

# Centro de Pesquisas de Energia Elétrica - CEPEL



## Relatório Técnico

**Nº/Ano:** 5566/2019    **Nº de Páginas:** 36    **Nº de Anexos:** 0

**Título:** REAVALIAÇÃO DOS INTERVALOS DE DURAÇÃO DOS PATAMARES DE CARGA

**Departamento:** Departamento de Otimização Energética e Meio Ambiente - DEA

**Área de Responsabilidade:** B200    **Conta de Apropriação:** 1699

### 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:

o presente relatório técnico apresenta os resultados de um estudo que buscou verificar a necessidade de atualização dos intervalos de duração dos três patamares de carga a partir do histórico de carga horária de energia no período de 2014 a 2018, de forma a verificar e indicar a necessidade de revisão dos intervalos de duração dos patamares definidos para utilização pelos modelos DECOMP e NEWAVE. Os resultados obtidos apontam para a manutenção dos atuais intervalos de duração dos patamares de carga.

### Autores:

José Francisco Moreira Pessanha - Cepel

### Palavras-Chave:

Patamares de carga  
Modelos NEWAVE e DECOMP

**Classificação:** CONTROLADO

### Gerente de Projeto

*Thatiana Conceição Justino*  
Thatiana Conceição Justino

**Tel.:** 2598-6228    **Fax:**

**E-mail:** thatiana@cepel.br

### Chefe do Departamento DEA

*André Luiz Diniz Souto Lima*  
André Luiz Diniz Souto Lima

**Tel.:** 2598-6046

**E-mail:** diniz@cepel.br

### Aprovação

*Raul Balbi Sollero*  
Raul Balbi Sollero

Diretor de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

23/09/2019

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

---

## Índice

1. INTRODUÇÃO .....	3
2. RESULTADOS .....	5
2.1 Resultados para janeiro .....	6
2.2 Resultados para fevereiro.....	8
2.3 Resultados para março .....	10
2.4 Resultados para abril.....	13
2.5 Resultados para maio.....	15
2.6 Resultados para junho .....	18
2.7 Resultados para julho.....	20
2.8 Resultados para agosto.....	22
2.9 Resultados para setembro.....	25
2.10 Resultados para outubro .....	27
2.11 Resultados para Novembro.....	30
2.12 Resultados para dezembro .....	32
3. CONCLUSÕES.....	35
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36

**1. INTRODUÇÃO**

De forma a cumprir a determinação especificada no item 7.4 do Submódulo 5.5 dos Procedimentos de Rede do ONS, que estabelece a reavaliação anual dos intervalos de duração dos patamares de carga e o consequente recálculo das curvas típicas de carga mensais por subsistema, o presente relatório técnico apresenta os resultados de um estudo que buscou verificar a necessidade de atualização dos intervalos de duração dos três patamares de carga (leve, média e pesada) a partir do histórico de carga horária de energia no período de 2014 a 2018, de forma a verificar e indicar a necessidade de revisão dos intervalos de duração dos patamares definidos para utilização pelos modelos DECOMP e NEWAVE.

O estudo baseou-se na metodologia apresentada em julho de 2018 pela Comissão Permanente para Análise de Metodologias e Programas Computacionais do Setor Elétrico – CPAMP [1], que se encontra descrita no Relatório intitulado “PROFUNDIDADES E DURAÇÕES DOS PATAMARES DE CARGA PARA A OPERAÇÃO ENERGÉTICA – 2018”. Os intervalos de duração dos patamares, atualmente vigentes, são os indicados na Figura 1.

Patamar de carga	Maio a Agosto		Abril, Setembro e Outubro		Novembro a Março	
	2ª a 6ª feira	Sábado, domingo e feriado	2ª a 6ª feira	Sábado, domingo e feriado	2ª a 6ª feira	Sábado, domingo e feriado
Leve	01ª h à 7ª h	1ª h à 18ª h 23ª h à 24ª h	1ª h à 8ª h	1ª h à 18ª h 23ª h à 24ª h	1ª h à 8ª h	1ª h à 20ª h 24ª h
Média	8ª h à 10ª h 23ª h à 24ª h	19ª h à 22ª h	09ª h à 10ª h 21ª h à 24ª h	19ª h à 22ª h	09ª h à 10ª h 19ª h à 24ª h	21ª h à 23ª h
Pesada	11ª h à 22ª h	-	11ª h à 20ª h	-	11ª h à 18ª h	-

Nota: O intervalo horário é composto pelo primeiro minuto após a hora anterior até a hora seguinte (inclusive). Exemplo: A 1ª hora é considerada do primeiro minuto após a hora 24 do dia anterior até a hora 1 do dia seguinte.

Figura 1. Intervalos horários dos patamares de carga

Fonte: Tabela 1 do Submódulo 5.5 do Procedimentos de Rede, Consolidação da previsão de carga para o planejamento anual da operação energética

A seguir, na Figura 2, tem-se o mapa coroplético [1-3], a partir do qual foram determinados os intervalos na Figura 1.

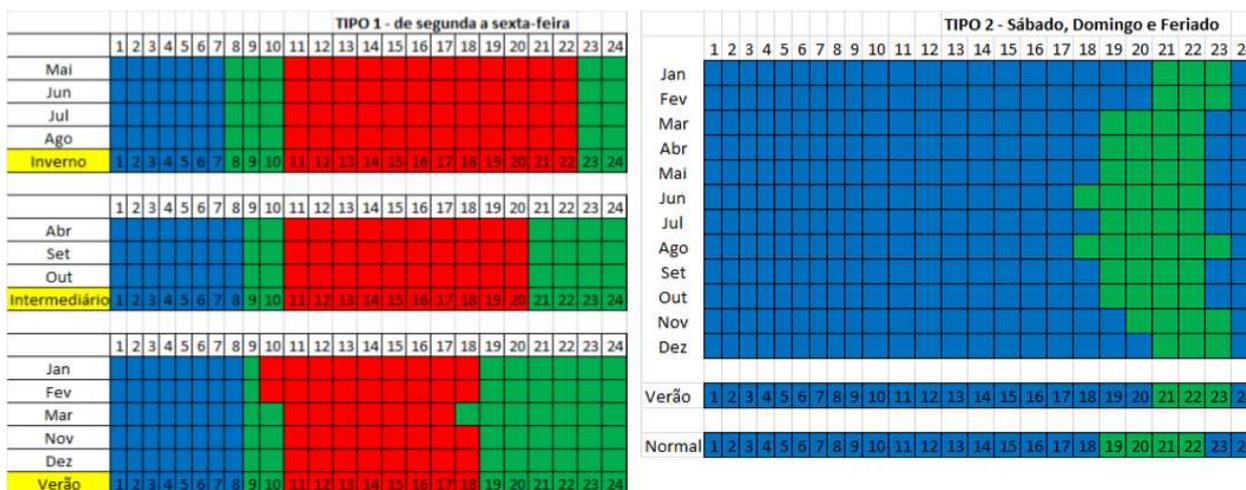


Figura 2. Intervalos horários dos patamares de carga

Fonte: Figura 26 do relatório Representação dos Patamares de Carga na cadeia de modelos computacionais do setor elétrico, CPAMP, GT Metodologia, 26 de julho de 2018 [1]

## Relatório Técnico – 5566/2019

---

A seguir, apresentam-se os intervalos de durações dos patamares em cada mês, obtidos com dados de 2014 até 2018. Os intervalos obtidos são comparados com os intervalos vigentes nas Figuras 1 e 2 para indicar se há necessidade de atualização dos mesmos.

**2. RESULTADOS**

Para verificar e indicar a necessidade de revisão dos intervalos de duração dos patamares adotou-se a mesma metodologia descrita no relatório “PROFUNDIDADES E DURAÇÕES DOS PATAMARES DE CARGA PARA A OPERAÇÃO ENERGÉTICA – 2018” [1] da CPAMP.

Inicialmente, para cada mês do período 2014-2018 foram calculadas as demandas médias horários em p.u. da demanda média mensal [1-3]. Na sequência, o método *K-Means* [4] foi aplicado em todas as observações horárias de um mesmo mês. Assim, foram realizadas 12 análise de agrupamentos, uma para cada mês do ano, nas quais as observações horárias foram classificadas em três *clusters*. Para cada *cluster* obtido calculam-se o total de elementos e a média das observações pertinentes (centroides). Apesar da associação entre os três *clusters* e os três patamares de carga, vale destacar que os patamares não correspondem exatamente aos *clusters*. Assim, os centroides dos *clusters* são apenas uma primeira estimativa do valor em p.u. do patamar de carga, enquanto a frequência relativa de observações classificadas em cada *cluster* fornece uma indicação prévia da duração do patamar.

Na sequência, os perfis de carga, em cada mês, foram segregados nos tipos 1 (dia útil) e tipo 2 (sábados, domingos e feriados) [1-3]. Os feriados considerados são os mesmos adotados no relatório supracitado [1]. A definição dos intervalos das durações dos patamares é realizada por meio da aplicação do algoritmo descrito a seguir na análise dos *loadplots* [3] (Figura 3), uma representação visual de todas as observações horárias para um mesmo mês, ao longo do período 2014-2018:

- i) A duração do patamar pesado deve ter como referência a frequência de observações classificadas pelo *K-Means* [4] no *cluster* com o maior centroide.
- ii) O patamar pesado deve ser unimodal.
- iii) O patamar pesado abrange as seguintes horas:
  - a. Horas nas quais o valor mediano da carga horária supera o maior centroide.
  - b. Horas adjacentes de horas já classificadas como patamar pesado, mas seguindo a ordem decrescente das medianas até alcançar a duração sugerida pelo *K-Means*.
- iv) O patamar leve abrange as horas cujas medianas da carga não ultrapassa o segundo maior centroide.
- v) O patamar médio é composto pelas horas não classificadas como pesadas ou leves.

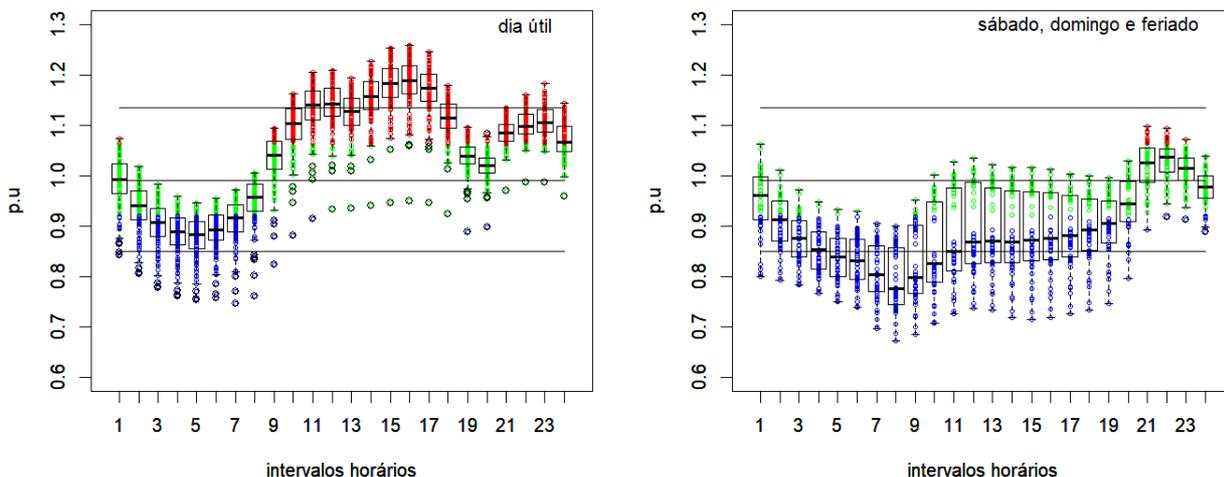


Figura 3. *Loadplots* para os perfis tipo 1 e tipo 2

A comparação dos novos intervalos com os intervalos vigentes indica se há necessidade de modificar as definições dos patamares. A seguir, apresentam-se os resultados obtidos para cada mês do ano.

### 2.1 Resultados para janeiro

Nas Figuras 4 e 5 são apresentados os novos resultados para janeiro.

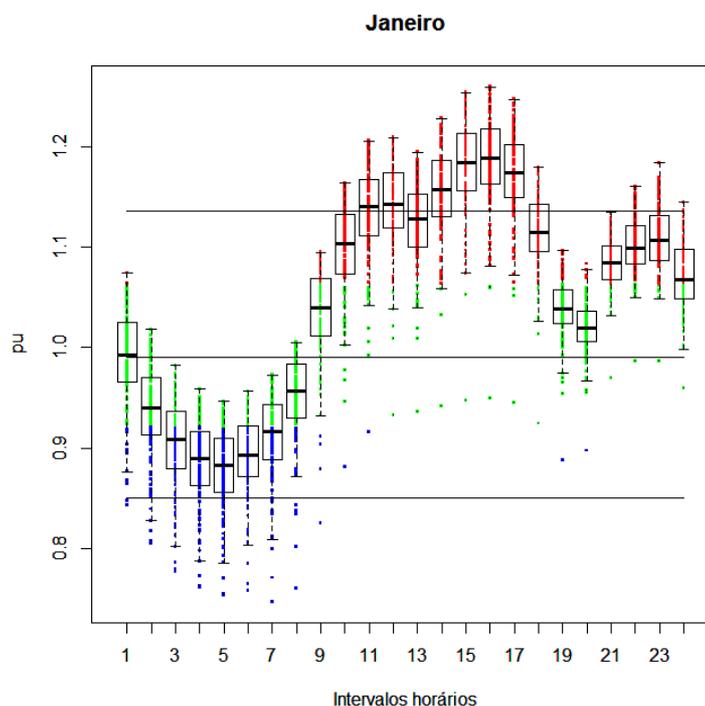


Figura 4. Dias úteis

Nas Figuras 4 e 5, cada ponto representa um registro horário da carga (em p.u. da demanda média mensal). No total há 3720 pontos, todos referentes ao mês de janeiro no período de 2014 até 2018. Por meio da análise de agrupamentos (*K Means*) os registros horários foram classificados em três *clusters*, conforme indicado pelas cores azul, verde e vermelho nas Figuras 4 e 5. Para cada intervalo horário apresenta-se um *boxplot* [4] dos respectivos registros horários da carga (em p.u. da demanda média mensal). Adicionalmente, as três linhas horizontais no interior da Figura 4 indicam os centroides dos *clusters*. Já na Figura 4, a linha referente ao maior centroide localiza-se fora da escala da figura.

Os 3720 registros horários, referentes ao mês de janeiro no período de 2014 até 2018, foram classificados em três *clusters*, cujas frequências são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 *Clusters*

<i>Clusters</i>	1	2	3
Frequência absoluta	1285	1317	1118
Frequência relativa (%)	35%	35%	30%
Frequência relativa x 24 horas	8,3 horas	8,5 horas	7,2 horas
centroide p.u. da demanda média mensal	1,1357	0,9909	0,8506

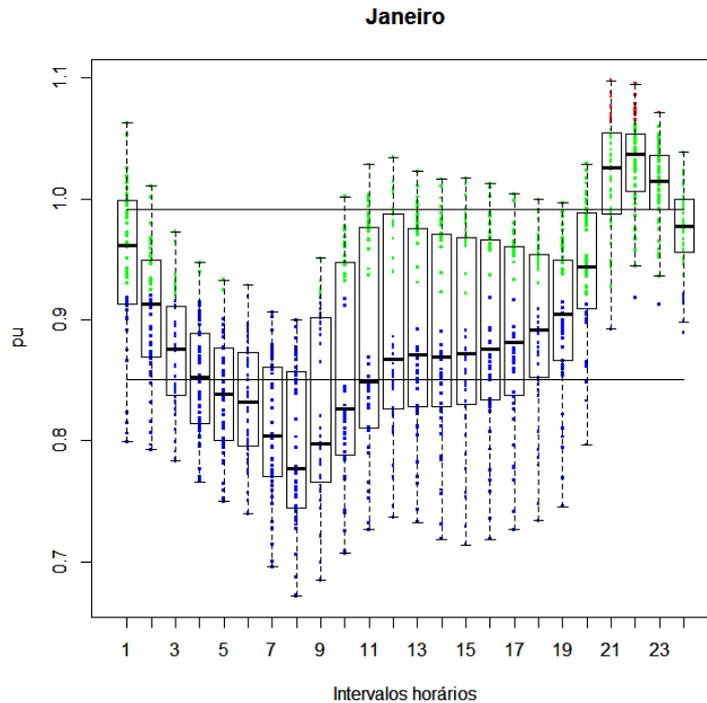


Figura 5. Sábados, domingos e feriados

A análise das Figuras 4 e 5 com base nos mesmos critérios adotados no relatório "Representação dos patamares de carga na cadeia de modelos computacionais do setor elétrico" [1], emitido pela CPAMP, sugere os intervalos horários indicados na Tabela 2 para os patamares de carga.

Tabela 2 Intervalos dos patamares de carga

Patamar	Pesado	Médio	Leve
Perfil de carga tipo 1, dias úteis	11 - 18	9-10 e 19-24	1 - 8
Perfil de carga tipo 2, demais dias		21-23	1-20 e 24

Conforme indicado na Figura 6, o intervalo referente ao patamar pesado no período de verão tem duração de 8 horas, entre 10:00 h e 18:00 h (entre os intervalos horários 11 e 18), portanto, compatível com o resultado indicado na Tabela 2. Adicionalmente, o patamar de carga leve abrange o horário entre 0:00 h e 8:00 h (entre os intervalos horários 1 e 8).



Figura 6. Intervalos dos patamares pesado, médio e leve para os dias úteis no período do verão

No caso dos sábados, domingos e feriados, conforme indicado na Figura 7, o intervalo referente ao patamar médio no período de verão tem duração de 3 horas, entre 20:00 h e 23:00 h (entre os intervalos horários 21 e 23), portanto, compatível com o resultado indicado na Tabela 2.

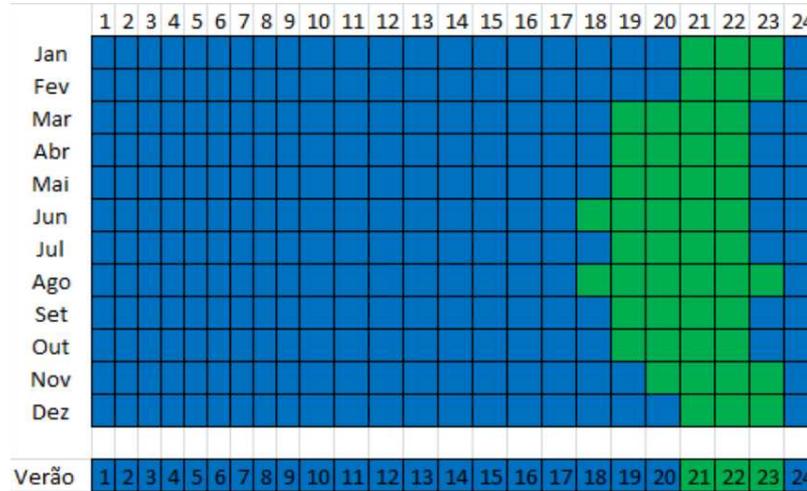


Figura 7. Intervalos dos patamares pesado, médio e leve para sábados, domingos e feriados no período do verão

Logo, para janeiro não há necessidade de modificar os intervalos e durações dos patamares de carga.

### 2.2 Resultados para fevereiro

A seguir, nas Figuras 8 e 9 são apresentados os novos resultados para fevereiro.

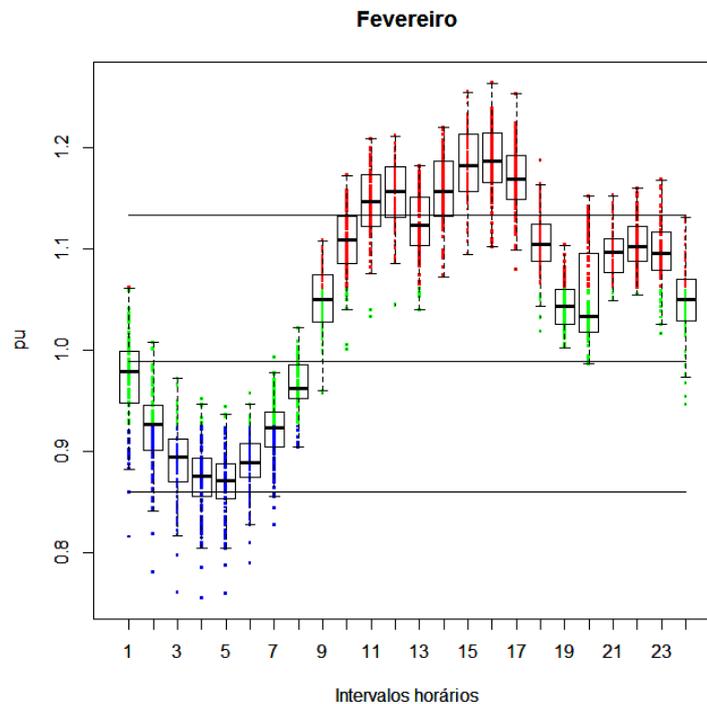


Figura 8. Dias úteis

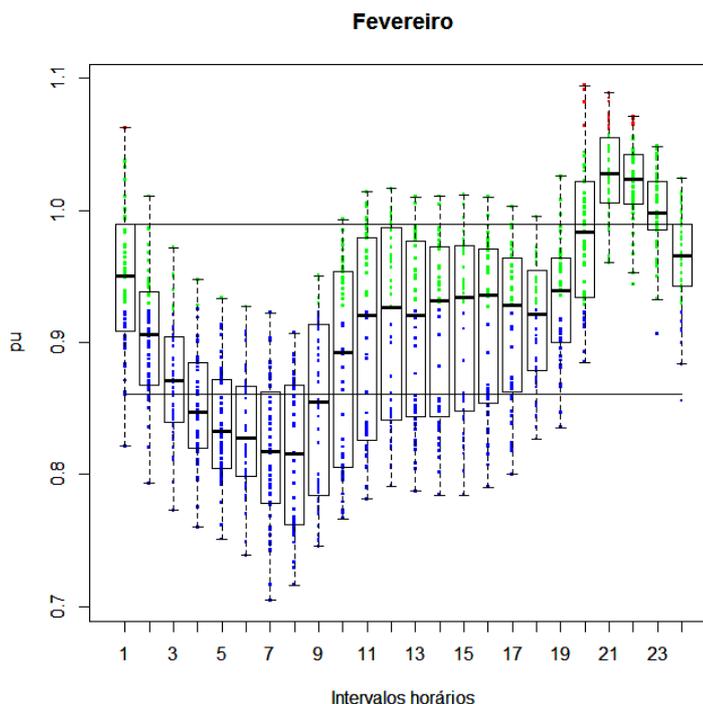


Figura 9. Sábados, domingos e feriados

Nas Figuras 8 e 9, cada ponto representa um registro horário da carga (em p.u. da demanda média mensal). No total há 3384 pontos, todos referentes ao mês de fevereiro no período de 2014 até 2018. Por meio da análise de agrupamentos (*K-Means*) os registros horários foram classificados em três *clusters*, conforme indicado pelas cores azul, verde e vermelho. Para cada intervalo horário apresenta-se um *boxplot* dos respectivos registros horários da carga (em p.u. da demanda média mensal). Adicionalmente, as três linhas horizontais no interior da Figura 8 indicam os centroides dos *clusters*. Já na Figura 9, a linha referente ao maior centroide localiza-se fora da escala da figura. Os 3384 registros horários, referentes ao mês de fevereiro no período de 2014 até 2018, foram classificados em três *clusters*, cujas frequências são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 *Clusters*

<i>Clusters</i>	1	2	3
Frequência absoluta	1083	1083	1218
Frequência relativa (%)	32%	32%	36%
Frequência relativa x 24 horas	7,7 horas	7,7 horas	8,6 horas
centroide p.u. da demanda média mensal	1,1333	0,9893	0,8608

A análise das Figuras 8 e 9 com base nos mesmos critérios adotados no relatório "Representação dos patamares de carga na cadeia de modelos computacionais do setor elétrico"[1], emitido pela CPAMP, sugere os intervalos horários indicados na Tabela 4 para os patamares de carga.

Tabela 4 Intervalos dos patamares de carga

Patamar	Pesado	Médio	Leve
Perfil de carga tipo 1, dias úteis	10 - 17	9 e 18-24	1 - 8
Perfil de carga tipo 2, demais dias		21-23	1-20 e 24

Conforme indicado na Figura 10, o intervalo referente ao patamar pesado no período de verão tem duração de 8 horas, entre 10:00 h e 18:00 h (entre os intervalos horários 11 e 18), portanto,

compatível com o resultado indicado na Tabela 4. Adicionalmente, o patamar de carga leve abrange o horário entre 0:00 h e 8:00 h (entre os intervalos horários 1 e 8).



Figura 10. Intervalos dos patamares pesado, médio e leve para os dias úteis no período do verão

No caso dos sábados, domingos e feriados, conforme indicado na Figura 11, o intervalo referente ao patamar médio no período de verão tem duração de 3 horas, entre 20:00 h e 23:00 h (entre os intervalos horários 21 e 23), portanto, compatível com o resultado indicado na Tabela 4.

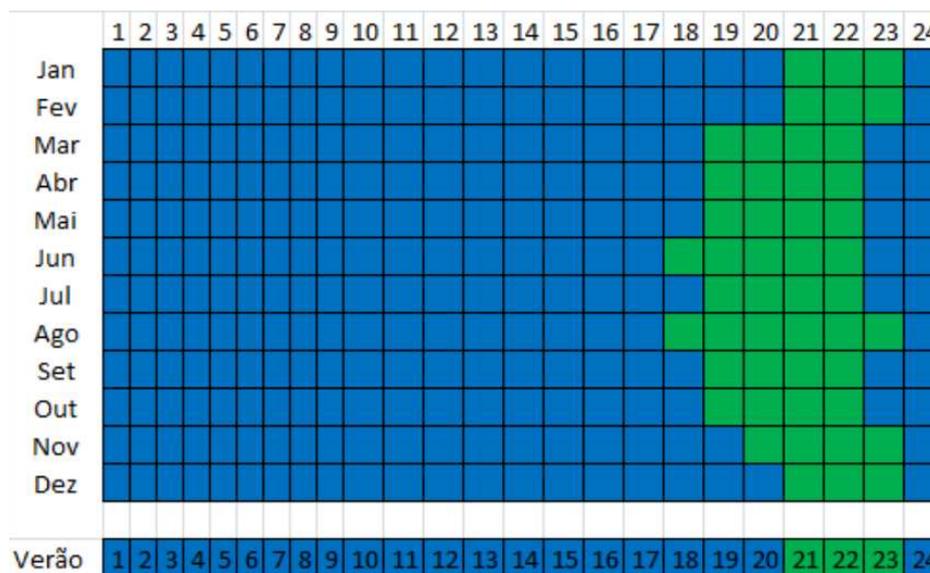


Figura 11. Intervalos dos patamares pesado, médio e leve para sábados, domingos e feriados no período do verão

Logo, para fevereiro não há necessidade de modificar os intervalos e durações dos patamares de carga.

**2.3 Resultados para março**

A seguir, nas Figuras 12 e 13 são apresentados os novos resultados para março.

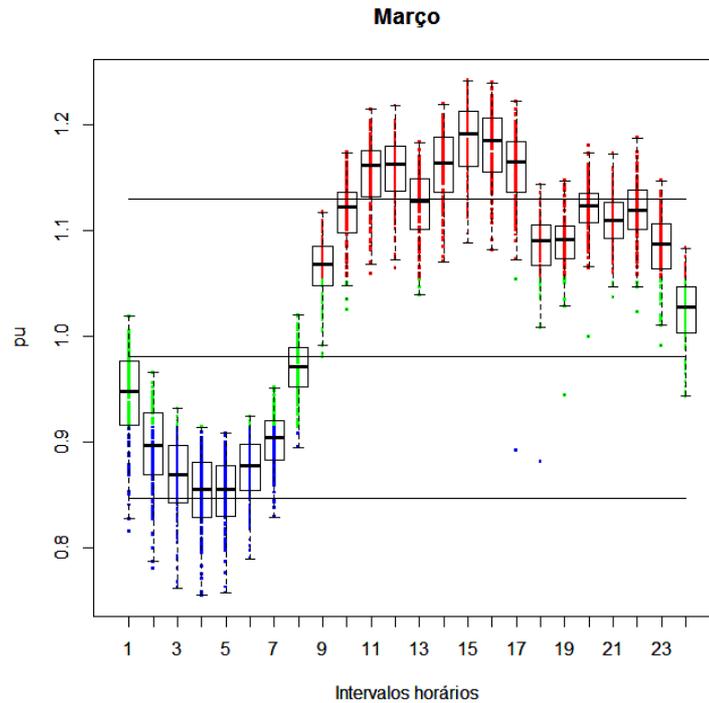


Figura 12. Dias úteis

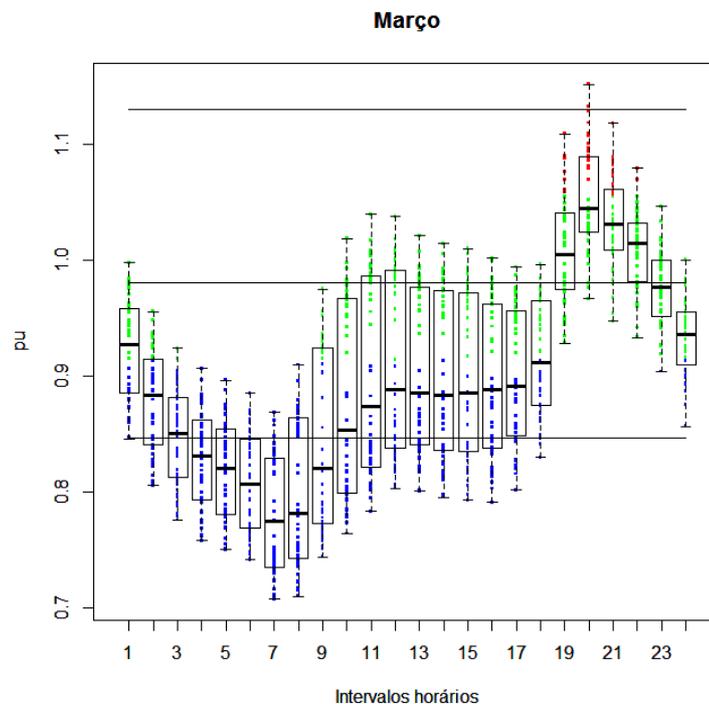


Figura 13. Sábados, domingos e feriados

Nas Figuras 12 e 13, cada ponto representa um registro horário da carga (em p.u. da demanda média mensal). No total há 3720 pontos, todos referentes ao mês de março no período de 2014 até 2018. Por meio da análise de agrupamentos (*K-Means*) os registros horários foram classificados em três *clusters*, conforme indicado pelas cores azul, verde e vermelho. Para cada intervalo horário apresenta-

**Relatório Técnico – 5566/2019**

se um *boxplot* dos respectivos registros horários da carga (em p.u. da demanda média mensal). Adicionalmente, as três linhas horizontais no interior das Figuras 12 e 13 indicam os centroides dos *clusters*. As frequências dos *clusters* são apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5 *Clusters*

<i>Clusters</i>	1	2	3
Frequência absoluta	1573	934	1213
Frequência relativa (%)	42%	25%	33%
Frequência relativa x 24 horas	10,2 horas	6,0 horas	7,8 horas
centroide p.u. da demanda média mensal	1,1296	0,9804	0,8470

A análise das Figuras 12 e 13 com base nos mesmos critérios adotados no relatório "Representação dos patamares de carga na cadeia de modelos computacionais do setor elétrico", emitido pela CPAMP, sugere os intervalos horários indicados na Tabela 6 para os patamares de carga.

Tabela 6 Intervalos dos patamares de carga

Patamar	Pesado	Médio	Leve
Perfil de carga tipo 1 , dias úteis	11 - 17	9-10 e 18-24	1 - 8
Perfil de carga tipo 2, demais dias		19-22	1-18 e 23-24

Conforme indicado na Figura 14, o intervalo referente ao patamar pesado no período de verão tem duração de 8 horas, entre 10:00 h e 18:00 h (entre os intervalos horários 11 e 18), portanto, compatível com o resultado indicado na Tabela 6. Adicionalmente, o patamar de carga leve abrange o horário entre 0:00 h e 8:00 h (entre os intervalos horários 1 e 8).

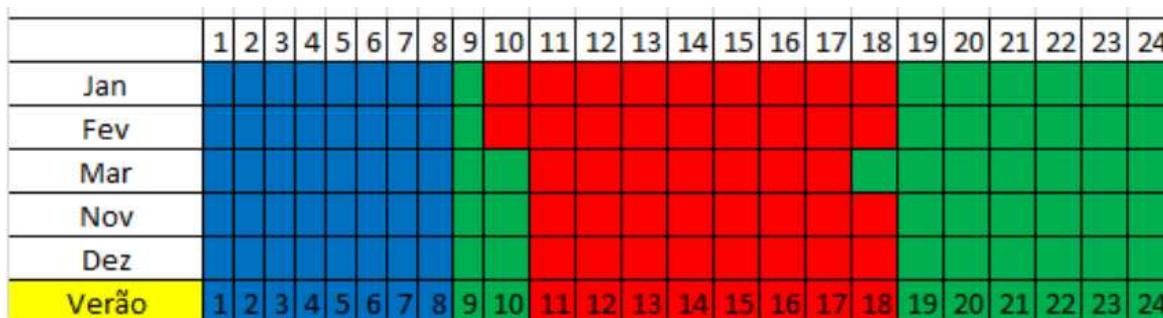


Figura 14. Intervalos dos patamares pesado, médio e leve para os dias úteis no período do verão

No caso dos sábados, domingos e feriados, conforme indicado na Figura 15, o intervalo referente ao patamar médio em março tem duração de 4 horas, entre 18:00 h e 22:00 h (entre os intervalos horários 19 e 22), portanto, compatível com o resultado indicado na Tabela 6.

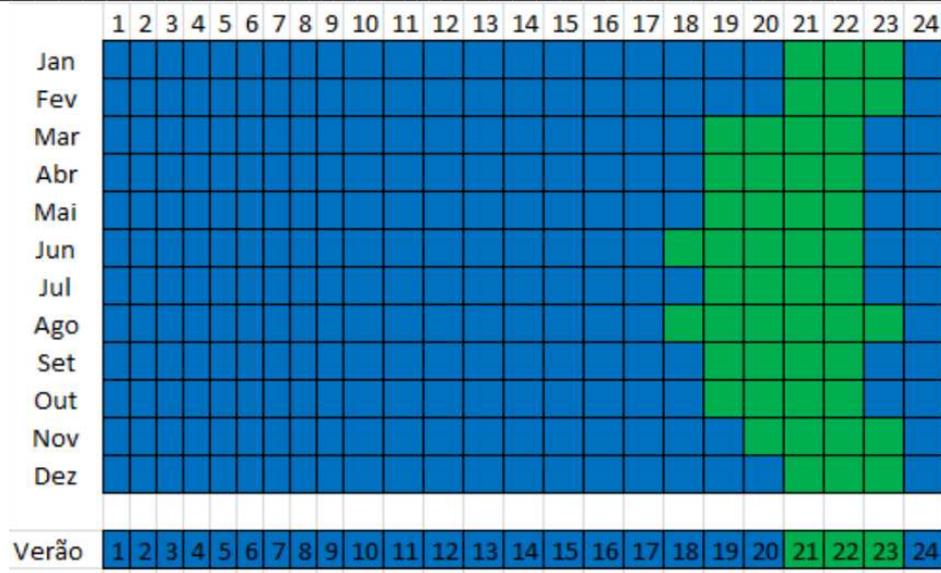


Figura 15. Intervalos dos patamares pesado, médio e leve para sábados, domingos e feriados no período do verão

Logo, para março não há necessidade de modificar os intervalos e durações dos patamares de carga.

**2.4 Resultados para abril**

A seguir, nas Figuras 16 e 17 são apresentados os novos resultados para abril.

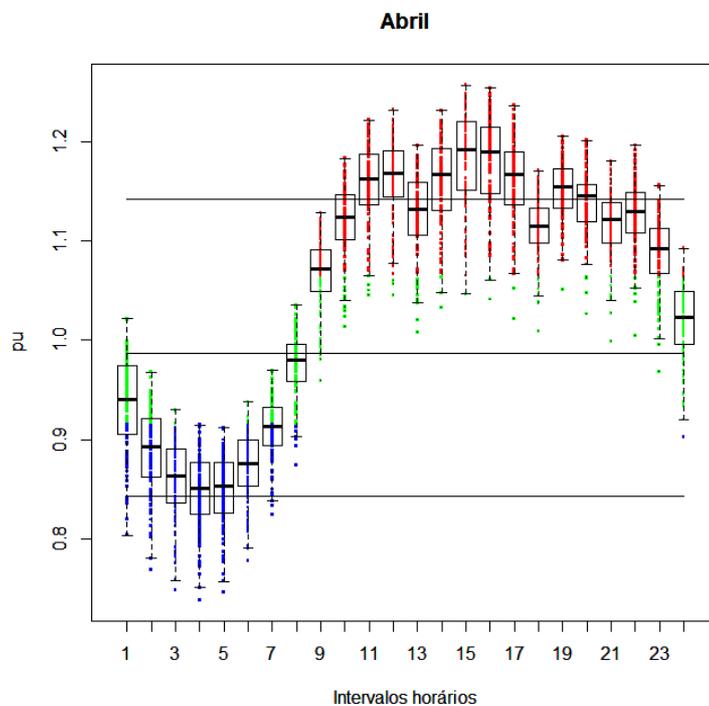


Figura 16. Dias úteis

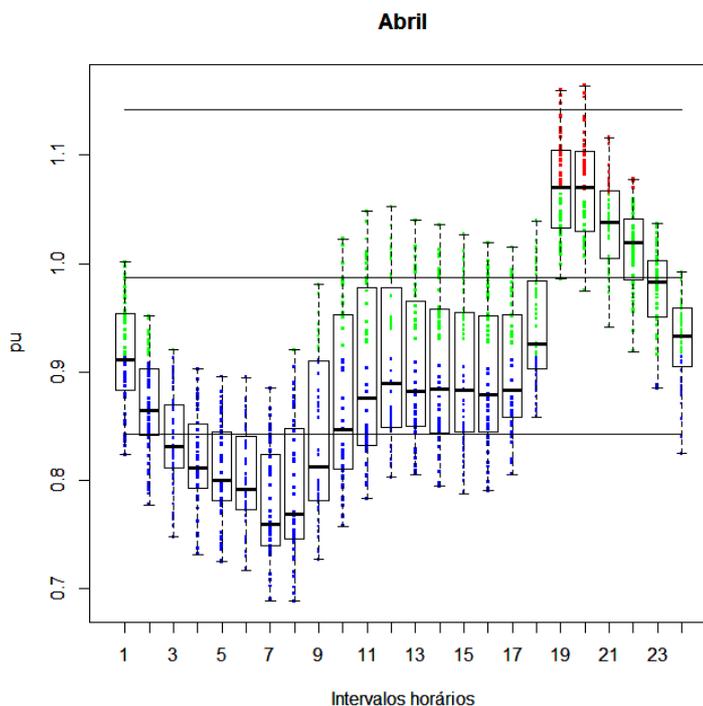


Figura 17. Sábados, domingos e feriados

Nas Figuras 16 e 17, cada ponto representa um registro horário da carga (em p.u. da demanda média mensal). No total há 3600 pontos, todos referentes ao mês de abril no período de 2014 até 2018. Por meio da análise de agrupamentos (*K-Means*) os registros horários foram classificados em três *clusters*, conforme indicado pelas cores azul, verde e vermelho. Para cada intervalo horário apresenta-se um *boxplot* dos respectivos registros horários da carga (em p.u. da demanda média mensal). Adicionalmente, as três linhas horizontais no interior das Figuras 16 e 17 indicam os centroides dos *clusters*. Os 3600 registros horários, referentes ao mês de abril no período de 2014 até 2018, foram classificados em três *clusters*, cujas frequências são apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7 Clusters

Clusters	1	2	3
Frequência absoluta	933	1440	1227
Frequência relativa (%)	26%	40%	34%
Frequência relativa x 24 horas	6,2 horas	9,6 horas	8,2 horas
centroide p.u. da demanda média mensal	1,1422	0,9868	0,8431

A análise das Figuras 16 e 17 com base nos mesmos critérios adotados no relatório "Representação dos patamares de carga na cadeia de modelos computacionais do setor elétrico", emitido pela CPAMP, sugere os intervalos horários indicados na Tabela 8 para os patamares de carga.

Tabela 8 Intervalos dos patamares de carga

Patamar	Pesado	Médio	Leve
Perfil de carga tipo 1, dias úteis	11 - 20	9-10 e 21-24	1 - 8
Perfil de carga tipo 2, demais dias		19-22	1-18 e 23-24

Conforme indicado na Figura 18, o intervalo referente ao patamar pesado no período intermediário tem duração de 10 horas, entre 10:00 h e 20:00 h (entre os intervalos horários 11 e 20), portanto, compatível com o resultado indicado na Tabela 8. Adicionalmente, o patamar de carga leve abrange o horário entre 0:00 h e 8:00 h (entre os intervalos horários 1 e 8).



Figura 18. Intervalos dos patamares pesado, médio e leve para os dias úteis no período do intermediário

No caso dos sábados, domingos e feriados, conforme indicado na Figura 19, o intervalo referente ao patamar médio em abril tem duração de 4 horas, entre 18:00 h e 22:00 h (entre os intervalos horários 19 e 22), portanto, compatível com o resultado indicado na Tabela 8.

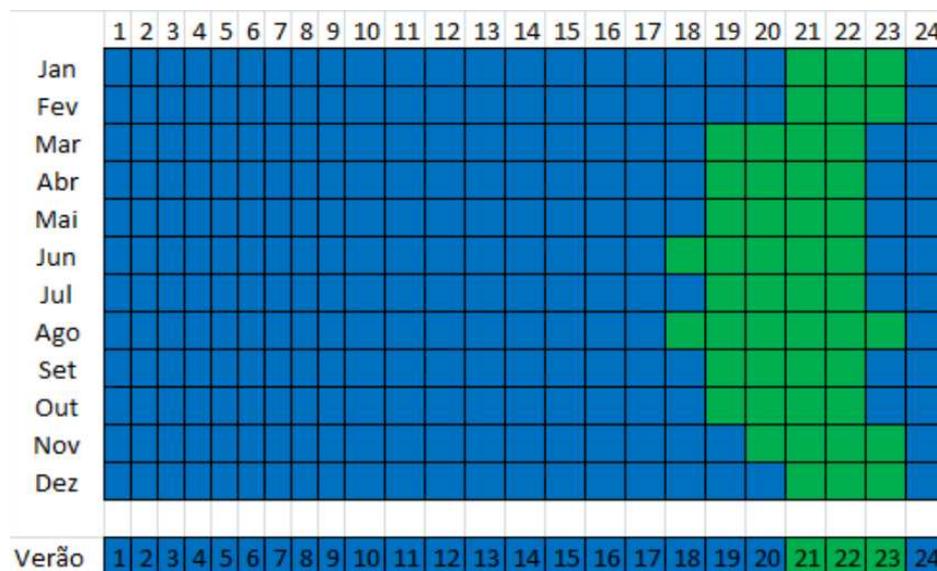


Figura 19. Intervalos dos patamares pesado, médio e leve para sábados, domingos e feriados

Logo, para abril não há necessidade de modificar os intervalos e durações dos patamares de carga.

### 2.5 Resultados para maio

A seguir, nas Figuras 20 e 21 são apresentados os novos resultados para maio, nas quais cada ponto representa um registro horário da carga (em p.u. da demanda média mensal). No total há 3720 pontos, todos referentes ao mês de maio no período de 2014 até 2018. Por meio da análise de agrupamentos (*K-Means*) os registros horários foram classificados em três *clusters*, conforme indicado pelas cores azul, verde e vermelho. Para cada intervalo horário apresenta-se um *boxplot* dos respectivos registros horários da carga (em p.u. da demanda média mensal). Adicionalmente, as três linhas horizontais no interior das Figuras 20 e 21 indicam os centroides dos *clusters*.

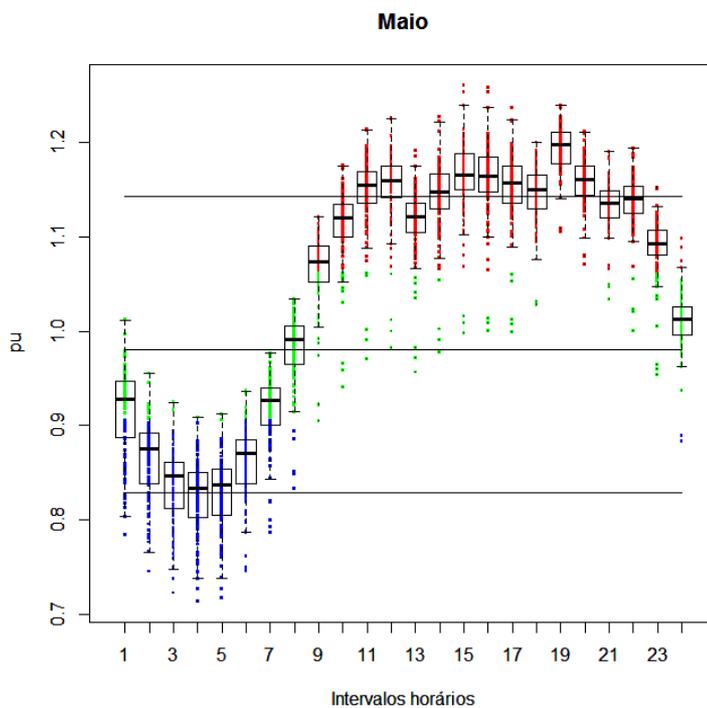


Figura 20. Dias úteis

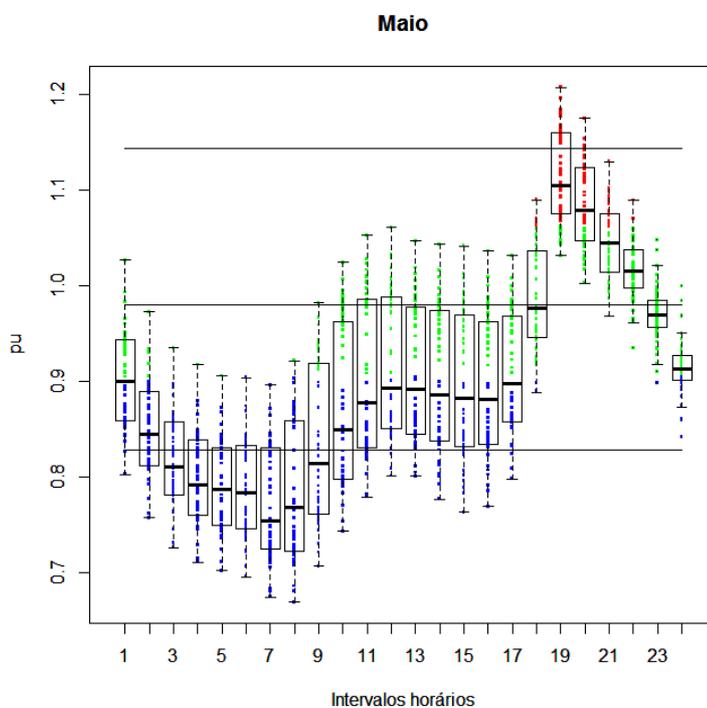


Figura 21. Sábados, domingos e feriados

Os 3720 registros horários, referentes ao mês de maio no período de 2014 até 2018, foram classificados em três *clusters*, cujas frequências são apresentadas na Tabela 9.

Tabela 9 Clusters

Clusters	1	2	3
Frequência absoluta	1210	1571	939
Frequência relativa (%)	33%	42%	25%
Frequência relativa x 24 horas	7,8 horas	10,1 horas	6,1 horas
centroide p.u. da demanda média mensal	1,1434	0,9805	0,8290

A análise das Figuras 20 e 21 com base nos mesmos critérios adotados no relatório "Representação dos patamares de carga na cadeia de modelos computacionais do setor elétrico", emitido pela CPAMP, sugere os intervalos horários indicados na Tabela 10 para os patamares de carga.

Tabela 10 Intervalos dos patamares de carga

Patamar	Pesado	Médio	Leve
Perfil de carga tipo 1 , dias úteis	11 - 22	8-10 e 23-24	1 - 7
Perfil de carga tipo 2, demais dias		19-22	1-18 e 23-24

Conforme indicado na Figura 22, o intervalo referente ao patamar pesado no período de inverno tem duração de 12 horas, entre 10:00 h e 22:00 h (entre os intervalos horários 11 e 22), portanto, compatível com o resultado indicado na Tabela 10. Adicionalmente, o patamar de carga leve abrange o horário entre 0:00 h e 7:00 h (entre os intervalos horários 1 e 7).

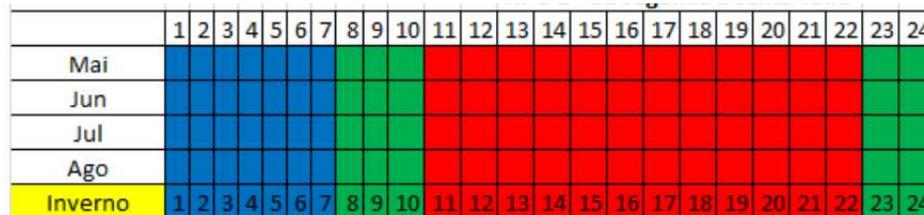


Figura 22. Intervalos dos patamares pesado, médio e leve para os dias úteis no período do inverno

No caso dos sábados, domingos e feriados, conforme indicado na Figura 23, o intervalo referente ao patamar médio em maio tem duração de 4 horas, entre 18:00 h e 22:00 h (entre os intervalos horários 19 e 22), portanto, compatível com o resultado indicado na Tabela 10.

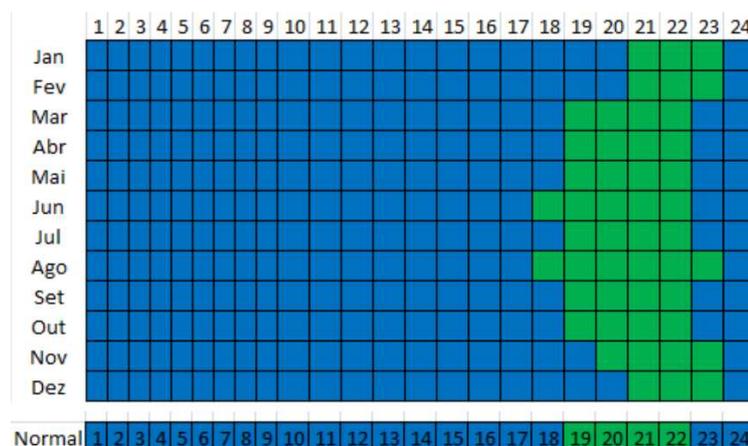


Figura 23. Intervalos dos patamares pesado, médio e leve para sábados, domingos e feriados no período normal

Logo, para maio não há necessidade de modificar os intervalos e durações dos patamares de carga.

2.6 Resultados para junho

A seguir, nas Figuras 24 e 25 são apresentados os novos resultados para junho.

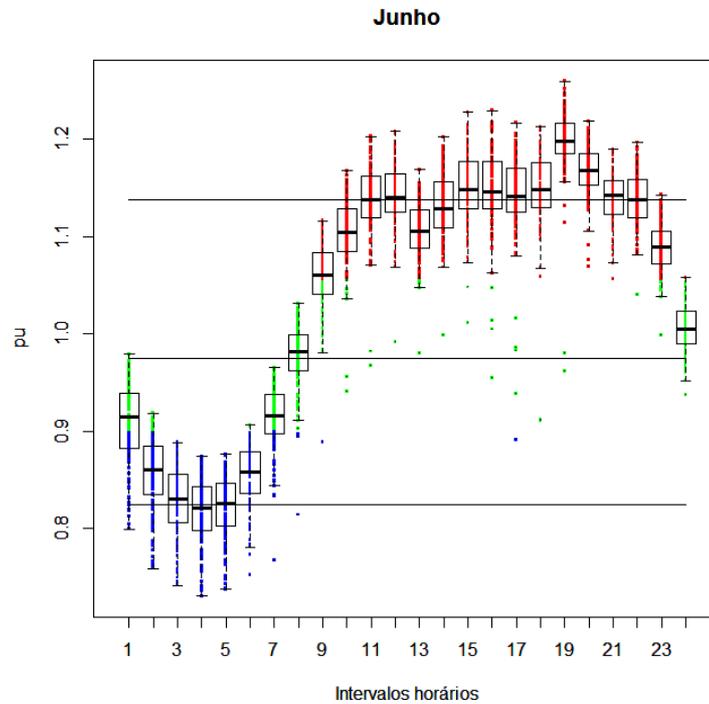


Figura 24. Dias úteis

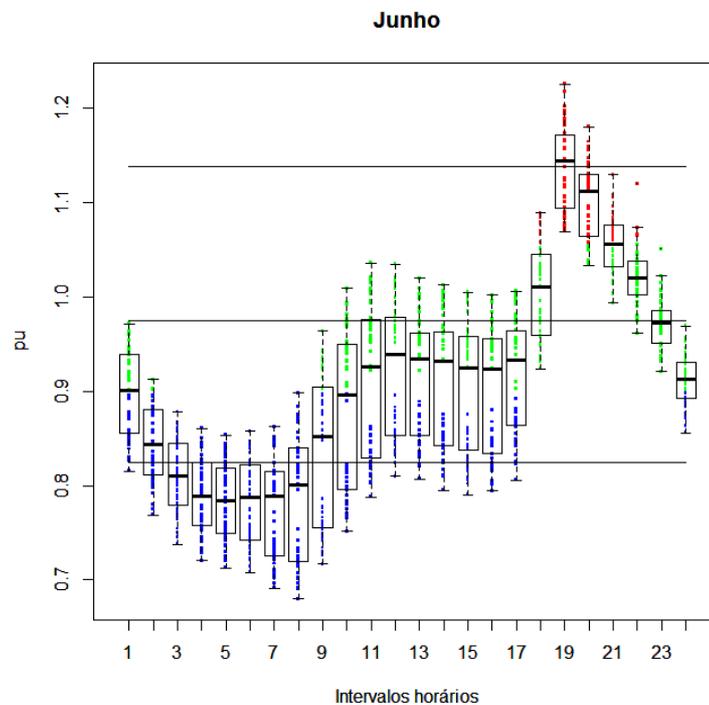


Figura 25. Sábados, domingos e feriados

Nas Figuras 24 e 25, cada ponto representa um registro horário da carga (em p.u. da demanda média mensal). No total há 3600 pontos, todos referentes ao mês de junho no período de 2014 até 2018. Por meio da análise de agrupamentos (*K-Means*) os registros horários foram classificados em três *clusters*, conforme indicado pelas cores azul, verde e vermelho. Para cada intervalo horário apresenta-se um *boxplot* dos respectivos registros horários da carga (em p.u. da demanda média mensal). Adicionalmente, as três linhas horizontais no interior das Figuras 24 e 25 indicam os centroides dos *clusters*. Os 3600 registros horários, referentes ao mês de junho no período de 2014 até 2018, foram classificados em três *clusters*, cujas frequências são apresentadas na Tabela 11.

Tabela 11 *Clusters*

<i>Clusters</i>	1	2	3
Frequência absoluta	870	1600	1130
Frequência relativa (%)	24%	44%	32%
Frequência relativa x 24 horas	5,8 horas	10,7 horas	7,5 horas
centroide p.u. da demanda média mensal	1,1376	0,9745	0,8247

A análise das Figuras 24 e 25 com base nos mesmos critérios adotados no relatório "Representação dos patamares de carga na cadeia de modelos computacionais do setor elétrico", emitido pela CPAMP, sugere os intervalos horários indicados na Tabela 12 para os patamares de carga.

Tabela 12 Intervalos dos patamares de carga

Patamar	Pesado	Médio	Leve
Perfil de carga tipo 1, dias úteis	11 - 22	8-10 e 23-24	1 - 7
Perfil de carga tipo 2, demais dias		18-22	1-17 e 23-24

Conforme indicado na Figura 26, o intervalo referente ao patamar pesado no período de inverno tem duração de 12 horas, entre 10:00 h e 22:00 h (entre os intervalos horários 11 e 22), portanto, compatível com o resultado indicado na Tabela 12. Adicionalmente, o patamar de carga leve abrange o horário entre 0:00 h e 7:00 h (entre os intervalos horários 1 e 7).



Figura 26. Intervalos dos patamares pesado, médio e leve para os dias úteis no período do inverno

No caso dos sábados, domingos e feriados, conforme indicado na Figura 27, o intervalo referente ao patamar médio em junho tem duração de 5 horas, entre 17:00 h e 22:00 h (entre os intervalos horários 18 e 22), portanto, compatível com o resultado indicado na Tabela 12.

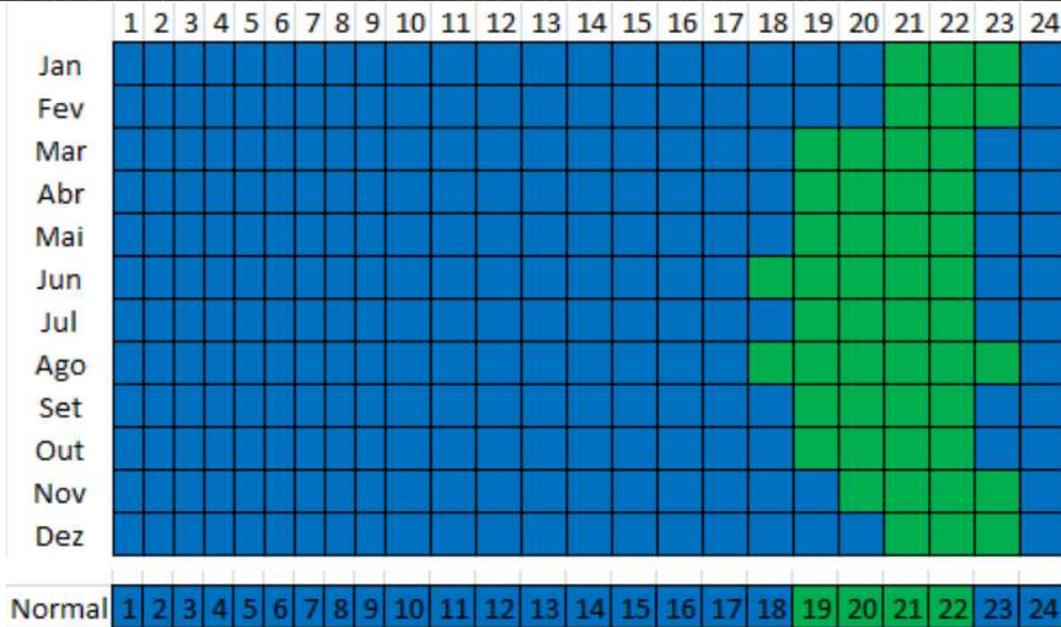


Figura 27. Intervalos dos patamares pesado, médio e leve para sábados, domingos e feriados no período normal

Logo, para junho não há necessidade de modificar os intervalos e durações dos patamares de carga.

**2.7 Resultados para julho**

A seguir, nas Figuras 27 e 28 são apresentados os novos resultados para Julho.

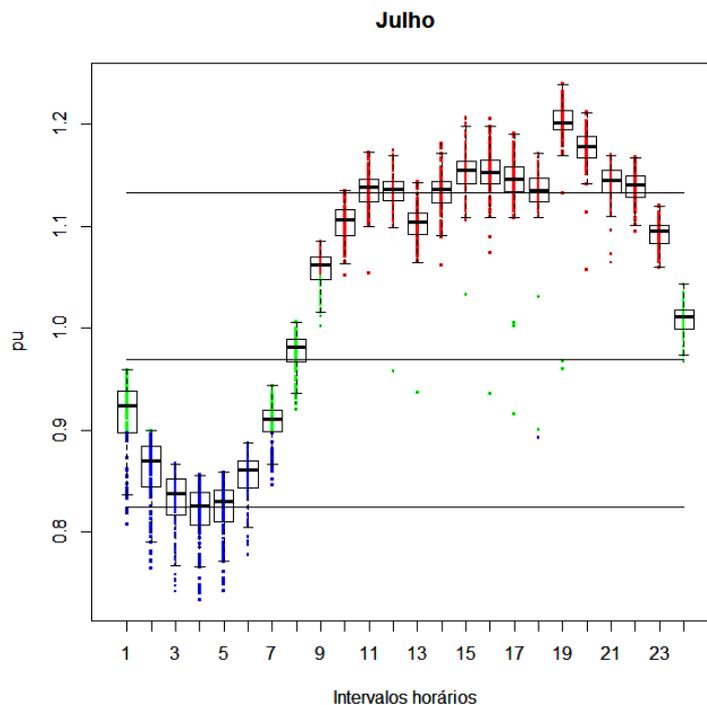


Figura 28. Dias úteis

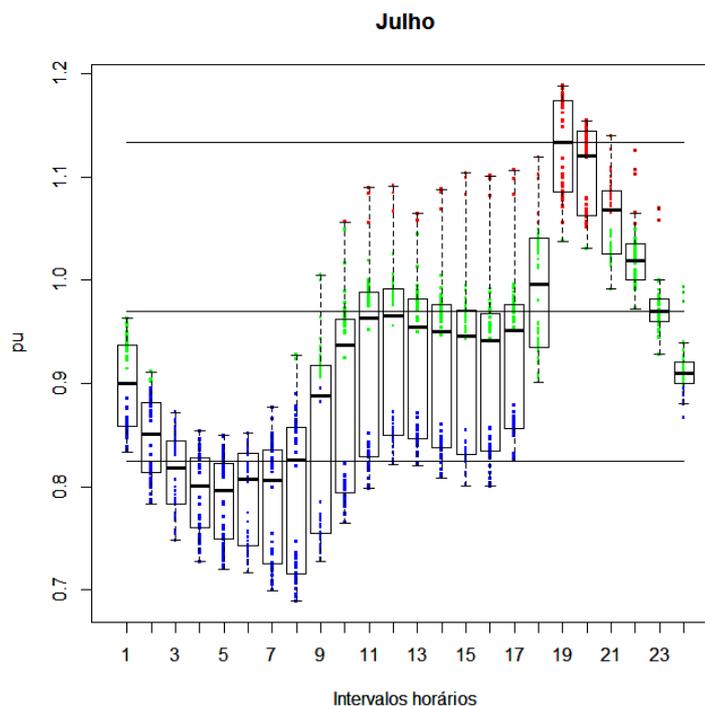


Figura 29. Sábados, domingos e feriados

Nas Figuras 28 e 29, cada ponto representa um registro horário da carga (em p.u. da demanda média mensal). No total há 3720 pontos, todos referentes ao mês de julho no período de 2014 até 2018. Por meio da análise de agrupamentos (*K Means*) os registros horários foram classificados em três *clusters*, conforme indicado pelas cores azul, verde e vermelho. Para cada intervalo horário apresenta-se um *boxplot* dos respectivos registros horários da carga (em p.u. da demanda média mensal). Adicionalmente, as três linhas horizontais no interior das Figuras 28 e 29 indicam os centroides dos *clusters*. Os 3720 registros horários, referentes ao mês de julho no período de 2014 até 2018, foram classificados em três *clusters*, cujas frequências são apresentadas na Tabela 13.

Tabela 13 Patamares e durações

<i>Clusters</i>	1	2	3
Frequência absoluta	856	1710	1154
Frequência relativa (%)	23%	46%	31%
Frequência relativa x 24 horas	5,5 horas	11,0 horas	7,5 horas
centroide p.u. da demanda média mensal	1,1332	0,9694	0,8252

A análise das Figuras 28 e 29 com base nos mesmos critérios adotados no relatório "Representação dos patamares de carga na cadeia de modelos computacionais do setor elétrico", emitido pela CPAMP, sugere os intervalos horários indicados na Tabela 14 para os patamares de carga.

Tabela 14 Intervalos dos patamares de carga

Patamar	Pesado	Médio	Leve
Perfil de carga tipo 1, dias úteis	11 - 22	8-10 e 23-24	1 - 7
Perfil de carga tipo 2, demais dias		18-22	1-17 e 23-24

Conforme indicado na Figura 30, o intervalo referente ao patamar pesado no período de inverno tem duração de 12 horas, entre 10:00 h e 22:00 h (entre os intervalos horários 11 e 22), portanto, compatível com o resultado indicado na Tabela 14. Adicionalmente, o patamar de carga leve abrange o horário entre 0:00 h e 7:00 h (entre os intervalos horários 1 e 7).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Mai	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Green	Green	Green	Red	Green	Green												
Jun	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Green	Green	Green	Red	Green	Green												
Jul	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Green	Green	Green	Red	Green	Green												
Ago	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Green	Green	Green	Red	Green	Green												
Inverno	Yellow	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Green	Green	Green	Red	Green	Green												

Figura 30. Intervalos dos patamares pesado, médio e leve para os dias úteis no período do inverno

No caso dos sábados, domingos e feriados, conforme indicado na Figura 31, o intervalo referente ao patamar médio em julho tem duração de 5 horas, entre 17:00 h e 22:00 h (entre os intervalos horários 18 e 22), portanto, compatível com o resultado indicado na Tabela 14.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Jan	Blue																							
Fev	Blue																							
Mar	Blue																							
Abr	Blue																							
Mai	Blue																							
Jun	Blue																							
Jul	Blue																							
Ago	Blue																							
Set	Blue																							
Out	Blue																							
Nov	Blue																							
Dez	Blue																							
Normal	Blue																							

Figura 31. Intervalos dos patamares pesado, médio e leve para sábados, domingos e feriados no período normal

Logo, para julho não há necessidade de modificar os intervalos e durações dos patamares de carga.

### 2.8 Resultados para agosto

A seguir, nas Figuras 32 e 33 são apresentados os novos resultados para agosto, nas quais cada ponto representa um registro horário da carga (em p.u. da demanda média mensal). No total há 3720 pontos, todos referentes ao mês de agosto no período de 2014 até 2018. Por meio da análise de agrupamentos (*K-Means*) os registros horários foram classificados em três *clusters*, conforme indicado pelas cores azul, verde e vermelho. Para cada intervalo horário apresenta-se um *boxplot* dos respectivos registros horários da carga (em p.u. da demanda média mensal). Adicionalmente, as três linhas horizontais no interior das Figuras 32 e 33 indicam os centroides dos *clusters*. Os 3720 registros horários, referentes ao mês de agosto no período de 2014 até 2018, foram classificados em três *clusters*, cujas frequências são apresentadas na Tabela 15.

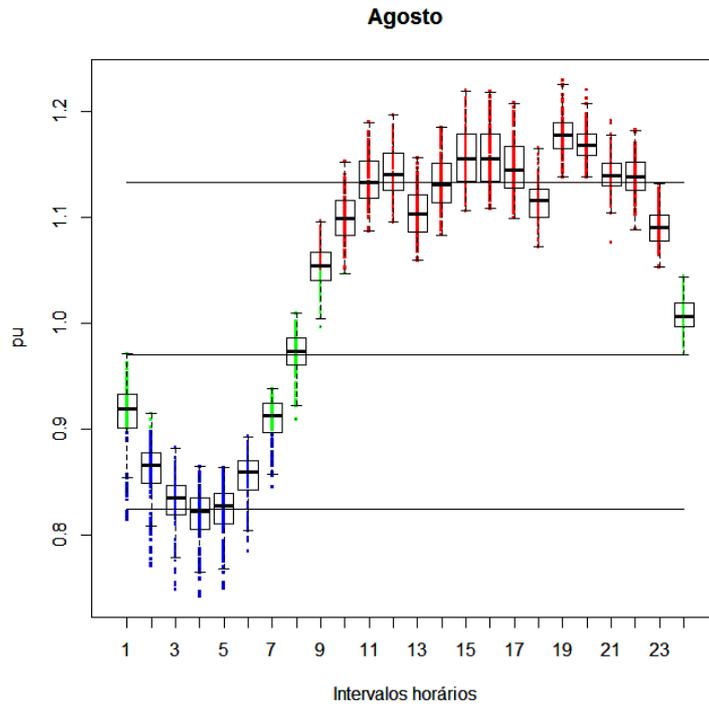


Figura 32. Dias úteis

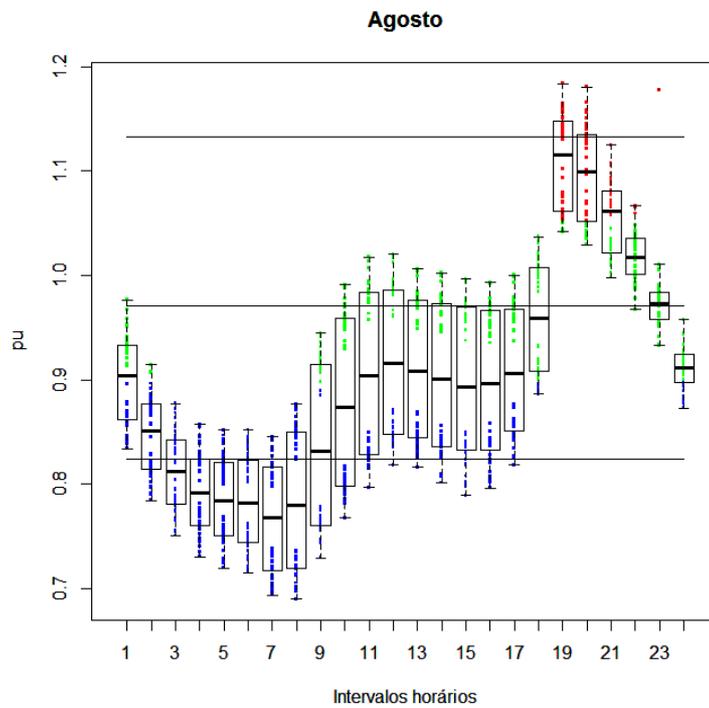


Figura 33. Sábados, domingos e feriados

Tabela 15 Clusters

Clusters	1	2	3
Frequência absoluta	1712	859	1149
Frequência relativa (%)	46%	23%	31%
Frequência relativa x 24 horas	11 horas	5,5 horas	7,5 horas
centroide p.u. da demanda média mensal	1,1326	0,9704	0,8245

A análise das Figuras 32 e 33 com base nos mesmos critérios adotados no relatório "Representação dos patamares de carga na cadeia de modelos computacionais do setor elétrico", emitido pela CPAMP, sugere os intervalos horários indicados na Tabela 16 para os patamares de carga.

Tabela 16 Intervalos dos patamares de carga

Patamar	Pesado	Médio	Leve
Perfil de carga tipo 1 , dias úteis	11 - 22	8-10 e 23-24	1 - 7
Perfil de carga tipo 2, demais dias		19-23	1-18 e 24

Conforme indicado na Figura 34, o intervalo referente ao patamar pesado no período de inverno tem duração de 12 horas, entre 10:00 h e 22:00 h (entre os intervalos horários 11 e 22), portanto, compatível com o resultado indicado na Tabela 16. Adicionalmente, o patamar de carga leve abrange o horário entre 0:00 h e 7:00 h (entre os intervalos horários 1 e 7).



Figura 34. Intervalos dos patamares pesado, médio e leve para os dias úteis no período do inverno

No caso dos sábados, domingos e feriados, conforme indicado na Figura 35, o intervalo referente ao patamar médio em Junho tem duração de 6 horas, entre 17:00 h e 23:00 h (entre os intervalos horários 18 e 23), portanto, compatível com o resultado indicado na Tabela 16.

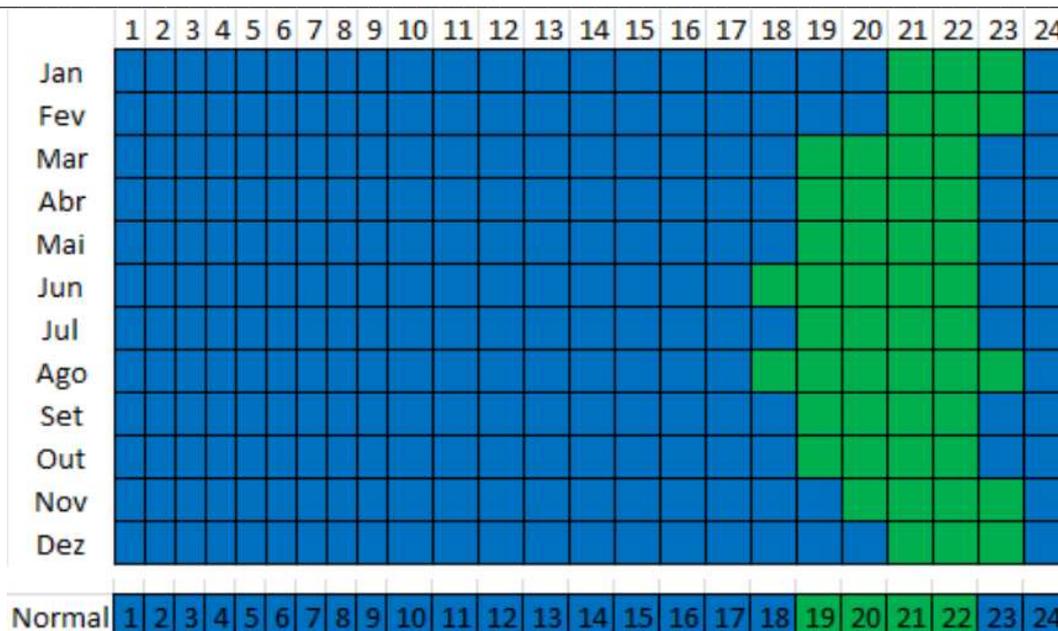


Figura 35. Intervalos dos patamares pesado, médio e leve para sábados, domingos e feriados no período normal

Logo, para agosto não há necessidade de modificar os intervalos e durações dos patamares de carga.

### 2.9 Resultados para setembro

A seguir, nas Figuras 36 e 37 são apresentados os novos resultados para setembro.

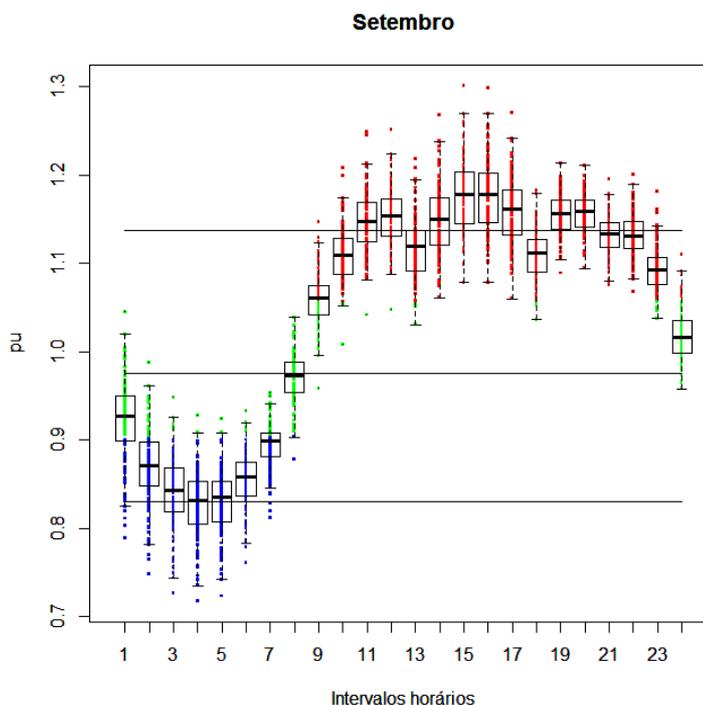


Figura 36. Dias úteis

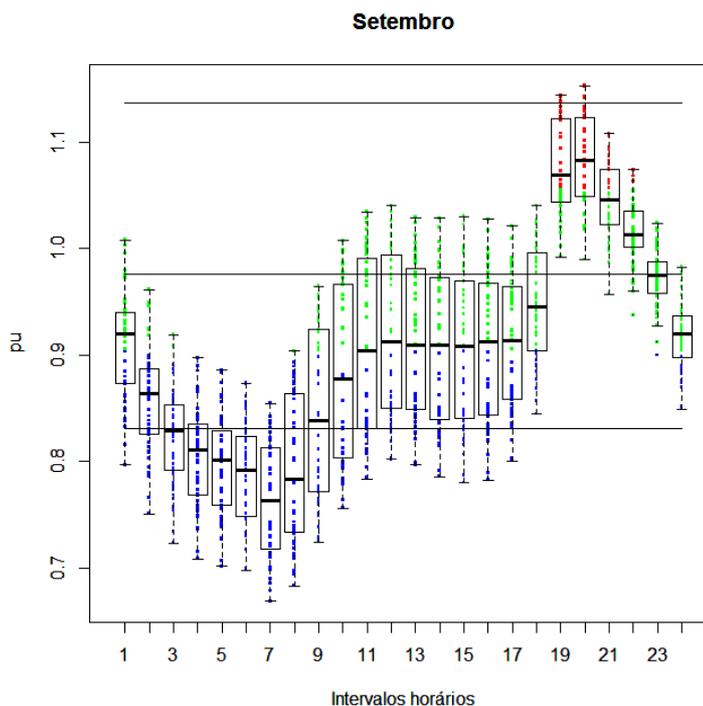


Figura 37. Sábados, domingos e feriados

Nas Figuras 36 e 37, cada ponto representa um registro horário da carga (em p.u. da demanda média mensal). No total há 3600 pontos, todos referentes ao mês de setembro no período de 2014 até 2018. Por meio da análise de agrupamentos (*K-Means*) os registros horários foram classificados em três *clusters*, conforme indicado pelas cores azul, verde e vermelho. Para cada intervalo horário apresenta-se um *boxplot* dos respectivos registros horários da carga (em p.u. da demanda média mensal). Adicionalmente, as três linhas horizontais no interior das Figuras 36 e 37 indicam os centroides dos *clusters*. Os 3600 registros horários, referentes ao mês de setembro no período de 2014 até 2018, foram classificados em três *clusters*, cujas frequências são apresentadas na Tabela 17.

Tabela 17 *Clusters*

<i>Clusters</i>	1	2	3
Frequência absoluta	872	1575	1153
Frequência relativa (%)	24%	44%	32%
Frequência relativa x 24 horas	5,8 horas	10,5 horas	7,7 horas
centroide p.u. da demanda média mensal	1,1369	0,9762	0,8309

A análise das Figuras 36 e 37 com base nos mesmos critérios adotados no relatório "Representação dos patamares de carga na cadeia de modelos computacionais do setor elétrico", emitido pela CPAMP, sugere os intervalos horários indicados na Tabela 18 para os patamares de carga.

Tabela 18 Intervalos dos patamares de carga

Patamar	Pesado	Médio	Leve
Perfil de carga tipo 1, dias úteis	11 - 20	9-10 e 21-24	1 - 8
Perfil de carga tipo 2, demais dias		19-22	1-18 e 23-24

Conforme indicado na Figura 38, o intervalo referente ao patamar pesado no período intermediário tem duração de 10 horas, entre 10:00 h e 20:00 h (entre os intervalos horários 11 e 20), portanto, compatível com o resultado indicado na Tabela 18. Adicionalmente, o patamar de carga leve abrange o horário entre 0:00 h e 8:00 h (entre os intervalos horários 1 e 8).



Figura 38. Intervalos dos patamares pesado, médio e leve para os dias úteis no período intermediário

No caso dos sábados, domingos e feriados, conforme indicado na Figura 39, o intervalo referente ao patamar médio em Junho tem duração de 4 horas, entre 18:00 h e 22:00 h (entre os intervalos horários 19 e 22), portanto, compatível com o resultado indicado na Tabela 18.

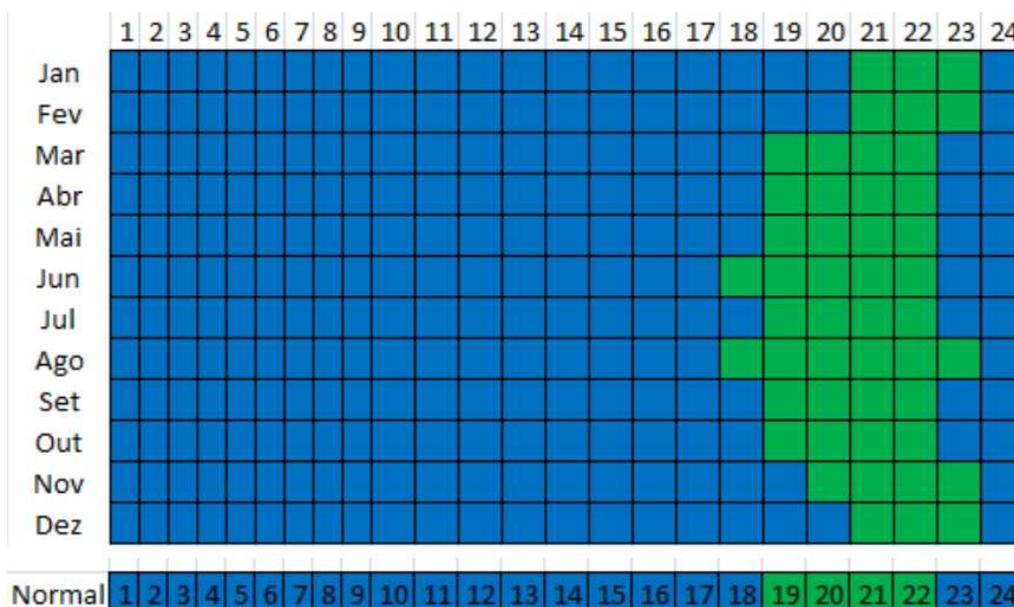


Figura 39. Intervalos dos patamares pesado, médio e leve para sábados, domingos e feriados no período normal

Logo, para setembro não há necessidade de modificar os intervalos e durações dos patamares de carga.

### 2.10 Resultados para outubro

A seguir, nas Figuras 40 e 41 são apresentados os novos resultados para outubro, nas quais cada ponto representa um registro horário da carga (em p.u. da demanda média mensal). No total há 3720 pontos, todos referentes ao mês de outubro no período de 2014 até 2018. Por meio da análise de agrupamentos (*K-Means*) os registros horários foram classificados em três *clusters*, conforme indicado pelas cores azul, verde e vermelho. Para cada intervalo horário apresenta-se um *boxplot* dos respectivos registros horários da carga (em p.u. da demanda média mensal). Adicionalmente, as três linhas horizontais no interior das Figuras 40 e 41 indicam os centroides dos *clusters*.

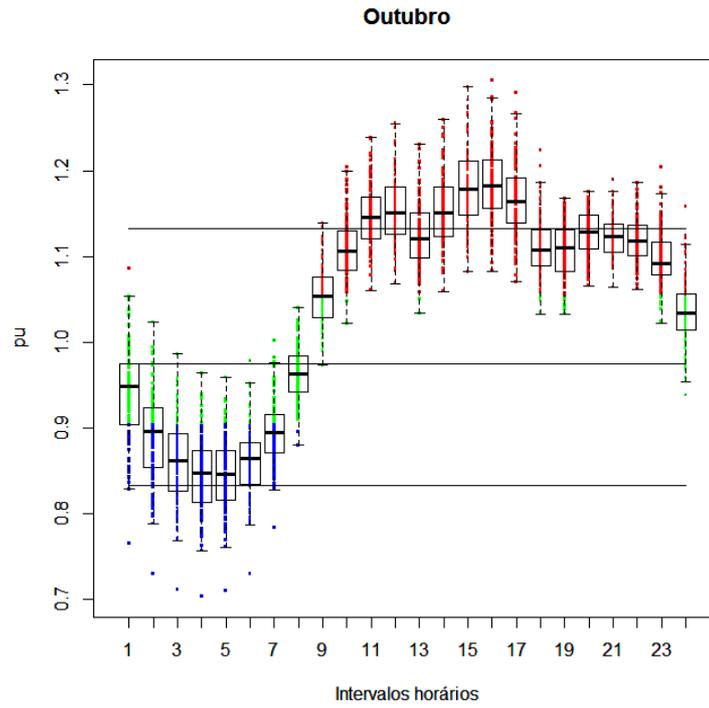


Figura 40. Dias úteis

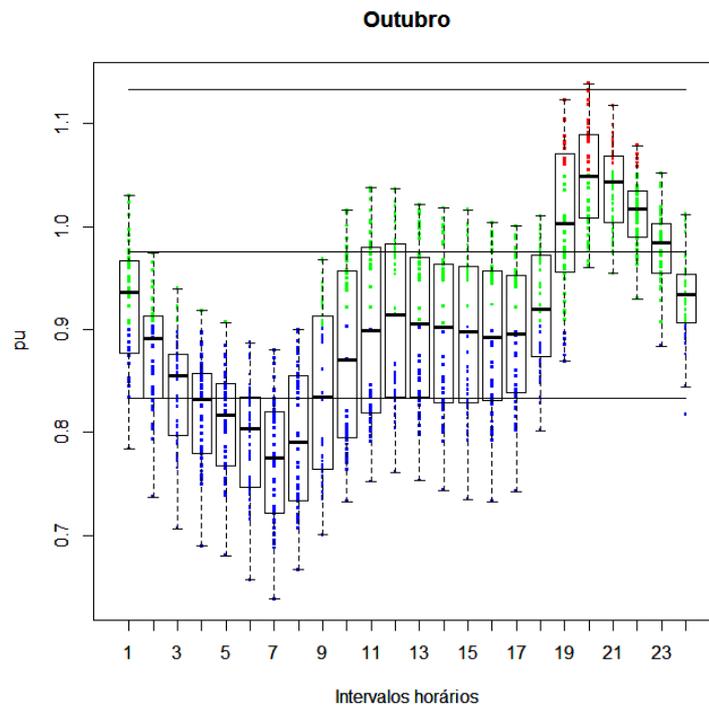


Figura 41. Sábados, domingos e feriados

Os 3720 registros horários, referentes ao mês de outubro no período de 2014 até 2018, foram classificados em três *clusters*, cujas frequências são apresentadas na Tabela 19.

Tabela 19 Clusters

Clusters	1	2	3
Frequência absoluta	971	1611	1138
Frequência relativa (%)	26%	43%	31%
Frequência relativa x 24 horas	6,3 horas	10,4 horas	7,3 horas
centroide p.u. da demanda média mensal	1,1329	0,9750	0,8332

A análise das Figuras 40 e 41 com base nos mesmos critérios adotados no relatório "Representação dos patamares de carga na cadeia de modelos computacionais do setor elétrico", emitido pela CPAMP, sugere os intervalos horários indicados na Tabela 20 para os patamares de carga.

Tabela 20 Intervalos dos patamares de carga

Patamar	Pesado	Médio	Leve
Perfil de carga tipo 1, dias úteis	11 - 17	9-10 e 18-24	1 - 8
Perfil de carga tipo 2, demais dias		19-23	1-18 e 24

Conforme indicado na Figura 42, o intervalo referente ao patamar pesado no período intermediário tem duração de 10 horas, entre 10:00 h e 20:00 h (entre os intervalos horários 11 e 20), portanto, um pouco superior ao resultado indicado na Tabela 20. Vale ressaltar que na análise realizada neste relatório não houve a separação entre os períodos antes e após o horário de verão. Contudo, o patamar de carga leve abrange o horário entre 0:00 h e 8:00 h (entre os intervalos horários 1 e 8).

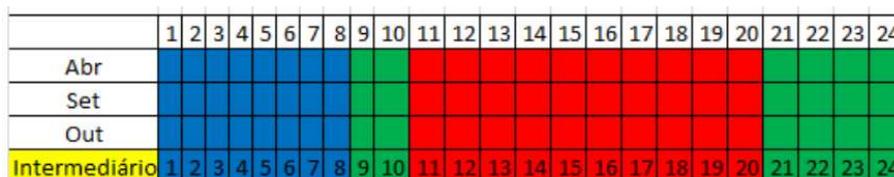


Figura 42. Intervalos dos patamares pesado, médio e leve para os dias úteis no período intermediário

No caso dos sábados, domingos e feriados, conforme indicado na Figura 43, o intervalo referente ao patamar médio em Junho tem duração de 4 horas, entre 18:00 h e 22:00 h (entre os intervalos horários 19 e 22), portanto, compatível com o resultado indicado na Tabela 20.

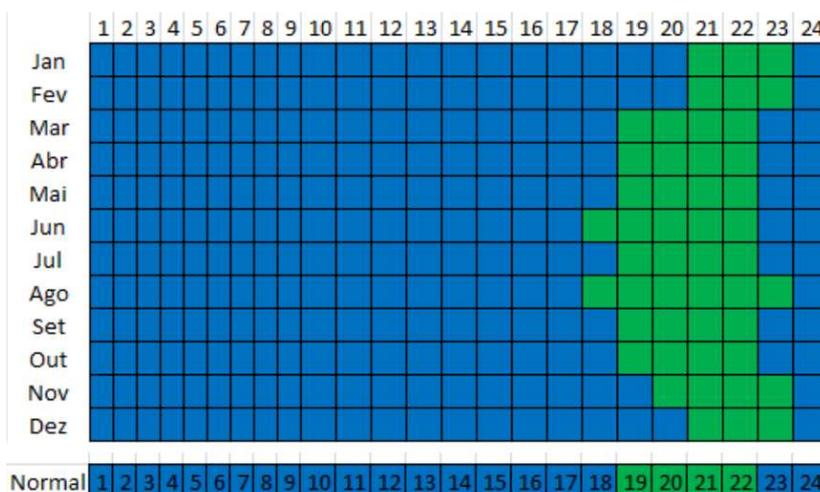


Figura 43. Intervalos dos patamares pesado, médio e leve para sábados, domingos e feriados no período normal

Para o mês de outubro há uma diferença na duração do patamar pesado. Porém no *loadplot* do perfil tipo 1 (Figura 40), a mediana (1,1283) do *boxplot* no 20º intervalo horário está ligeiramente abaixo

do patamar do centroide mais elevado (1,1329), uma diferença de aproximadamente 0,4%. Em função desta pequena flutuação, o 20º intervalo horário poderia ser alocado no patamar médio e, em função dos critérios adotados, levaria consigo os 18º e 19º intervalos horários. Considerando-se que uma flutuação de 0,4% está dentro da margem de incerteza dos dados, recomenda-se a manutenção dos intervalos e durações dos patamares de carga para outubro.

**2.11 Resultados para Novembro**

A seguir, nas Figuras 44 e 45 são apresentados os novos resultados para novembro.

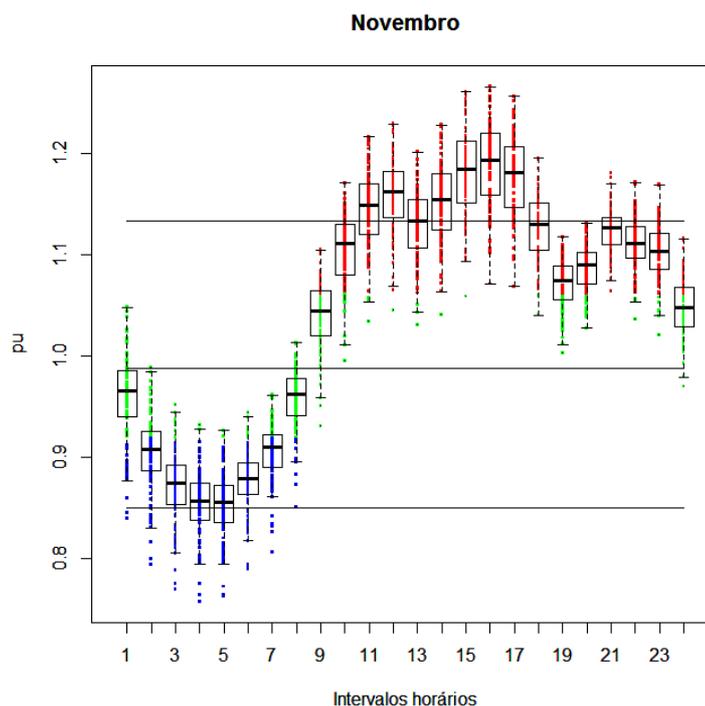


Figura 44. Dias úteis

Nas Figuras 44 e 45, cada ponto representa um registro horário da carga (em p.u. da demanda média mensal). No total há 3600 pontos, todos referentes ao mês de novembro no período de 2014 até 2018. Por meio da análise de agrupamentos (*K-Means*) os registros horários foram classificados em três *clusters*, conforme indicado pelas cores azul, verde e vermelho. Para cada intervalo horário apresenta-se um *boxplot* dos respectivos registros horários da carga (em p.u. da demanda média mensal). Adicionalmente, as três linhas horizontais no interior das Figuras 44 e 45 indicam os centroides dos *clusters*. Os 3600 registros horários, referentes ao mês de novembro no período de 2014 até 2018, foram classificados em três *clusters*, cujas frequências são apresentadas na Tabela 21.

Tabela 21 *Clusters*

<i>Clusters</i>	1	2	3
Frequência absoluta	1201	972	1427
Frequência relativa (%)	33%	27%	40%
Frequência relativa x 24 horas	8 horas	6,5 horas	9,5 horas
centroide p.u. da demanda média mensal	1,1342	0,9884	0,8499

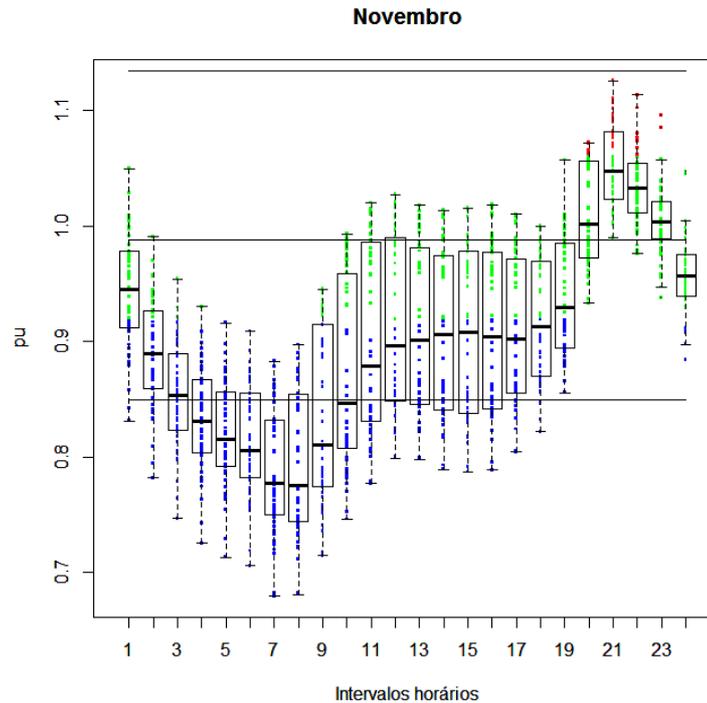


Figura 45. Sábados, domingos e feriados

A análise das Figuras 44 e 45 com base nos mesmos critérios adotados no relatório "Representação dos patamares de carga na cadeia de modelos computacionais do setor elétrico", emitido pela CPAMP, sugere os intervalos horários indicados na Tabela 22 para os patamares de carga.

Tabela 22 Intervalos dos patamares de carga

Patamar	Pesado	Médio	Leve
Perfil de carga tipo 1, dias úteis	11 - 18	9-10 e 19-24	1 - 8
Perfil de carga tipo 2, demais dias		20-23	1-19 e 24

Conforme indicado na Figura 46, o intervalo referente ao patamar pesado no período de verão tem duração de 8 horas, entre 10:00 h e 18:00 h (entre os intervalos horários 11 e 18), portanto, compatível com o resultado indicado na Tabela 22. Adicionalmente, o patamar de carga leve abrange o horário entre 0:00 h e 8:00 h (entre os intervalos horários 1 e 8).

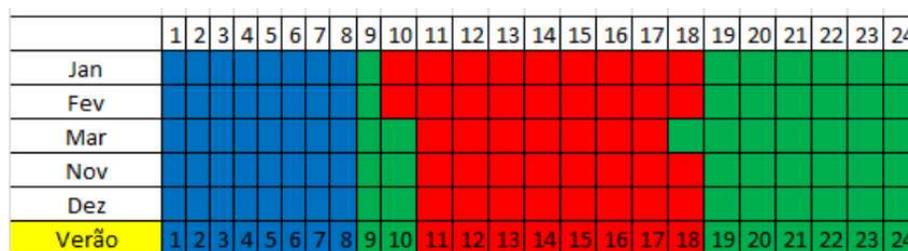


Figura 46. Intervalos dos patamares pesado, médio e leve para os dias úteis no período de verão

No caso dos sábados, domingos e feriados, conforme indicado na Figura 47, o intervalo referente ao patamar médio em Junho tem duração de 4 horas, entre 19:00 h e 23:00 h (entre os intervalos horários 20 e 23), portanto, compatível com o resultado indicado na Tabela 22.

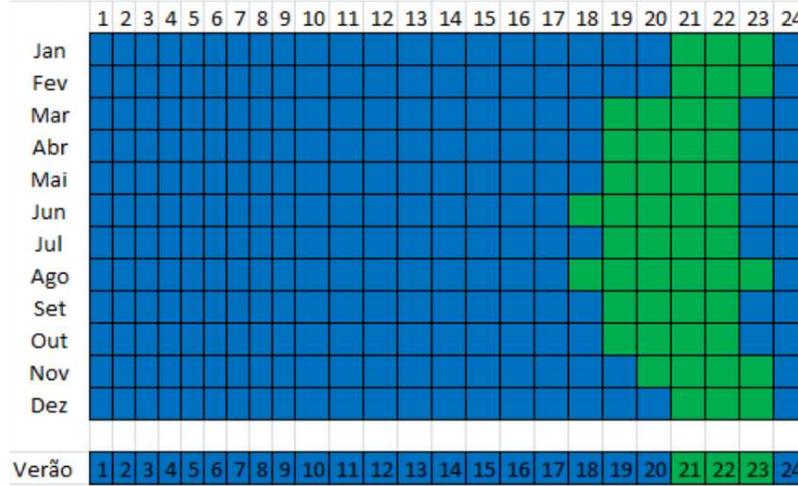


Figura 47. Intervalos dos patamares pesado, médio e leve para sábados, domingos e feriados no período de verão

Logo, para novembro não há necessidade de modificar os intervalos e durações dos patamares de carga.

**2.12 Resultados para dezembro**

A seguir, nas Figuras 48 e 49 são apresentados os novos resultados para dezembro.

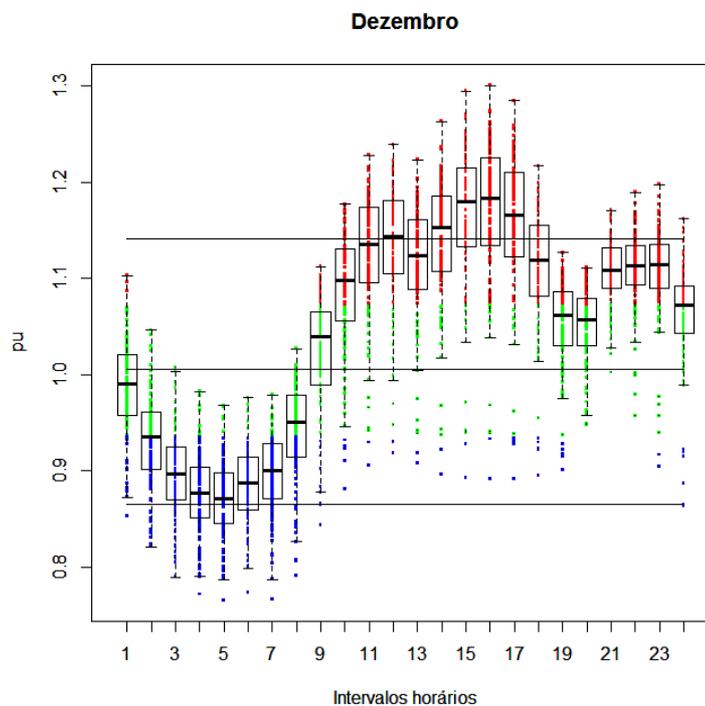


Figura 48. Dias úteis

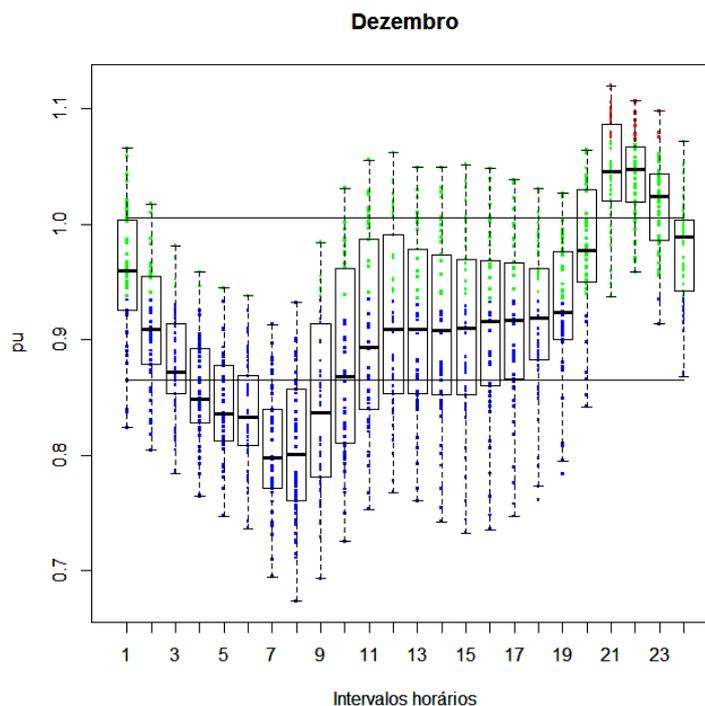


Figura 49. Sábados, domingos e feriados

Nas Figuras 48 e 49, cada ponto representa um registro horário da carga (em p.u. da demanda média mensal). No total há 3720 pontos, todos referentes ao mês de dezembro no período de 2014 até 2018. Por meio da análise de agrupamentos (*K-Means*) os registros horários foram classificados em três *clusters*, conforme indicado pelas cores azul, verde e vermelho. Para cada intervalo horário apresenta-se um *boxplot* dos respectivos registros horários da carga (em p.u. da demanda média mensal). Adicionalmente, as três linhas horizontais no interior das Figuras 48 e 49 indicam os centroides dos *clusters*. Os 3720 registros horários, referentes ao mês de dezembro no período de 2014 até 2018, foram classificados em três *clusters*, cujas frequências são apresentadas na Tabela 21.

Tabela 21 *Clusters*

<i>Clusters</i>	1	2	3
Frequência absoluta	1229	1163	1328
Frequência relativa (%)	33%	31%	36%
Frequência relativa x 24 horas	7,9 horas	7,5 horas	8,6 horas
centroide p.u. da demanda média mensal	1,1408	1,0050	0,8654

A análise das Figuras 48 e 49 com base nos mesmos critérios adotados no relatório "Representação dos patamares de carga na cadeia de modelos computacionais do setor elétrico", emitido pela CPAMP, sugere os intervalos horários indicados na Tabela 25 para os patamares de carga.

Tabela 25 Intervalos dos patamares de carga

Patamar	Pesado	Médio	Leve
Perfil de carga tipo 1, dias úteis	11 - 18	9-10 e 19-24	1 - 8
Perfil de carga tipo 2, demais dias		20-23	1-19 e 24

Conforme indicado na Figura 50, o intervalo referente ao patamar pesado no período de verão tem duração de 8 horas, entre 10:00 h e 18:00 h (entre os intervalos horários 11 e 18), portanto, compatível com o resultado indicado na Tabela 25. Adicionalmente, o patamar de carga leve abrange o horário entre 0:00 h e 8:00 h (entre os intervalos horários 1 e 8).



Figura 50. Intervalos dos patamares pesado, médio e leve para os dias úteis no período de verão

No caso dos sábados, domingos e feriados, conforme indicado na Figura 51, o intervalo referente ao patamar médio em Junho tem duração de 4 horas, entre 19:00 h e 23:00 h (entre os intervalos horários 20 e 23), portanto, compatível com o resultado indicado na Tabela 25.

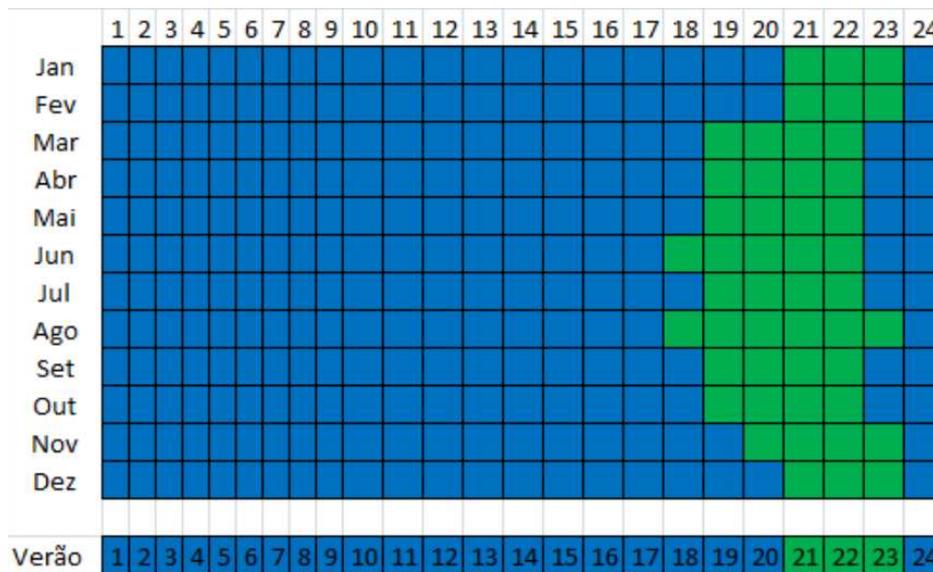


Figura 50. Intervalos dos patamares pesado, médio e leve para sábados, domingos e feriados no período de verão

Logo, para dezembro não há necessidade de modificar os intervalos e durações dos patamares de carga.

### 3. CONCLUSÕES

Os intervalos das durações dos patamares de carga calculados com base nos dados de 2014-2018 são compatíveis com os intervalos vigentes definidos em 2018. A exceção é o mês de outubro, no qual observa-se uma discrepância entre os novos intervalos e os intervalos vigentes, mas que decorre de uma flutuação da ordem de 0,4% na demanda mediana do 20º intervalo horário do perfil típico para o dia útil, portanto, dentro da margem de incerteza dos dados. Adicionalmente, vale ressaltar que os dados utilizados abrangem o período de vigência do horário de verão, encerrado em 2019. Assim, recomenda-se aguardar até o próximo ciclo para verificar se a discrepância observada em outubro persiste. Portanto, apesar da discrepância pontual em outubro, os resultados obtidos a partir dos dados de carga do SIN para o período 2014-2018 apontam para a manutenção dos atuais intervalos de duração dos patamares de carga para utilização pelos modelos DECOMP e NEWAVE.

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] CPAMP, Comissão Permanente para Análise de Metodologias e Programas Computacionais do Setor Elétrico, Representação dos Patamares de Carga na cadeia de modelos computacionais do setor elétrico, Relatório Técnico do GT Metodologia, nº 001-2018, julho, 2018.
- [2] MELO, A.C.G. PESSANHA, J.F.M. JUSTINO, T.C. MACEIRA, M.E.P. Metodologia e Determinação de Perfis Típicos Diários de Carga através da Combinação de Técnicas Estatísticas de Análise de Agrupamentos e na Análise Exploratória de Dados, Relatório Técnico CEPEL, Junho de 2018.
- [3] PESSANHA, J.F.M., MELO, A.C.G., JUSTINO, T.C., MACEIRA, M.E.P. Combining Statistical Clustering Techniques and Exploratory Data Analysis to Compute Typical Daily Load Profiles - Application to the Expansion and Operational Planning in Brazil. Probabilistic Methods Applied to Power Systems, Boise-USA, 2018.
- [4] JOHNSON, R.A., WICHERN, D.W. Applied Multivariate Analysis, Forth Edition, Prentice Hall, New Jersey, 1998.