Carmo
26/7	PB	Homenagem à memória do ex-presidente João Pessoa
5/8	PB	Fundação do Estado
15/8	PA	Adesão do Grão Pará à Independência do Brasil
16/9	AL	Emancipação do Estado
3/10	RN	Mártires de Cunhaú e Uruaçu
19/10	PI	Dia do Piauí
20/11	AL	Consciência Negra
8/12	PE	NS da Conceição
15/12	CE	NS da Assunção

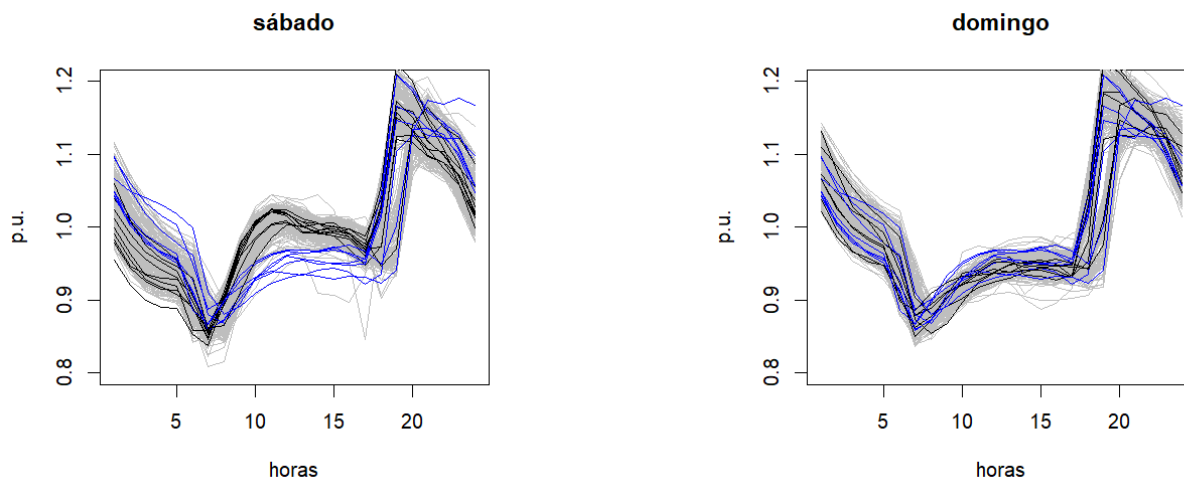


Figura 9. Perfis de carga no subsistema Nordeste no sábado e domingo

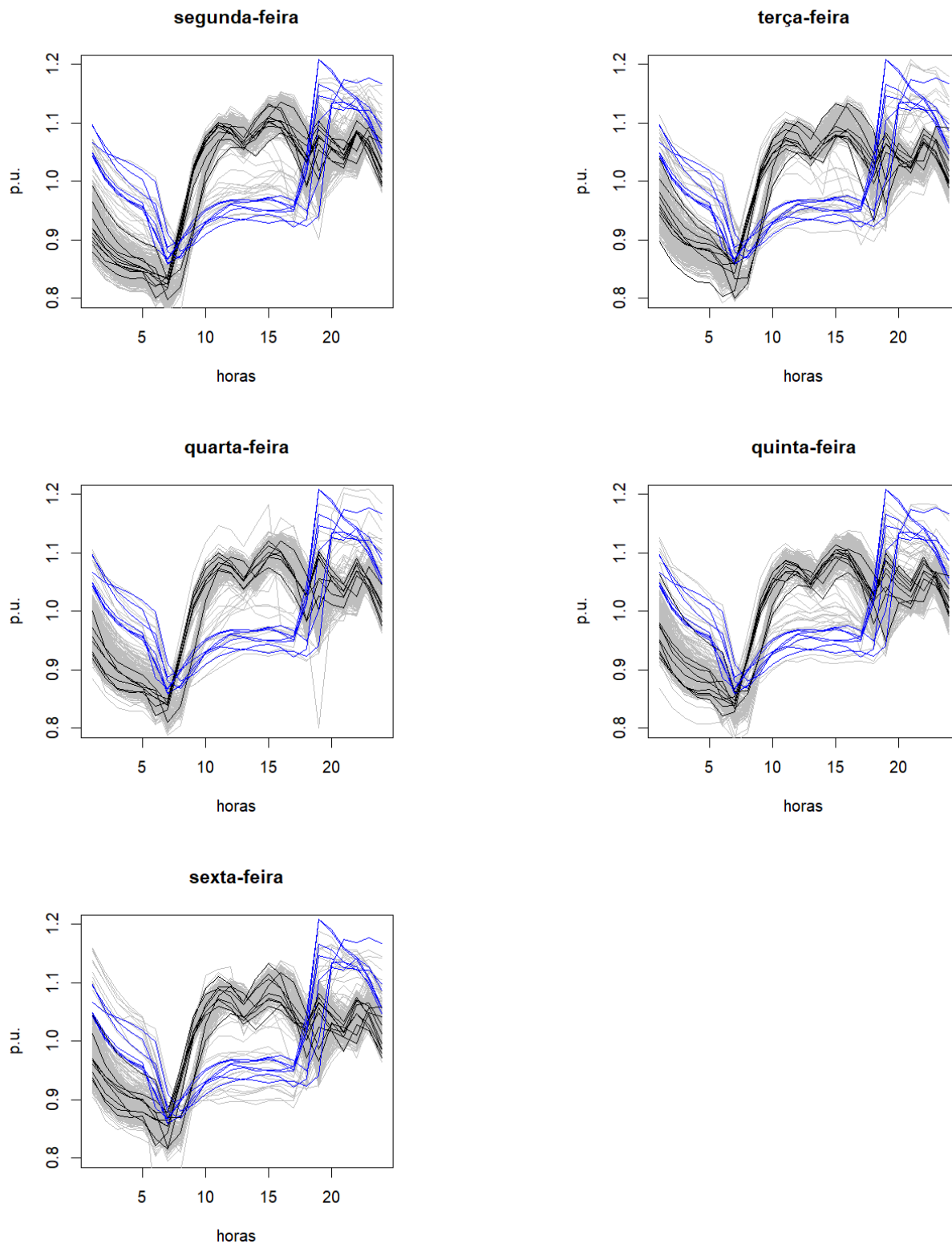


Figura 10. Perfis de carga no subsistema Nordeste nos dias úteis

Conforme ilustrado nas Figuras 11 e 12, o perfil de carga no dia de São João (perfil em preto) é bem semelhante ao perfil típico para o feriado no subsistema Nordeste (perfil em azul).

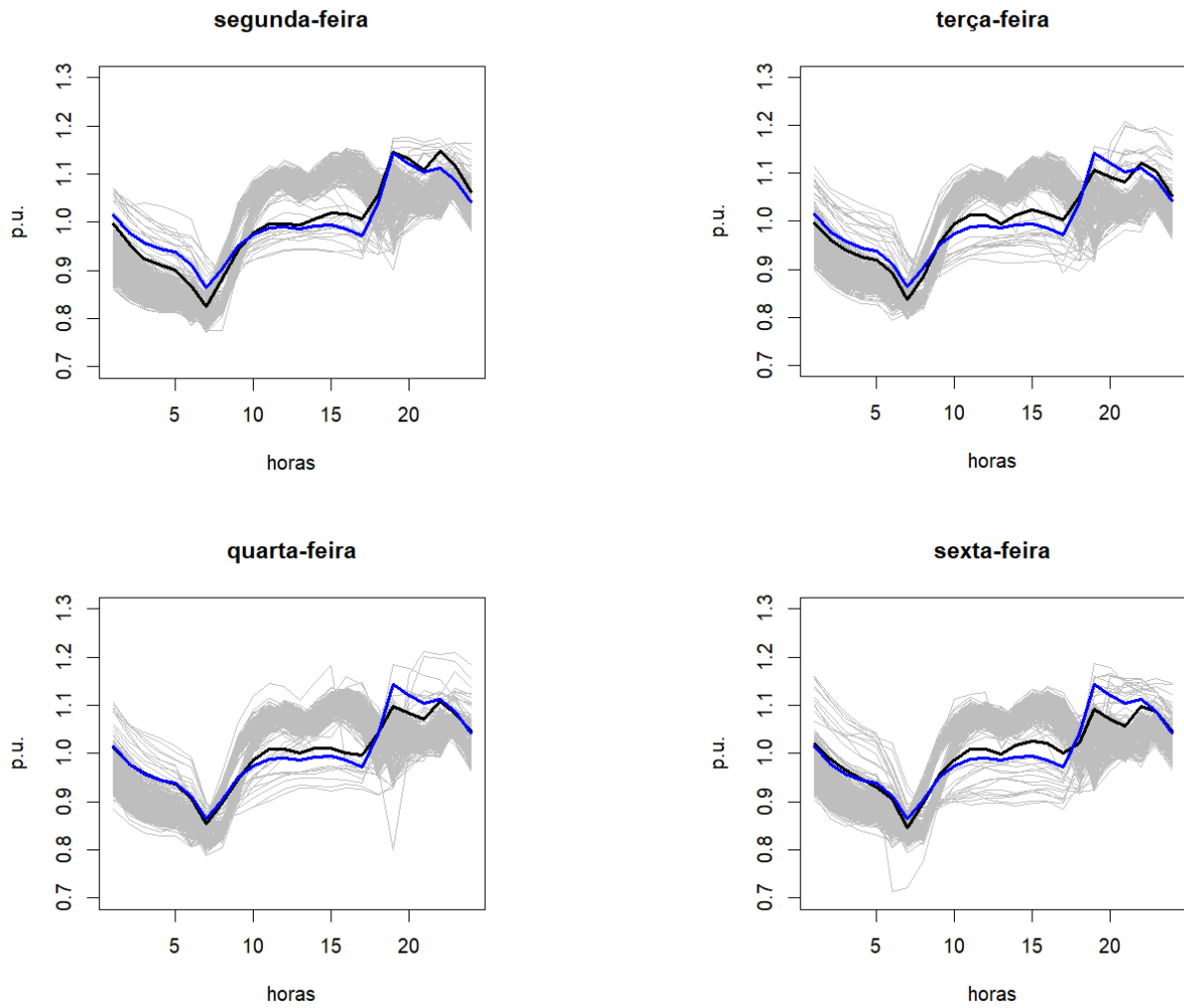


Figura 11. Perfis de carga no subsistema Nordeste nos dias úteis, perfil típico do feriado (em azul) e perfil do dia de São João (em preto)

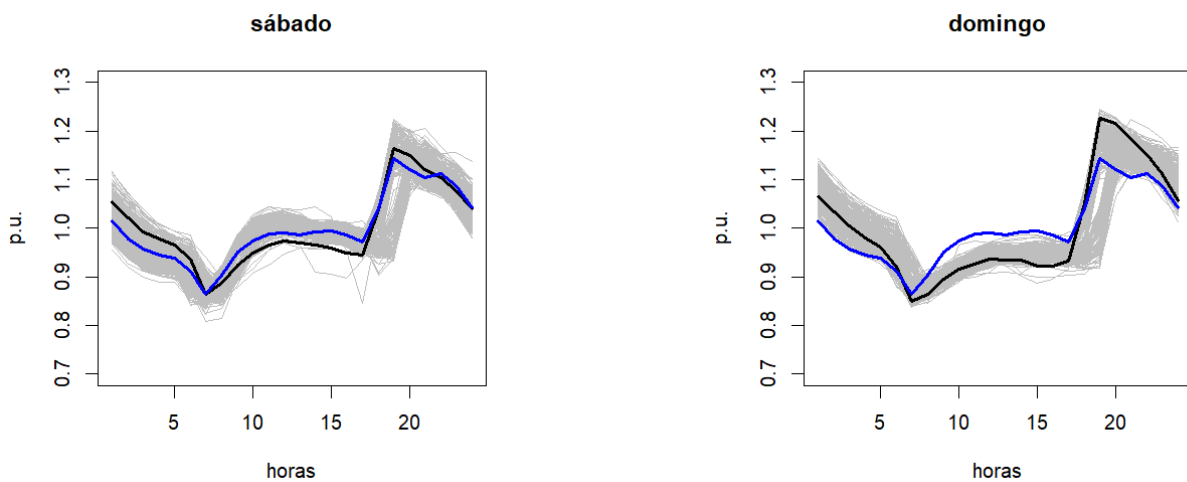


Figura 12. Perfis de carga no subsistema Nordeste no fim de semana, perfil típico do feriado (em azul) e perfil do dia de São João (em preto)

3.4 Subsistema Sul

Os feriados estaduais nas Unidades da Federação que compõem o subsistema Sul são apresentados na Tabela 11. Nas Figuras 13 e 14, os perfis de carga são classificados por dia da semana, os feriados nacionais são marcados em azul e o feriados estaduais em preto. Conforme indicado nas Figuras 13 e 14, os feriados estaduais seguem o mesmo padrão das nuvens de perfis em cinza. Portanto, os feriados estaduais não afetam o perfil de carga do subsistema.

Tabela 11. Feriados nos estados que compõem o subsistema Sul

Data	UF	Descrição
11/8	SC	Emancipação do Estado
20/9	RS	Revolução Farroupilha
25/11	SC	Santa Catarina de Alexandria
19/12	PR	Emancipação do Estado

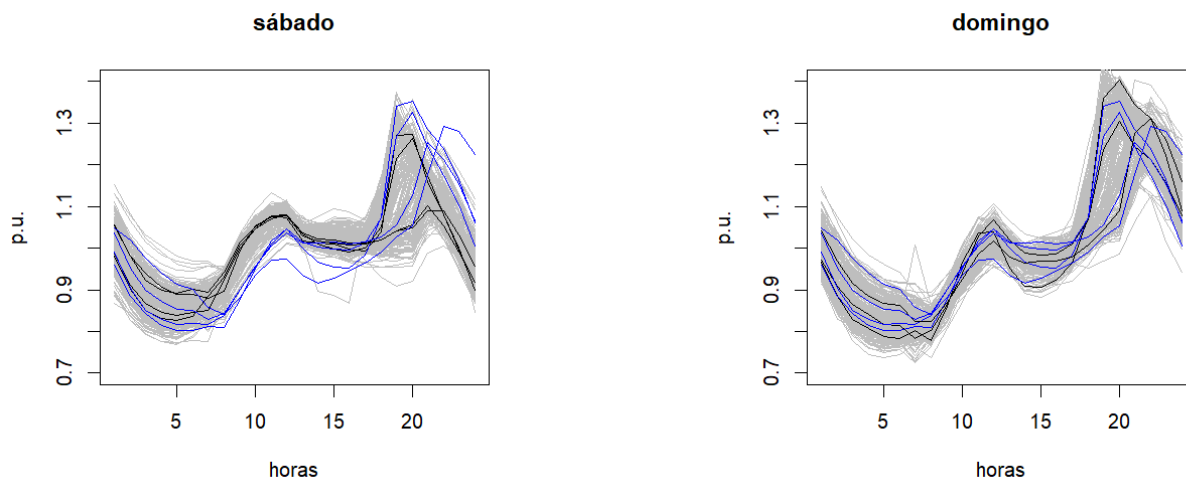


Figura 13. Perfis de carga no subsistema Sul no sábado e domingo

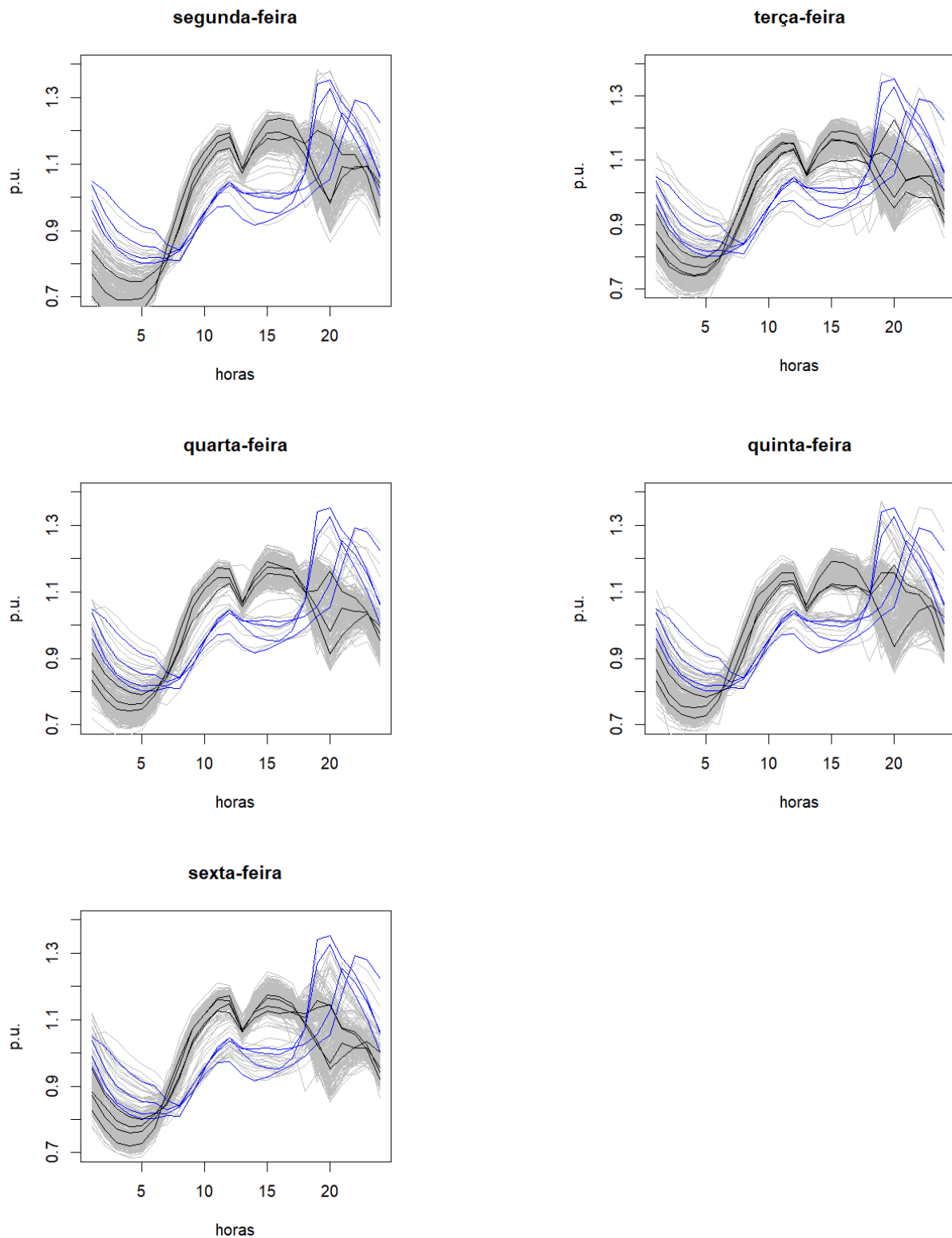


Figura 14. Perfis de carga no subsistema Sul nos dias úteis

3.5 Subsistema Sudeste

Os feriados estaduais nas Unidades da Federação que compõem o subsistema Sudeste são apresentados na Tabela 12. A seguir, nas Figuras 15 e 16, os perfis de carga são classificados por dia da semana, os feriados nacionais são marcados em azul e o feriados estaduais em preto. Conforme indicado nas Figuras 15 e 16, a maioria dos perfis em preto (feriados estaduais) seguem o mesmo padrão expresso nas nuvens de perfis em cinza. A única exceção é o feriado do dia 9 de julho em São Paulo. Portanto, entre os feriados estaduais, apenas o feriado de 9 de julho pode ter algum efeito sobre o perfil de carga do subsistema Sudeste.

Tabela 12. Feriados nos estados do Subsistema Sudeste

Data	UF	Descrição
4/1	RO	Criação do Estado
23/1	AC	Dia do Evangélico
21/4	DF, MG	Fundação de Brasília, Data Magna de MG
23/4	RJ	São Jorge
24/5	GO	NS Auxiliadora
15/6	AC	Aniversário do Acre
18/6	RO	Dia do Evangélico
9/7	SP	Revolução Constitucionalista de 1932
11/8	SC	Emancipação do Estado
5/9	AC	Dia da Amazônia
11/10	MS	Criação do Estado
24/10	GO	Pedra Fundamental de Goiânia
28/10	ES, GO, RJ	Dia do Servidor Público
17/11	AC	Tratado de Petrópolis
20/11	MT, RJ	Consciência Negra
30/11	DF	Dia do Evangélico

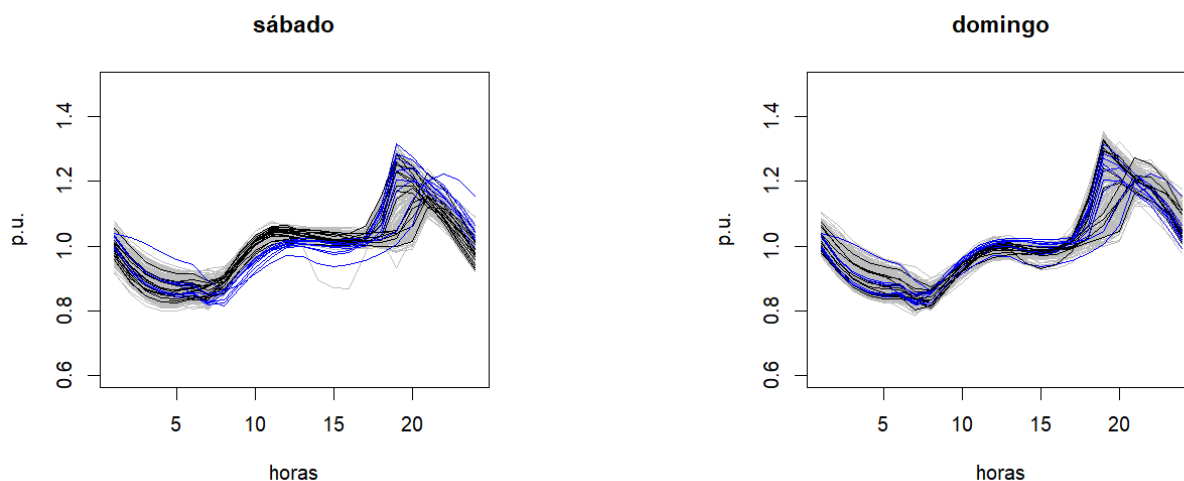


Figura 15. Perfis de carga no subsistema Sudeste

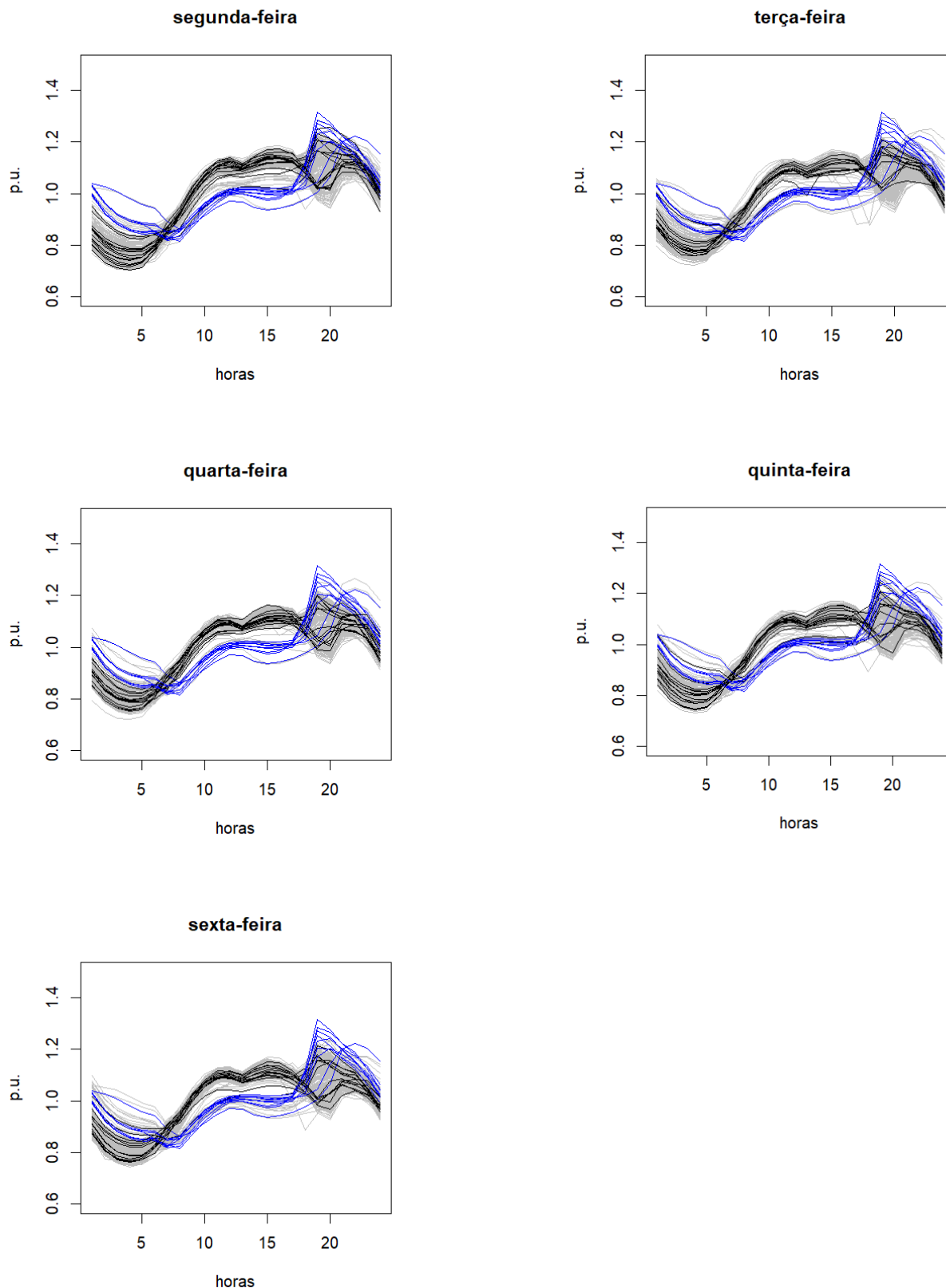


Figura 16. Perfis de carga no subsistema Sudeste nos dias úteis

Conforme ilustrado na Figura 17, o perfil de carga no dia 9 de julho (perfil em preto) é bem semelhante ao perfil típico para o feriado no subsistema Sudeste (perfil em azul).

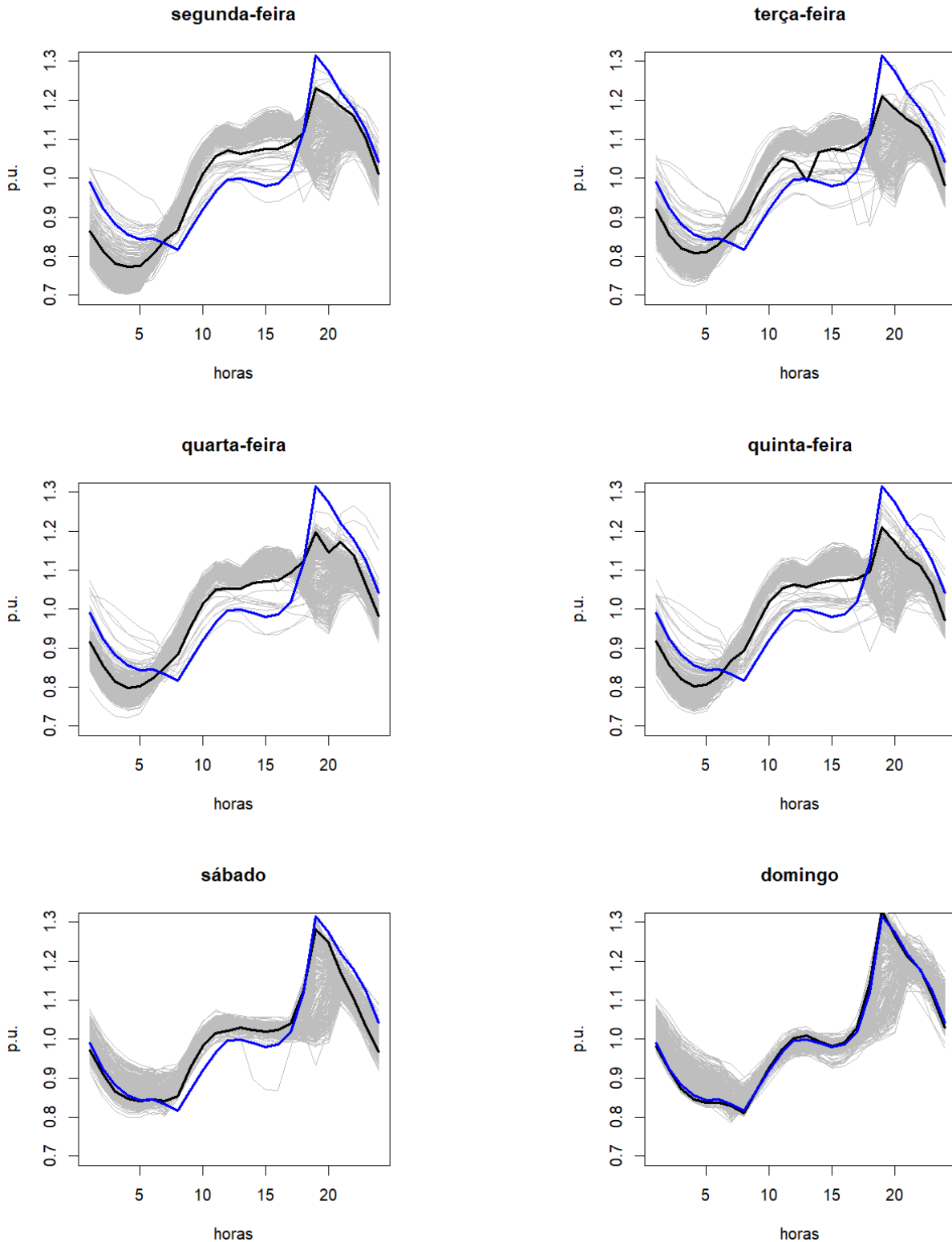


Figura 17. Perfis de carga no subsistema Sudeste, perfil típico do feriado (em azul) e perfil do dia 9 de julho (em preto)

4 ANÁLISE DE DIAS ESPECIAIS

4.1 Introdução

Além dos feriados vale analisar o efeito dos dias especiais sobre a curva de carga dos subsistemas. Entre os dias especiais destacam-se a quarta-feira de cinzas, os dias após feriados e as vésperas de feriados, por exemplo, as vésperas de Natal e Ano Novo. Análises para alguns dias especiais selecionados são apresentadas nas seções a seguir.

4.2 Quarta-feira de cinzas

Conforme ilustrado na Figura 18, nos subsistemas Norte e Nordeste os perfis da curva de carga nas quartas-feiras de cinzas são diferentes das demais quartas-feiras do ano. Já nos subsistemas Sul e Sudeste os perfis de carga nas quartas-feiras de cinza seguem o padrão típicos descrito pela nuvem de perfis em cinza

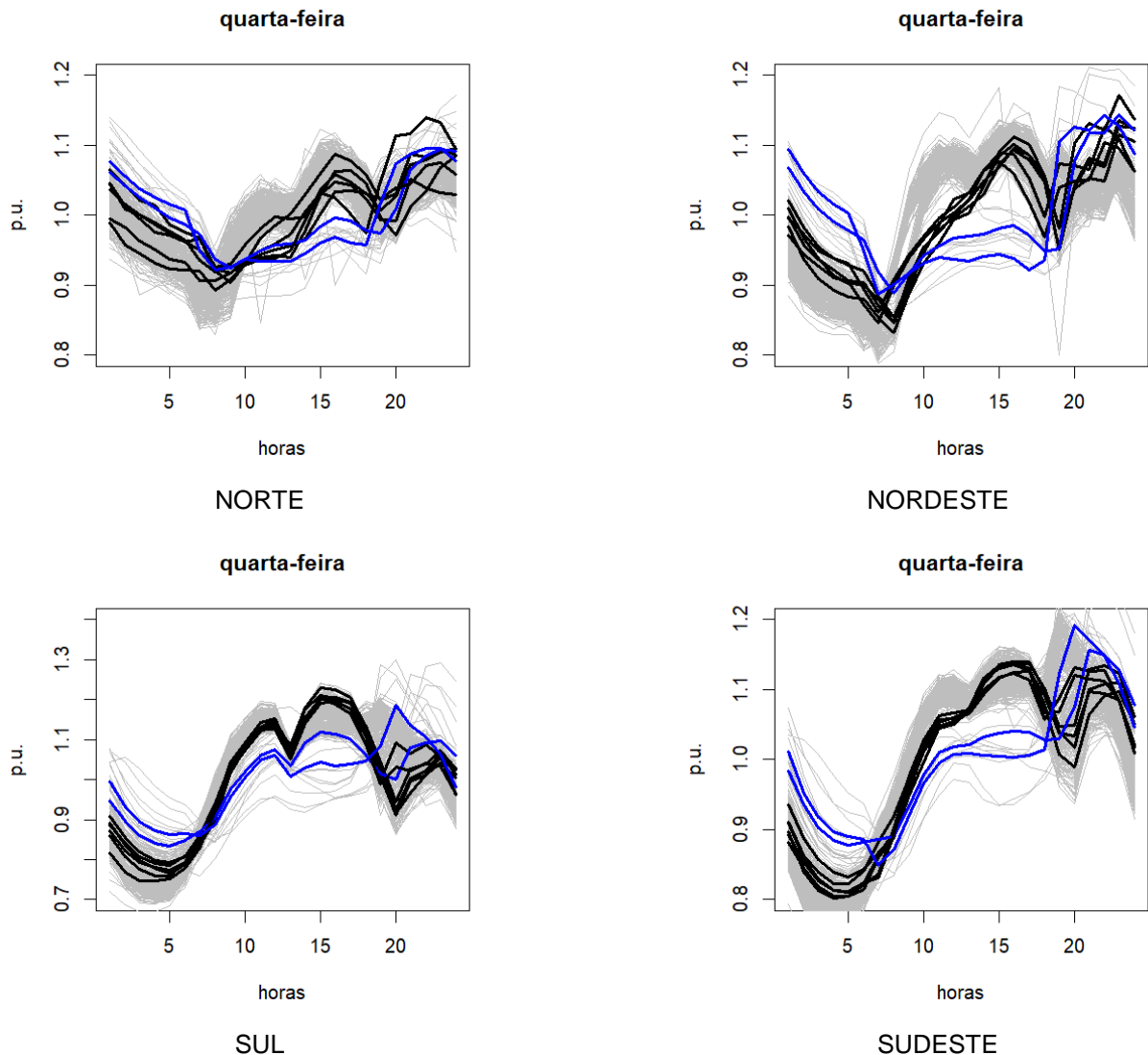


Figura 18. Perfis de carga nas quartas-feiras (nuvem em cinza), quarta-feira de cinzas (em preto) e feriados (em azul)

4.3 Véspera de Natal e Ano Novo

Conforme ilustrado nas Figura 19, 20, 21 e 22, os perfis de carga nas vésperas de Natal e Ano Novo (curvas em preto) apresentam formas variáveis, algumas vezes são semelhantes ao perfil típico do feriado (em azul), como no subsistema Norte, mas pode apresentar perfis próprios caracterizados como uma mistura dos perfis de feriados e dias úteis.

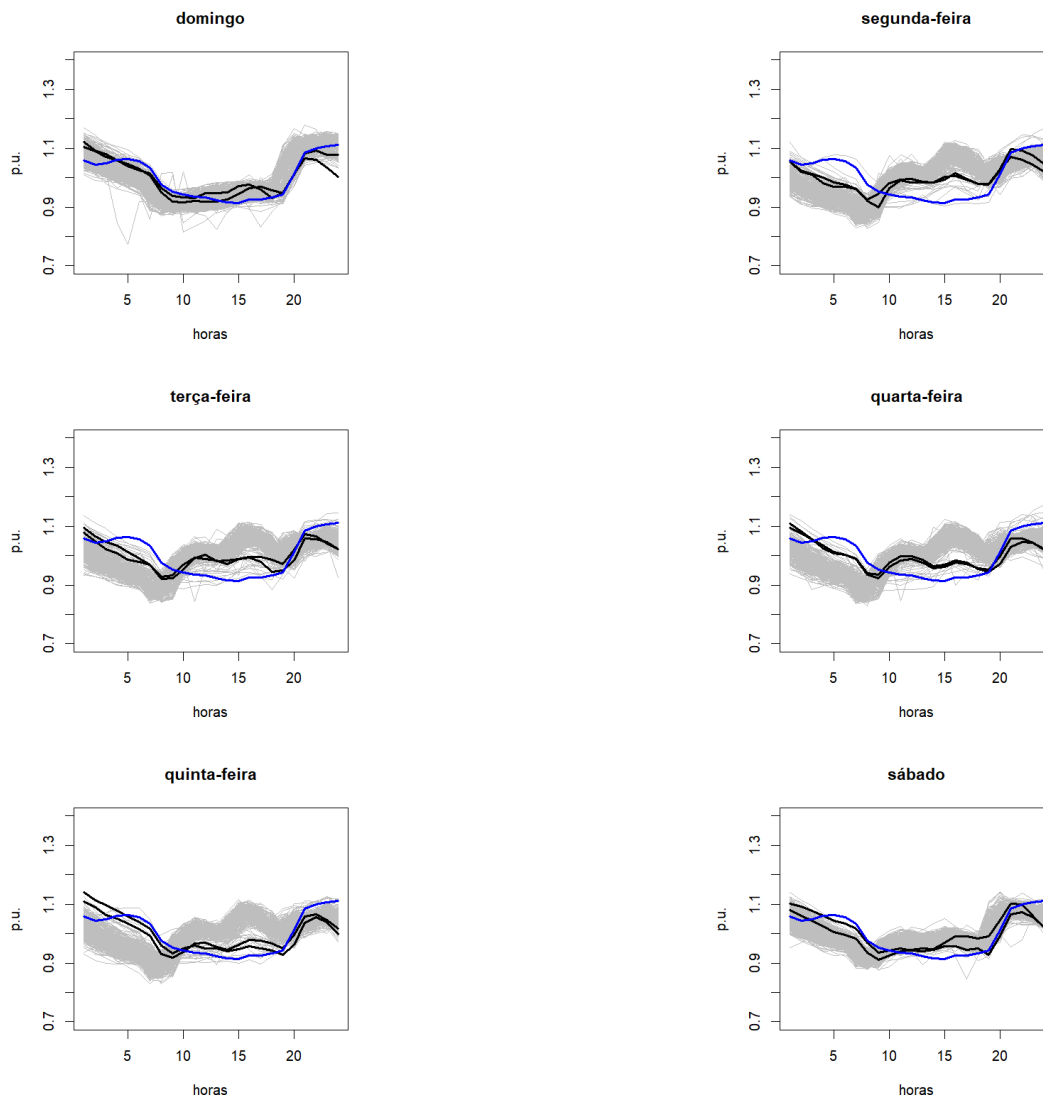


Figura 19. Perfis de carga nas vésperas de Natal e Ano Novo (em preto) e perfil típico de feriado em dezembro no subsistema Norte (em azul)

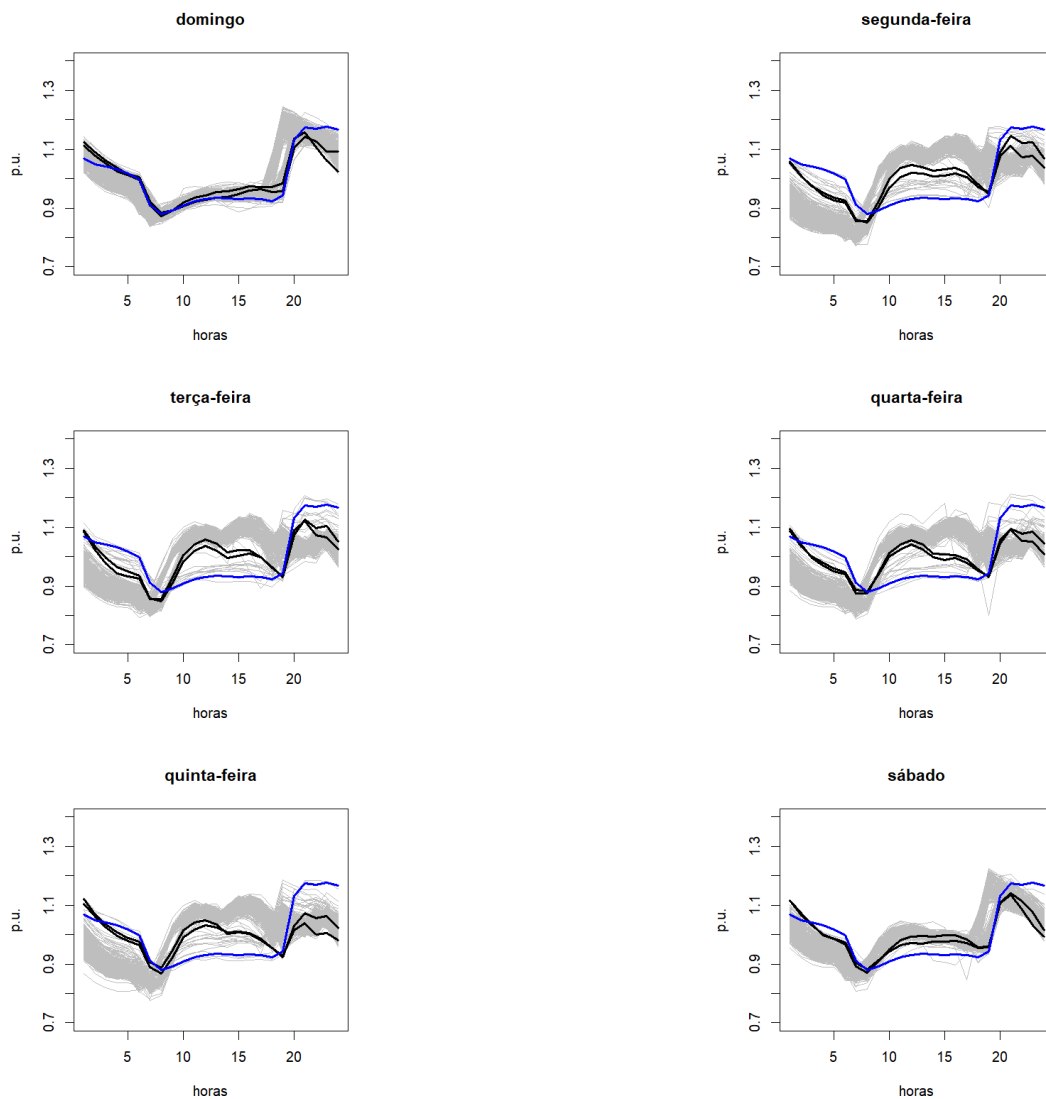


Figura 20. Perfis de carga nas vésperas de Natal e Ano Novo (em preto) e perfil típico de feriado em dezembro no subsistema Nordeste (em azul)

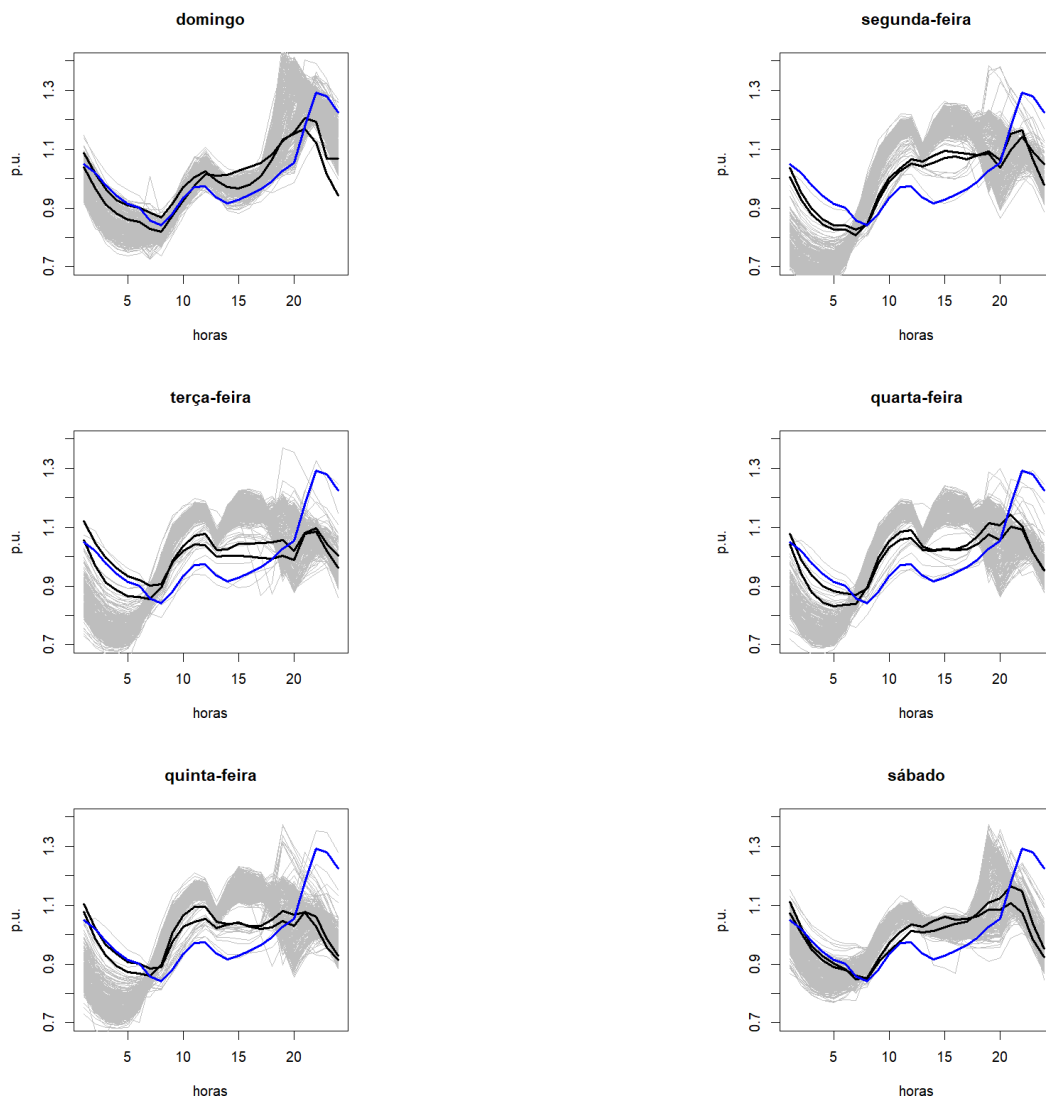


Figura 21. Perfis de carga nas vésperas de Natal e Ano Novo (em preto) e perfil típico de feriado em dezembro no subsistema Sul (em azul)

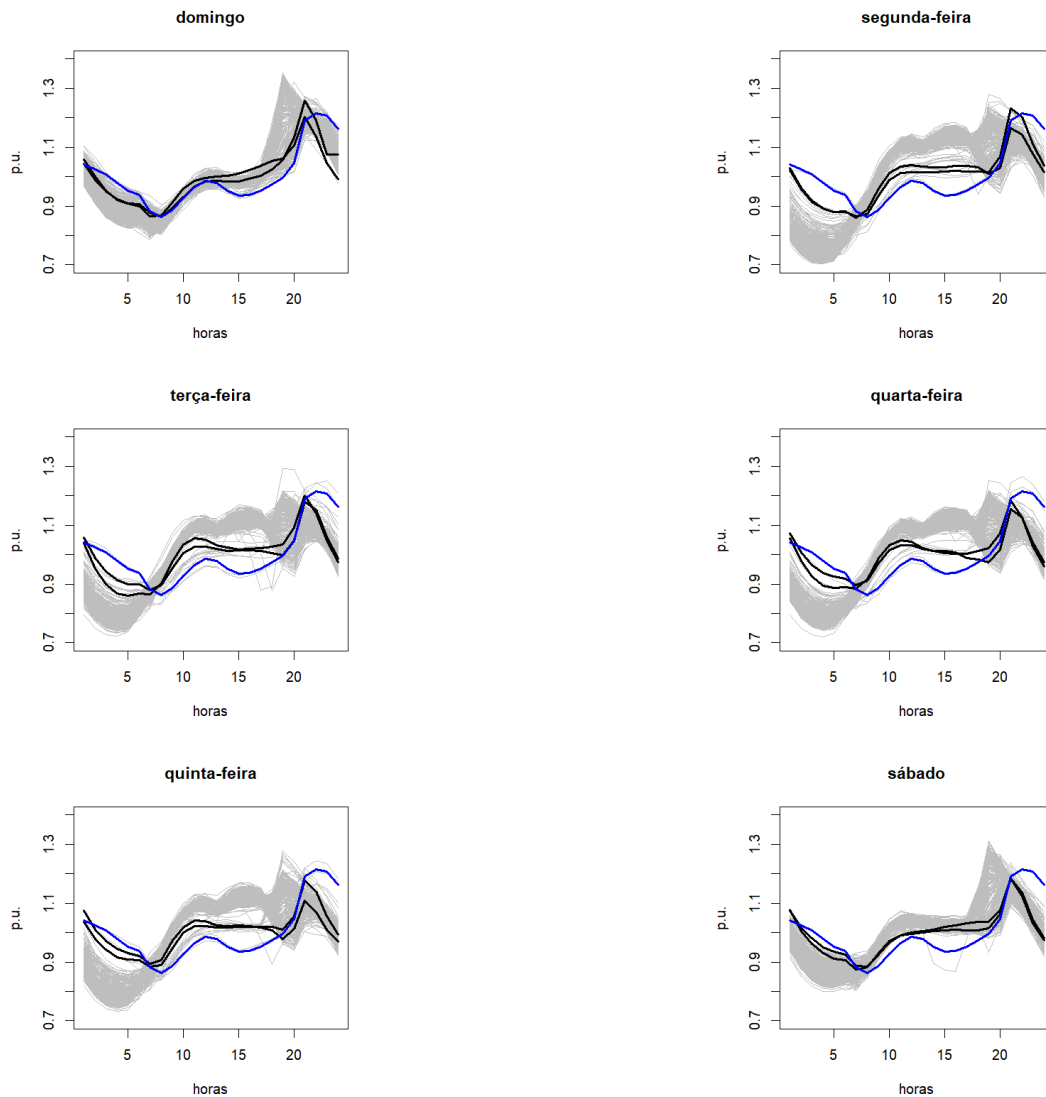


Figura 22. Perfis de carga nas vésperas de Natal e Ano Novo (em preto) e perfil típico de feriado em dezembro no subsistema Sudeste (em azul)

4.4 Dias imediatamente após feriados

Os dias após feriados também podem apresentar perfis diferentes dos perfis típicos, conforme ilustrado na Figura 23 para o dia 2 de janeiro no subsistema Sudeste. No período entre 2012 e 2017 o dia 2 de janeiro ocorreu em diferentes dias da semana: duas vezes na segunda-feira (2012 e 2017), uma vez na quarta-feira (2013), uma vez na quinta-feira (2014), uma vez na sexta-feira (2015) e uma vez no sábado (2016). Em metade dos casos o perfil de carga do dia 2 de janeiro apresentou uma forma distinta dos demais dias de janeiro, para o mesmo da semana, conforme ilustrado na Figura 23. Vale destacar que o dia 2 de janeiro de 2017 também foi em uma segunda-feira, porém não apresentou um perfil tão diferenciado dos demais dias, conforme ocorrido para o dia 2 de janeiro de 2012, outra segunda-feira.

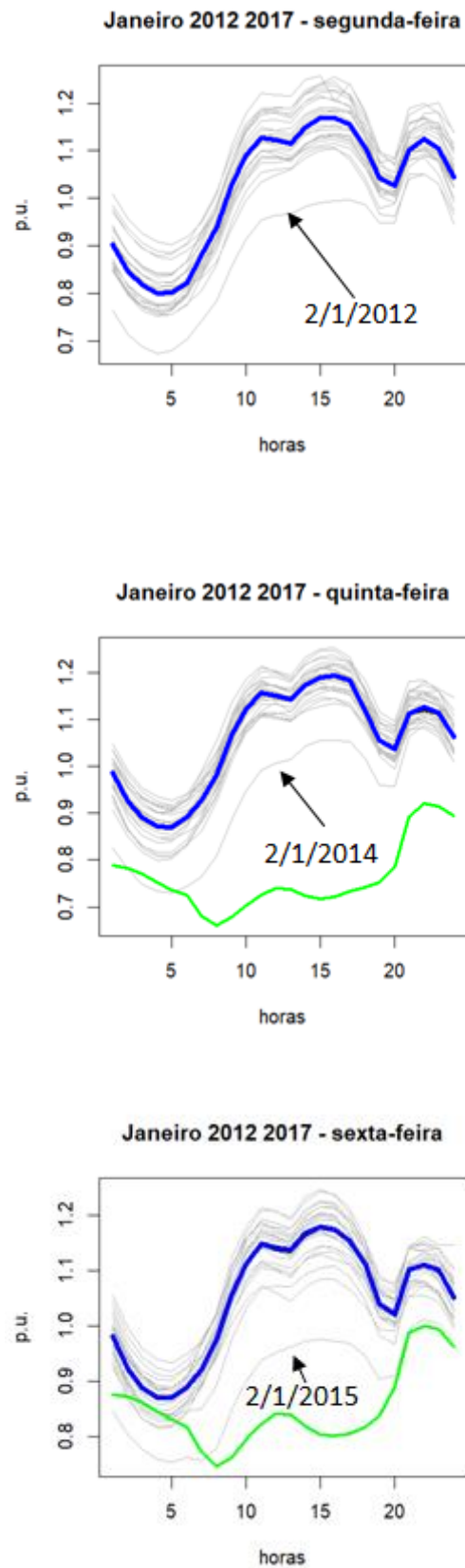


Figura 23. Perfis típicos (em azul), feriados (em verde) e demais dias (em cinza) no subsistema Sudeste em janeiro

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A recente revisão dos intervalos horários dos patamares de carga demandou a atualização das rotinas computacionais que realizam o cálculo das profundidades e durações dos patamares de carga. No presente relatório buscou-se documentar o método de cálculo das profundidades e durações dos patamares de carga.

As profundidades dos patamares de carga nos meses do horizonte de estudo dependem dos perfis típicos de carga extraídos de uma série histórica de carga, do calendário e dos intervalos horários dos patamares. Já as durações dos patamares dependem apenas do calendário e dos intervalos horários dos patamares.

Para cada mês do ano foram extraídos oito perfis típicos: sete perfis correspondentes aos dias da semana e um perfil de feriado. Logo, em cada mês, as curvas de carga são classificadas em oito grupos. Cada perfil típico corresponde ao perfil representativo de um grupo e que neste trabalho foi definido pelo perfil mediano, i.e., o vetor com as 24 medianas horárias dos perfis em um mesmo grupo.

Adicionalmente, na identificação dos perfis típicos considera-se apenas uma lista de feriados nacionais. Tal premissa é razoável, pois todos os feriados nacionais são acompanhados de perfis de carga diferenciado.

Também foram analisados os efeitos dos feriados estaduais sobre as curvas de carga dos subsistemas. Os resultados apresentados neste relatório indicam que entre os feriados estaduais apenas o dia de São João em 23 de junho e o dia 9 de julho podem afetar os perfis de carga nos subsistemas Nordeste e Sudeste respectivamente.

Alguns dias especiais foram analisados, entre eles a quarta-feira de cinzas, as vésperas de Natal e Ano Novo e o dia 2 de janeiro. No caso da quarta-feira de cinzas a diferenciação do perfil de carga neste dia é bem modesta e pode-se adotar o perfil típico da quarta-feira como uma boa aproximação. Já nos dias 24 de dezembro, 31 de dezembro e 2 de janeiro, os perfis de carga podem ser diferentes dos perfis típicos. Porém, vale lembrar que o objetivo da representação da carga em patamares não é a previsão de carga, mas uma boa representação aproximada da curva de carga. As considerações acima justificam o tratamento especial apenas aos feriados nacionais no cálculo das profundidades e durações dos patamares.

Por fim, destaca-se que no presente relatório são apresentados os perfis e durações dos patamares para os quatro subsistemas no período de janeiro de 2019 até dezembro de 2023. Estes resultados podem ser utilizados nos próximos estudos que demandarem informações de patamares de carga, porém devem ser revisados periodicamente com as atualizações das séries temporais de carga, conforme a metodologia descrita neste relatório.

Referências bibliográficas

Melo, A.C.G., Pessanha, J.F.M., Justino, T.C., Maceira, M.E. Uma metodologia baseada em técnicas estatísticas de agrupamentos e análise exploratória de dados para a definição de patamares de carga em estudos de planejamento da operação e da expansão de sistemas elétricos de potência, XIV Simpósio de Especialistas em Planejamento da Operação e Expansão Elétrica, Recife, Setembro, 2018.

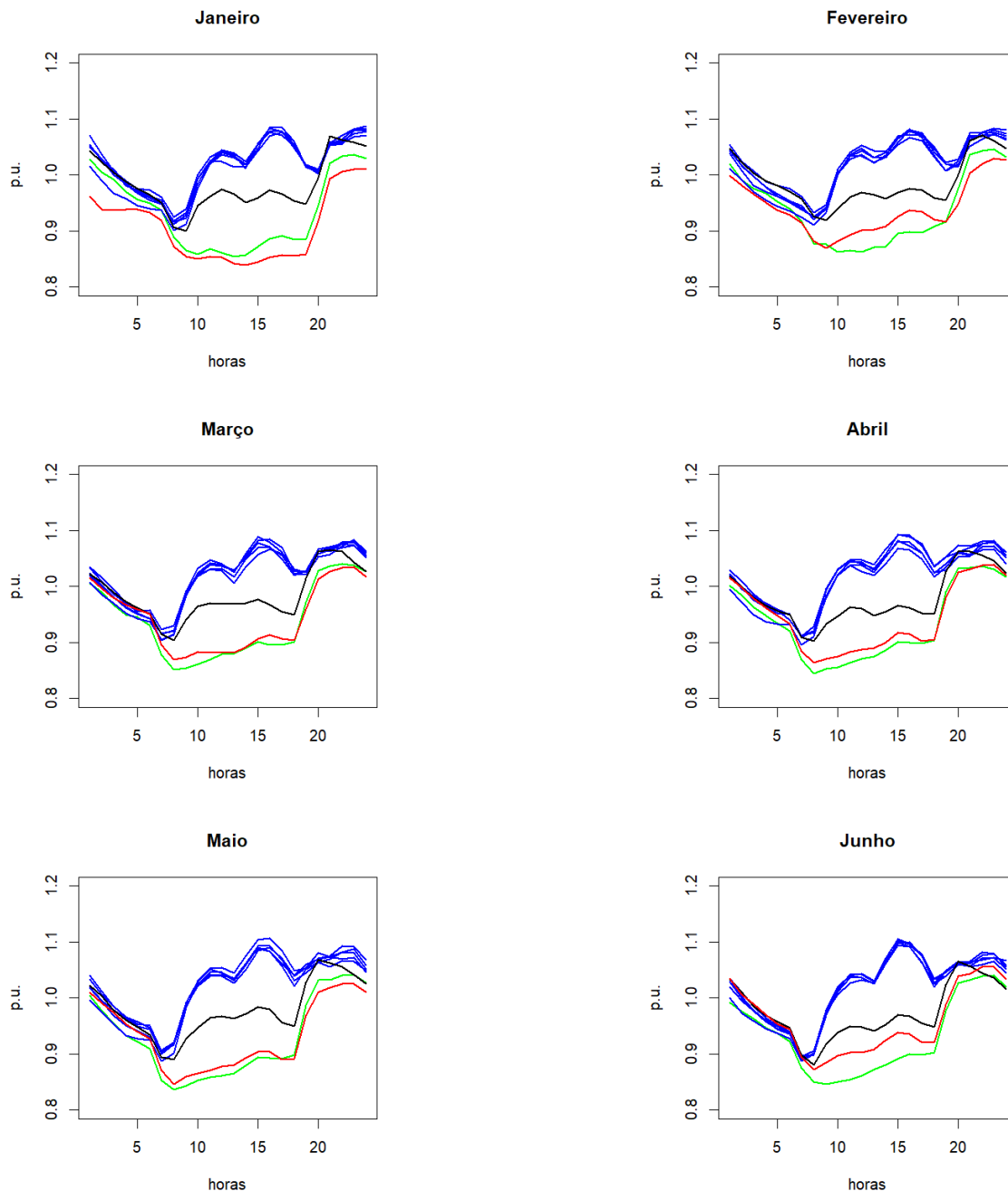
Taylor, J.W., Snyder, R.D. Forecasting intraday time series with multiple seasonal cycles using parsimonious seasonal exponential smoothing, Omega, International Journal of Management Science, 40, p. 748-757, 2012.

Pessanha, J.F.M., Xavier, V.L., Amaral, M.R.S., Laurencel, L.C. Construindo tipologias de curvas de carga com o Programa R, Pesquisa Operacional para o Desenvolvimento, v. 7, n. 1, p. 29-54, 2015.

R Core Team, R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>, 2017

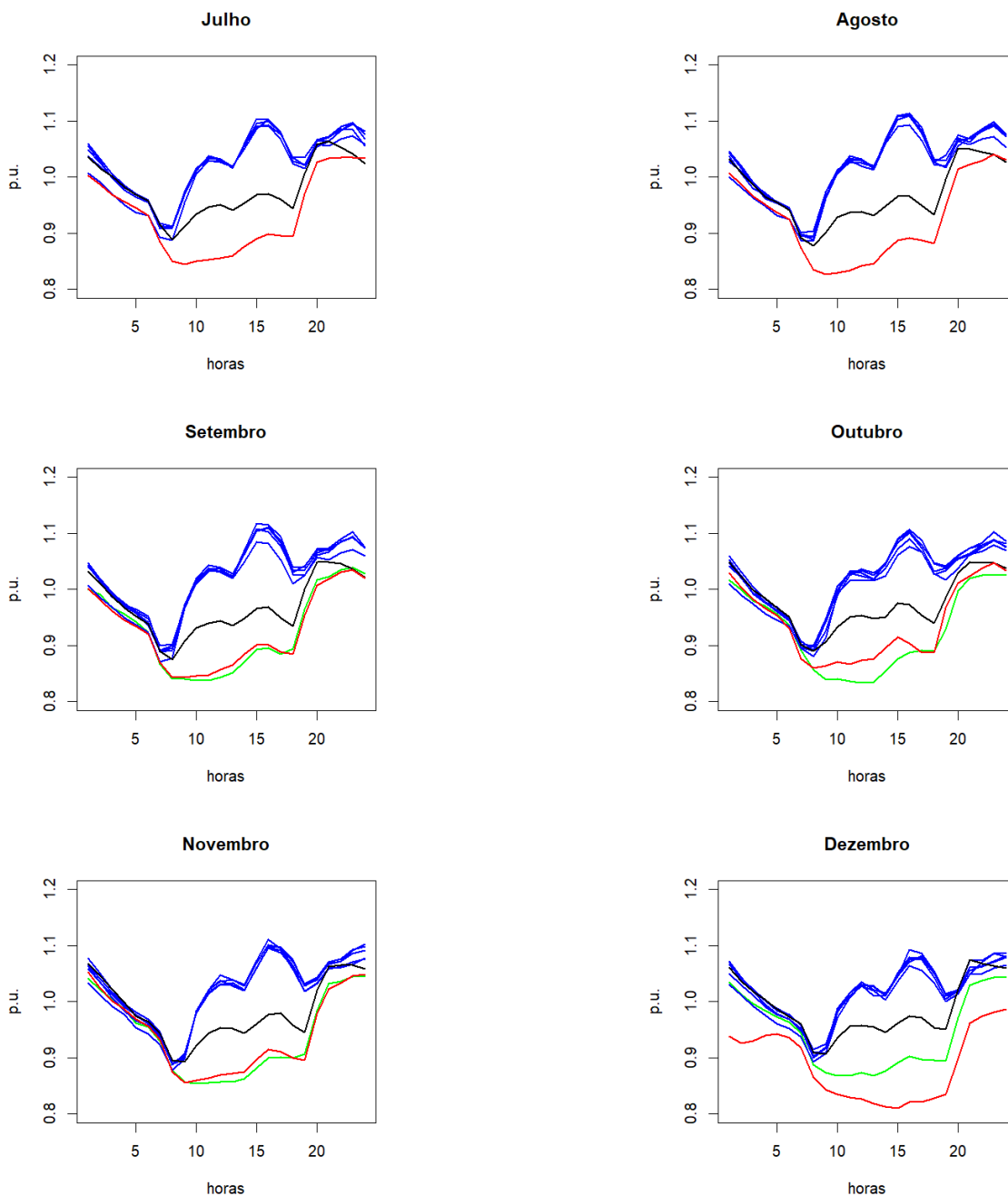
Apêndice - Perfis Típicos

Subsistema Norte – Janeiro até Junho



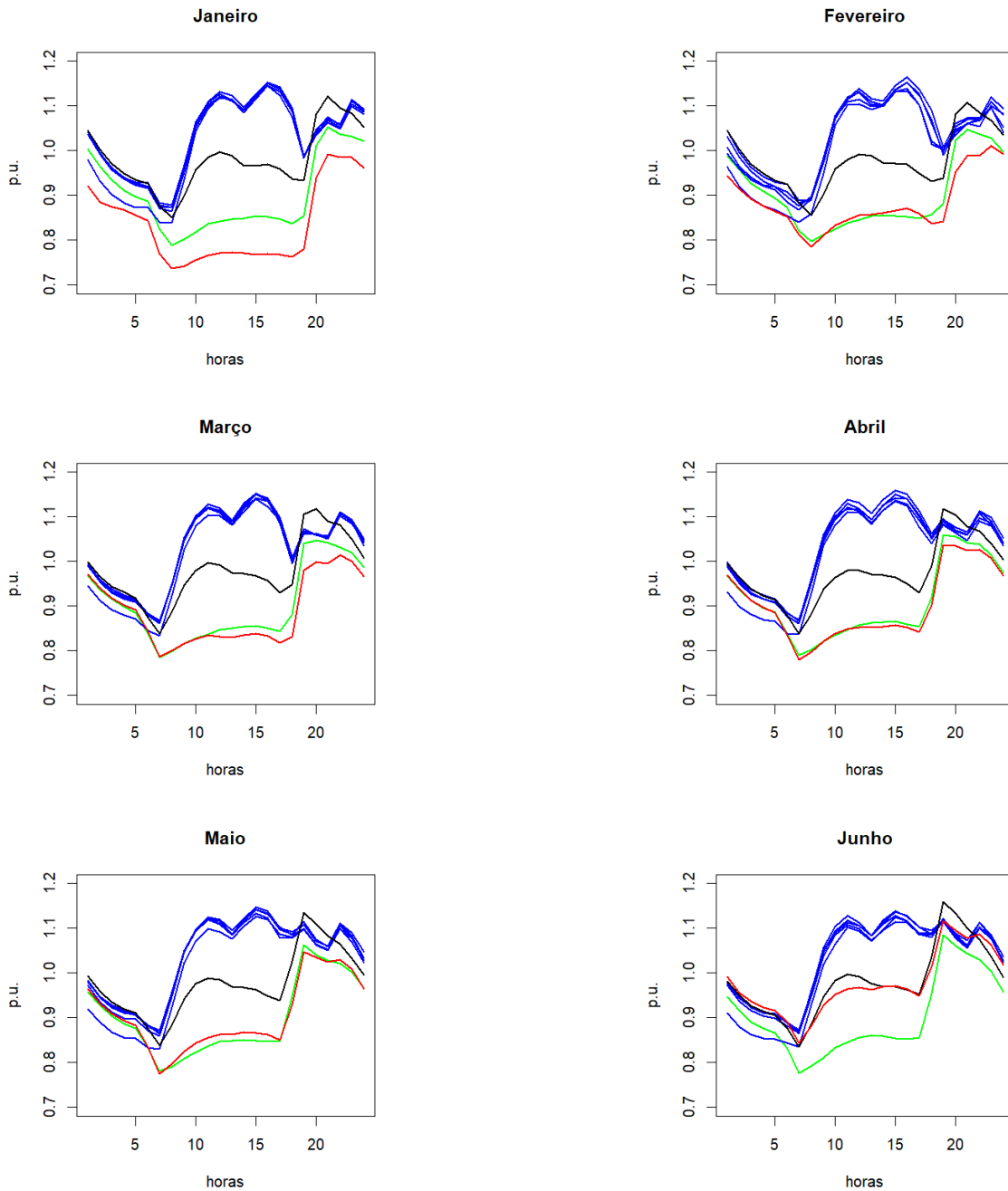
Nota: Perfis dos dias úteis em azul, sábados em preto, domingos em verde e feriados em vermelho

Subsistema Norte – Julho até Dezembro



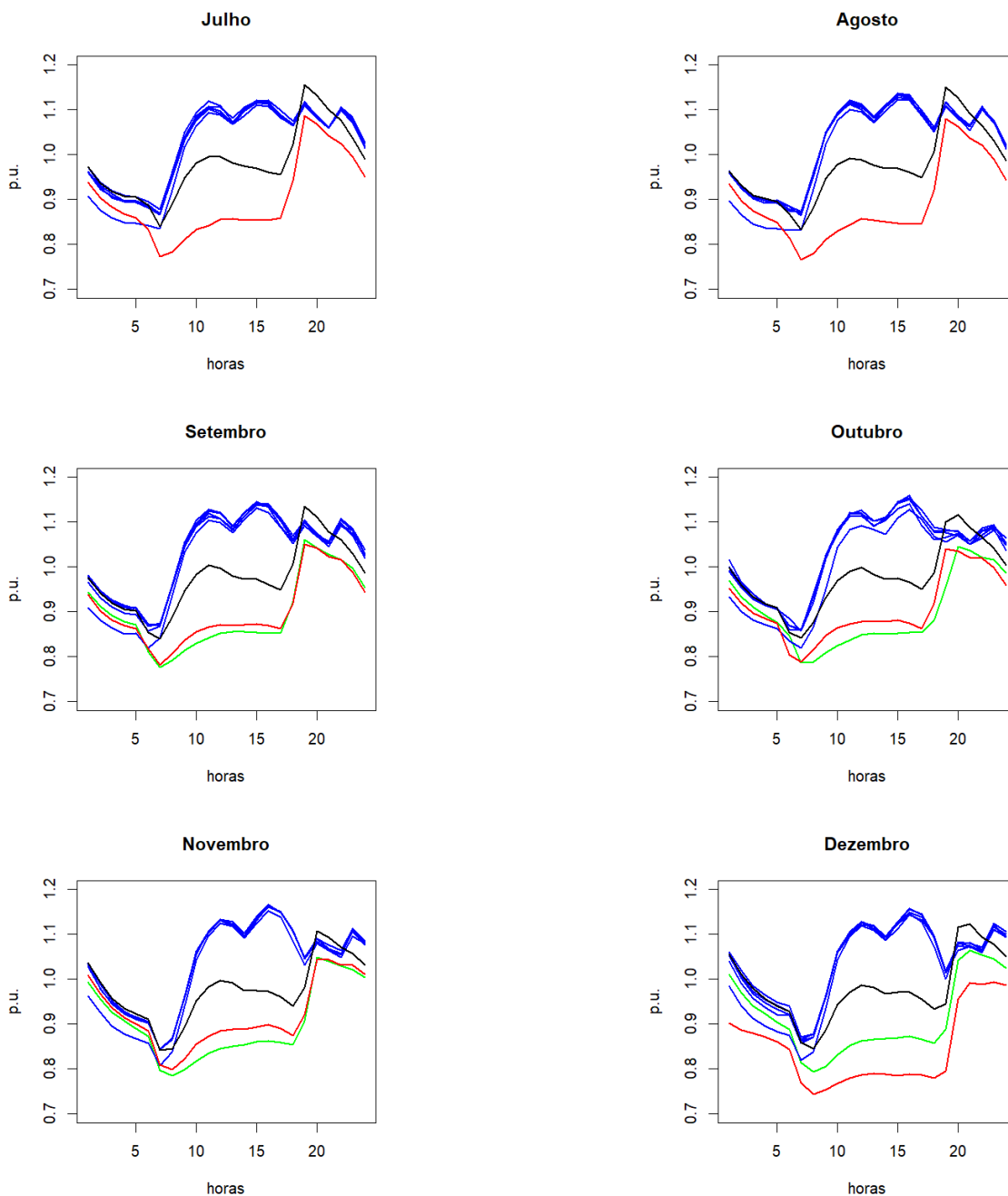
Nota: Perfis dos dias úteis em azul, sábados em preto, domingos em verde e feriados em vermelho

Subsistema Nordeste – Janeiro até Junho



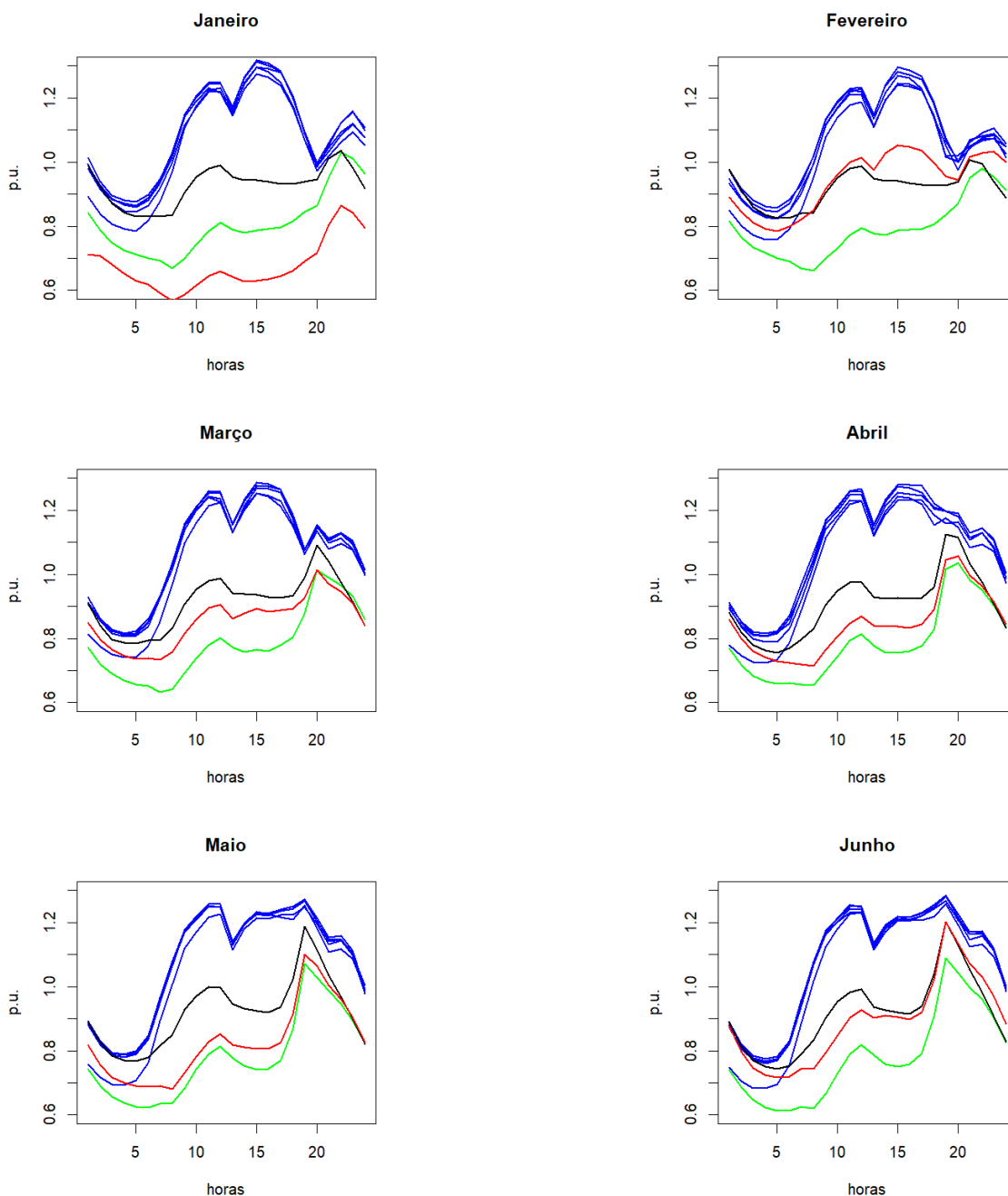
Nota: Perfis dos dias úteis em azul, sábados em preto, domingos em verde e feriados em vermelho

Subsistema Nordeste – Julho até Dezembro



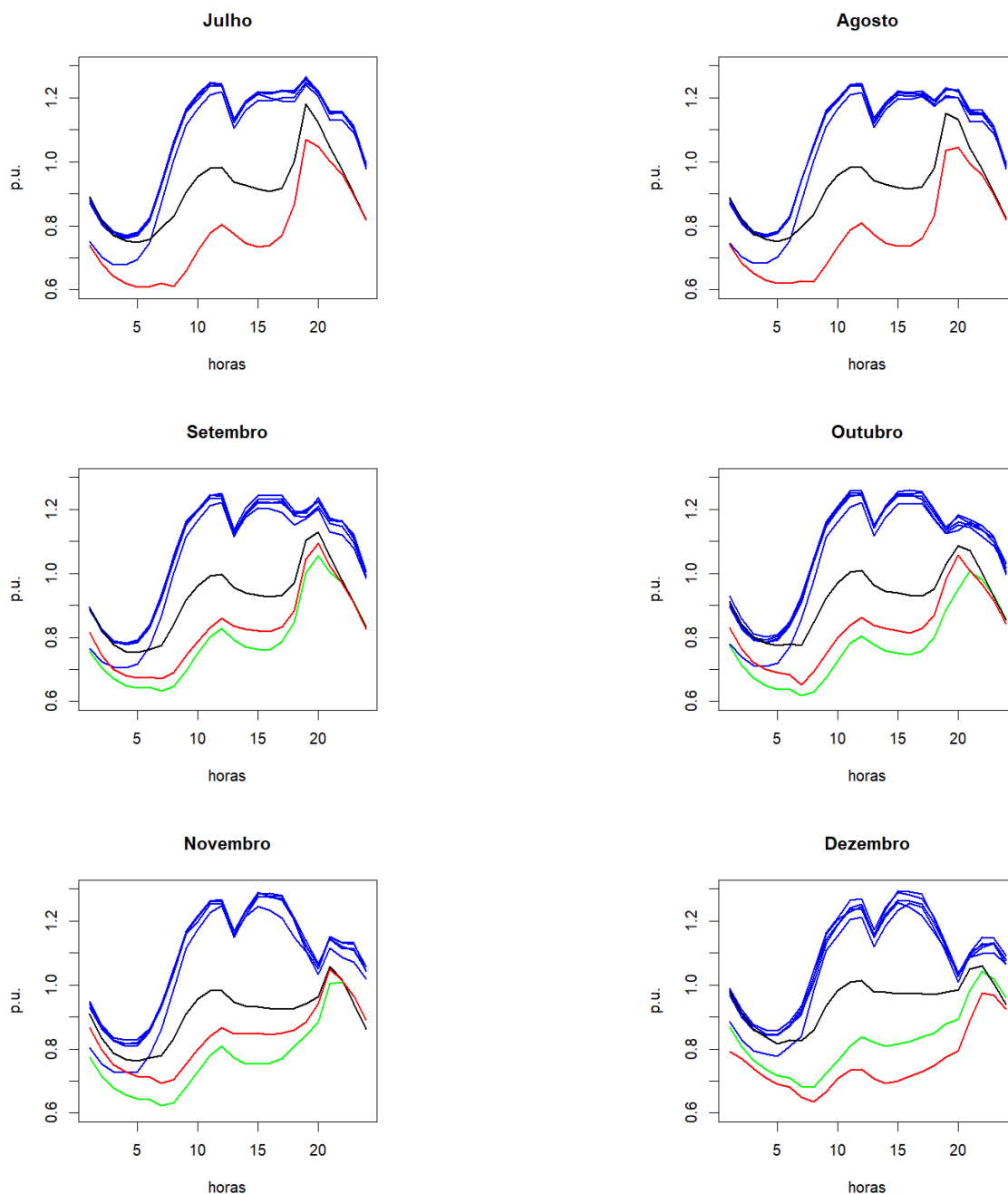
Nota: Perfis dos dias úteis em azul, sábados em preto, domingos em verde e feriados em vermelho

Subsistema Sul – Janeiro até Junho



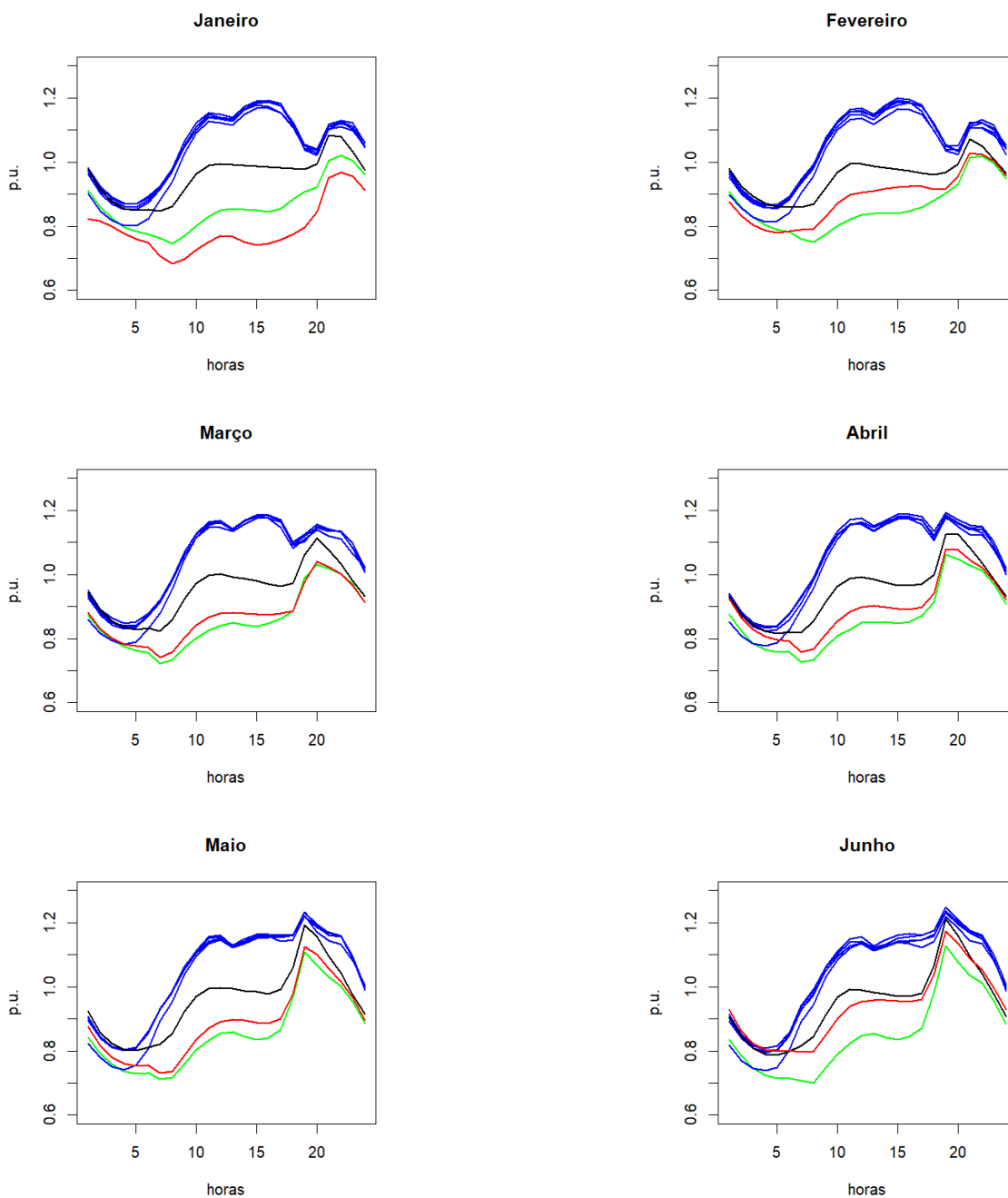
Nota: Perfis dos dias úteis em azul, sábados em preto, domingos em verde e feriados em vermelho

Subsistema Sul – Julho até Dezembro



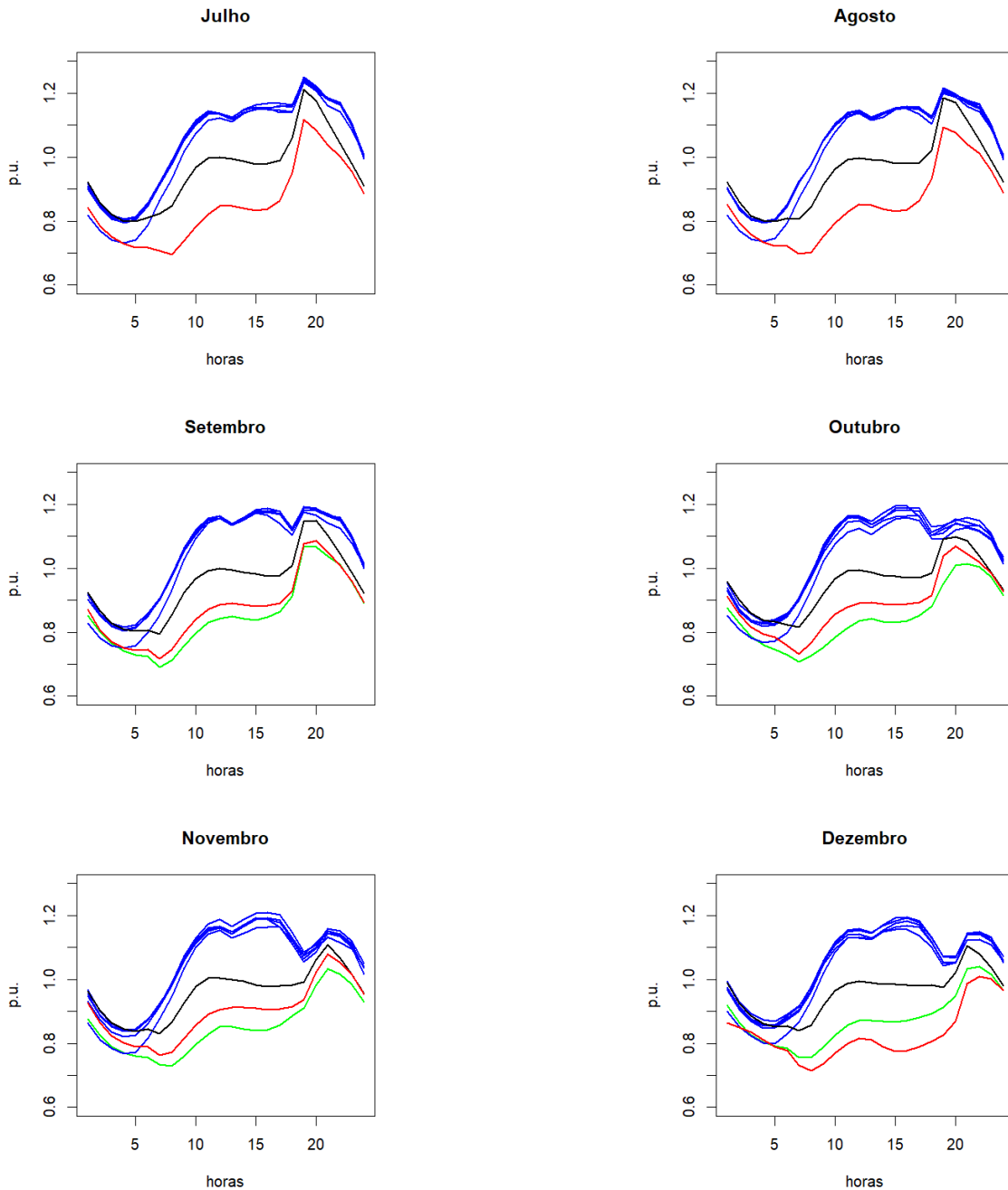
Nota: Perfis dos dias úteis em azul, sábados em preto, domingos em verde e feriados em vermelho

Subsistema Sudeste – Janeiro até Junho



Nota: Perfis dos dias úteis em azul, sábados em preto, domingos em verde e feriados em vermelho

Subsistema Sudeste – Julho até Dezembro



Nota: Perfis dos dias úteis em azul, sábados em preto, domingos em verde e feriados em vermelho