

## ARROZ DE TERRAS ALTAS SOB NÍVEIS DE NITROGÊNIO E ZINCO NA CULTIVAR BRS A503

Rafael Lima De Carvalho<sup>1\*</sup>

Janelson Francisco Damaceno Carvalho<sup>2</sup>

Helen Cristina Arruda Rodrigues<sup>3</sup>

Renan Marré Biazatti<sup>4</sup>

Silvia Correa Santos<sup>5</sup>

José Almeida Pereira<sup>6</sup>

Natalia Dias Lima<sup>3</sup>

Bruno Lenhart Pinheiro<sup>1</sup>

### RESUMO

Objetivou-se caracterizar parâmetros fisiológicos e agronômicos da cultivar BRS A503, em função de doses de nitrogênio e zinco. foi conduzido em sistema de cultivo protegido na UESPI, Teresina, PI. O delineamento experimental DBC, conduzido em esquema fatorial, 5x2, com 3 repetições, sendo um fator doses de nitrogênio em cobertura (equivalentes a zero; 10; 20; 30 e 50 kg ha<sup>-1</sup>) e o outro fator foi a presença ou ausência de aplicação de zinco foliar. As plantas de arroz foram cultivadas em vasos e avaliados dados biométricos, clorofila e rendimento. aplicou-se análise estatísticas de regressão para o fator doses de nitrogênio e teste de t para o fator presença e ausência de zinco. Para o índice relativo de clorofila houve incremento com as doses de nitrogênio aplicadas, com máximo valor em 34,4 com a dose equivalente de 50 kg ha<sup>-1</sup> de N. Para a produtividade de grãos, o modelo que melhor se ajustou aos dados foi o quadrático em que o máximo rendimento esteve atrelado a dose de 25,6 kg ha<sup>-1</sup> de N.

**Palavras-chave:** *Oryza sativa* L; Nutrição de plantas; Clorofila

### ABSTRACT

The objective was to characterize physiological and agronomic parameters of the BRS A503 cultivar, depending on nitrogen and zinc doses. was conducted in a protected cultivation system at UESPI, Teresina, PI. The DBC experimental design, conducted in a factorial scheme, 5x2, with 3 replications, one factor being nitrogen doses in coverage (equivalent to zero; 10; 20; 30 and 50 kg ha<sup>-1</sup>) and the other factor was the presence or absence of foliar zinc application. Rice plants were grown in pots and biometric data, chlorophyll and yield were evaluated. statistical regression analysis was applied to the nitrogen doses factor and t-test for the presence and absence of zinc factor. For the relative chlorophyll index, there was an increase with the nitrogen doses applied, with a maximum value of 34.4 with the equivalent dose of 50 kg ha<sup>-1</sup> of N. For grain productivity, the model that best fit the data was the quadratic in which the maximum yield was linked to a dose of 25.6 kg ha<sup>-1</sup> of N.

**Keywords:** *Oryza sativa* L; Plant Nutrition; Chlorophyll.

---

<sup>1</sup> Mestrandos em Agronomia pela Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo pela Universidade Estadual do Piauí –UESPI

<sup>3</sup> Professor titular pela Universidade Estadual do Piauí –UESPI

<sup>4</sup> Doutorandos em Agronomia pela Universidade Federal da Grande dourados – UFGD

<sup>5</sup> Professor titular pela Universidade Federal da Grande dourados – UFGD

<sup>6</sup> Pesquisador pela Embrapa Meio-Norte

\*E-mail para contato: [agrorafaell23@gmail.com](mailto:agrorafaell23@gmail.com)

## 1. INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa*) é um dos alimentos tradicionais da dieta da população brasileira, uma das principais fontes de energia alimentar, sendo elemento básico na alimentação da maioria dos povos. Dentre as culturas anuais no Brasil, o arroz ocupa posição de destaque, do ponto de vista econômico e social (ZANIN et al., 2019). O arroz está entre os alimentos mais consumidos no país, mantendo-o em nono lugar entre os maiores países produtores de arroz do mundo, atrás, apenas, de países asiáticos (PEREIRA, 2018). A produção brasileira de grãos na safra 2021/22 está estimada em 268,2 milhões de toneladas. O volume, se confirmado, representa um crescimento de 5% quando comparada com a temporada passada, o que representa cerca de 12,79 milhões de toneladas a mais a serem colhidas.

O Piauí deve produzir cerca de 95,1 mil toneladas nas safras 2021/2022, um decréscimo de 5,1% sobre a safra passada. As áreas de sequeiro tiveram redução de 12,1%, atingindo cerca de 45,2 mil hectares, devido à substituição por soja ou milho em áreas do sudoeste piauiense. Já no arroz irrigado a área deve permanecer em linha com a plantada na safra anterior, de 4,8 mil hectares. A produtividade média esperada gira em torno

dos 1.624 kg/ha para o arroz sequeiro (arroz de Terras Altas) e 4.517 para o irrigado. A área de arroz no estado é predominantemente da agricultura familiar, com exceção das áreas irrigadas onde prevalece a agricultura empresarial (CONAB, 2022).

A planta de arroz é bastante exigente em nutrientes, sendo necessário que eles estejam prontamente disponíveis nos momentos de demanda, para não limitar a produtividade. Depois do potássio, o nitrogênio (N) é o nutriente que a planta de arroz mais acumula na parte aérea.

O nitrogênio (N) é constituinte de aminoácidos, proteínas, enzimas e coenzimas, além de ácidos nucleicos, vitaminas, glicoproteínas, lipoproteínas, pigmentos e produtos secundários (MALAVOLTA, 2006). Na cultura do arroz, o N contribui para o aumento da área foliar da planta que, por sua vez, aumenta a eficiência de interceptação da radiação solar e da taxa fotossintética, conseqüentemente, melhora-se a produtividade de grãos (FAGERIA; SLATON; BALIGAR, 2003). A reposta à adubação nitrogenada é variável, podendo apresentar incremento de produtividade com doses superiores a 100 kg ha<sup>-1</sup> de N (STONE et al., 1999), ou não mostrar influência nem mesmo

nos componentes da produtividade e rendimento industrial de grãos (ARF et al., 2003).

Outro importante nutriente para a qualidade do produto, principalmente no que se refere à produtividade de grãos é o zinco, sendo que em condições de deficiência deste micronutriente verificam-se distúrbios nos processos fisiológicos, que resultam em sintomas como clorose, inibição de crescimento, necrose e folhas novas pequenas, o que acarreta, muitas vezes, reflexos negativos à produtividade (MALAVOLTA, 2006).

Nas plantas, o zinco exerce importante papel na regulação nutricional, crescimento reprodutivo, síntese de clorofila, produção de carboidratos, defesas antioxidativa, síntese

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em Teresina, PI, no Campus Pirajá da UESPI, em pleno sol, o clima da região é do tipo Aw', segundo a classificação de Koppen, com médias anuais de 26,5 °C de temperatura, 70% de umidade relativa e precipitação média anual de 1.448 mm (ANDRADE JUNIOR et al., 2005).

proteica, metabolismo de auxinas, e estabilidade do material genético (CLEMENS, 2006).

A importância dos micronutrientes para a produção das culturas tem aumentado nos últimos anos devido aos cultivos intensivos, uso de cultivares com maior potencial produtivo, aplicação de calcário em solos ácidos, uso de fertilizantes com menores concentrações de micronutrientes e decréscimo do emprego de adubos orgânicos (FAGERIA et al., 2002).

Com isso, objetivou-se com o presente trabalho caracterizar parâmetros fisiológicos e agrônômicos de cultivares de arroz em função de doses de nitrogênio e zinco.

O ensaio foi realizado em vasos com capacidade de 6 dm<sup>3</sup>, os quais foram preenchidos com solo que foi coletado em camada de 0-0,2 m e procedida a análise de solo (Tabela 1).

Tabela 1 - Características químicas do solo utilizado no ensaio pH- Potencial de hidrogênio; MO- Matéria orgânica; P- Fósforo; K- Potássio; Na- Sódio; Ca- Cálcio; Mg- Magnésio; H+Al- Acidez potencial; SB- Soma de bases; CTC- Capacidade de troca de Cátions; Al- Alumínio; V- Saturação de bases.

pH	MO	P	K	Na	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	Al	V
CaCl <sub>2</sub>	dag kg <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	-----			cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	-----				%
5,74	4,57	22,2	0,2	0,03	4,2	0,7	2,5	5,21	7,7	0	67,6

Fonte: Laboratório de Solo e Planta – Embrapa Meio Norte

De acordo com a análise de solo não foi preciso realizar correções de fertilidade, pois o solo apresentava concentrações adequadas-altas para P, K, Ca e Mg, não necessitando, também de calagem (V >50%), conforme Souza e Lobato (2004). As sementes de arroz de Terras Altas empregadas foi a cultivar BRS A503. Foram colocadas 20 sementes por vaso.

O delineamento adotado foi em blocos casualizados, conduzido em esquema fatorial, 5x2, com 3 repetições, sendo um fator doses de nitrogênio em cobertura (equivalentes a zero; 10; 20; 30 e 50 kg ha<sup>-1</sup>).

O segundo fator foi a presença ou ausência de aplicação de zinco foliar. As doses de nitrogênio foram aplicadas em cobertura, cerca de 30 dias após a semeadura via fertirrigação, conforme Sousa e Lobato (2004). A aplicação de zinco foi realizada via foliar (solução de 0,6% de sulfato de Zn - aplicada nas folhas duas vezes, com intervalos de 14 dias,

iniciando-se na segunda semana após a emergência), conforme Galvão (2004) e Correia et al. (2008). A parcela experimental foi composta por um vaso, onde foram feitas regas diárias.

As plantas foram avaliadas no florescimento pelo índice relativo de clorofila com o uso de clorofilômetro Minolta SPAD 502®; escolhendo-se uma folha recém expandida de cada parcela.

No momento da colheita das plantas aos 91 dias após a semeadura, foram avaliadas as variáveis: altura, número de perfilhos e peso da massa seca das folhas+colmo, grãos e total.

De posse dos dados, foi realizada análise de variância e em função da significância procedeu-se análise de regressão para o fator doses de N e teste t para o fator zinco foliar, com auxílio do software SISVAR (FERREIRA, 2014).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve alteração para a interação doses de nitrogênio e zinco para as variáveis analisadas, entretanto para doses de N houve diferença para o índice relativo de clorofila e

massa seca de grãos, já a aplicação de zinco foliar incrementou a massa seca de grãos de arroz (Tabela 2).

Tabela 2. Valores médios de altura, número de perfilhos, índice relativo de clorofila (IRC) e massa seca (MS) de grãos, folha+caule e totais e \* - Não significativo e significativo a 5% de probabilidade. 1 Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade.

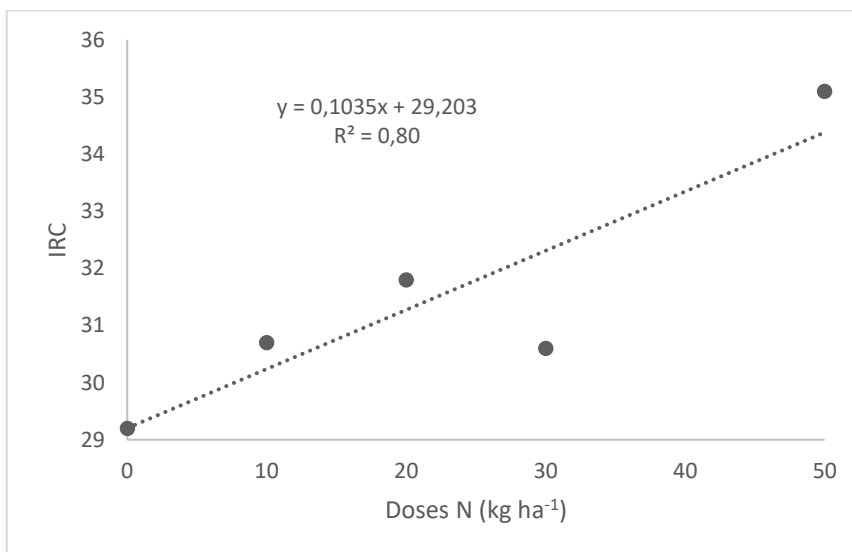
pH	MO	P	K	Na	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	Al	V
CaCl <sub>2</sub>	dag kg <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	-----			cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	-----				%
5,74	4,57	22,2	0,2	0,03	4,2	0,7	2,5	5,21	7,7	0	67,6

Fonte: Carvalho e Carvalho (2022)

O índice relativo de clorofila incrementou com as doses de nitrogênio aplicadas, com

máximo valor em 34,4 com a dose equivalente de 50 kg ha<sup>-1</sup> de N (Figura 1).

Figura 1 - Índice relativo de clorofila em função de doses de nitrogênio em plantas de arroz



Fonte: Carvalho e Carvalho (2022)

Uma das formas de avaliar de forma indireta o nitrogênio nas plantas é através das leituras indiretas de clorofila (leitura SPAD) realizados por clorofilômetro portáteis que estimam o estado do nitrogênio na planta de acordo com a intensidade do verde das folhas, uma vez que o teor de clorofila é correlacionado com a

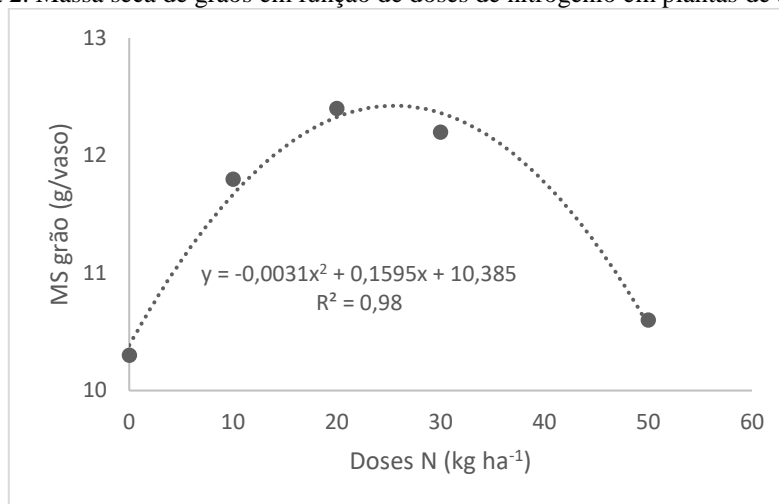
concentração de nitrogênio (MARENCO; LOPES, 2007). De acordo com Silva et al. (2008), há uma relação direta entre as leituras do clorofilômetro e o teor de nitrogênio nas folhas de arroz irrigado.

Ainda, Pocojeski (2007) utilizando diferentes doses de N e cultivares de arroz

irrigado demonstrou que o clorofilômetro tem potencial para ser utilizado independentemente do cultivar e que há relação entre as leituras do clorofilômetro e o teor de N da folha, ou seja, há um aumento das leituras do índice relativo de clorofila com o aumento das doses de N aplicadas.

Com relação a produtividade de grãos o melhor modelo de resposta foi o quadrático, com ponto de máximo na dose de 25,6 kg ha<sup>-1</sup> de N e 12,4 g por vaso de massa seca de grãos (Figura 2).

Figura 2. Massa seca de grãos em função de doses de nitrogênio em plantas de arroz.



Fonte: Carvalho e Carvalho (2022)

Com relação as doses de nitrogênio aplicadas em cobertura, o máximo rendimento esteve atrelado a dose de 25,6 kg ha<sup>-1</sup> de N, o que está dentro do preconizado para adubação de cobertura em arroz, que são valores de 10 a 50 kg ha<sup>-1</sup> de N em função da expectativa de produção que são de 3 a 5 t ha<sup>-1</sup> de grãos (SOUSA; LOBATO, 2004).

Cazetta et al. (2008), estudando o desempenho do arroz de terras altas com a aplicação de doses de nitrogênio, verificaram que o efeito da adubação nitrogenada em cobertura foi linear crescente na produtividade de grãos. Ainda, Fageria et al. (2007), verificaram que a produtividade de grãos de

arroz aumentou de forma quadrática, em relação às doses de N aplicadas. A dose de N necessária para obtenção de 90% da produtividade máxima, considerada como dose econômica, foi atendida com 136 kg ha<sup>-1</sup> de N. Resultados corroborados com Cobucci et al., (2010), em que verificaram efeito significativo e quadrático da aplicação de nitrogênio na produtividade de grãos em trabalho sobre a eficiência do uso do nitrogênio pelo arroz de terras altas onde verificaram que a produtividade de arroz aumentou até a dose de 45 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Os resultados também indicam que o uso do Zn foliar é alternativa importante para suprir

este micronutriente, quando não for possível a aplicação via solo, com reflexos positivos na produção de grãos de arroz.

Engler et al. (2006) em um estudo sobre modos de aplicação de zinco em dois cultivares de arroz de terras altas verificaram que o tratamento com aplicação de zinco em pulverização foliar ou em área total foi superior à testemunha, demonstrando a eficiência da aplicação de zinco nesse modo, preferível, portanto, em relação à aplicação localizada no sulco de semeadura a qual não diferiu da testemunha.

Plantas deficientes em Zn, têm-se, em geral, acúmulo de aminoácidos, diminuição da síntese de proteínas associadas à diminuição

#### 4. CONCLUSÃO

A aplicação de zinco foliar proporcionou maior rendimento de grãos em arroz de sequeiro.

As adubações nitrogenadas de cobertura em doses de até 26 kg ha<sup>-1</sup> de N proporcionaram maior rendimento de grãos em arroz de sequeiro.

Parte final do artigo, na qual se apresentam as considerações correspondentes

#### 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE JUNIOR, A.; BASTOS, E.; BARROS, A.; SILVA, C.O.; GOMES, A. Classificação climática e regionalização do semiárido do Estado do Piauí sob cenários pluviométricos distintos. **Revista Ciência Agronômica**, v.36, p. 143-151, 2005.

do ácido indolilacético (AIA), decrescendo assim, a produção de matéria seca (PRADO, 2020) e conseqüentemente a produtividades de grãos o que corrobora com os resultados apresentados na Tabela 2.

Uma possível justificativa para a diferença de respostas entre o índice relativo de clorofila e a produtividade de grãos é que, o aumento de clorofila nas plantas e conseqüentemente o teor de nitrogênio (relação direta entre clorofila e concentração de nitrogênio) não se traduziu em melhoria do estado nutricional da planta com conseqüente produção de grãos (rendimento) em virtude de um possível consumo de luxo pelas plantas de arroz como verificado por uma curva quadrática para a massa seca de grãos.

aos objetivos e/ou hipóteses.

#### 5. AGRADECIMENTOS

Ao grupo de pesquisa FRUTGRAN e entre as universidades, a Estadual do Piauí (UESPI) e Federal da Grande Dourados (UFGD) no MS ao comprometimento e desenvolvimento e parceria total sobre a pesquisa.

ARF, O.; RODRIGUES, R.A.F.; CRUSCIOL, C.A.C.; SÁ, M.E. de; BUZETTI, S. Soil management and nitrogen fertilization for sprinkler-irrigated upland rice cultivars. **Scientia Agricola**, v.60, p.345-352, 2003.

<https://doi.org/10.1590/S0103-90162003000200020>

CAZETTA, D. A.; ARF, O.; BUZETTI, S.; SÁ, M. E.; RODRIGUES, R. A. F. Desempenho do arroz de terras altas com a aplicação de doses de nitrogênio e em sucessão às culturas de cobertura do solo em sistema de plantio direto. **Bragantia, Campinas**, v. 67, n. 2, p. 471-479, 2008.

<https://doi.org/10.1590/S0006-87052008000200023>

CLEMENS, S. Toxic metal accumulation, responses to exposure and mechanisms of tolerance in plants. **Biochimie, Bradford**, v.88, p. 1707-1719, 2006.

<https://doi.org/10.1016/j.biochi.2006.07.003>

COBUCCI, T.; FAGERIA, N. K.; REIS JUNIOR, R. A.; LIMA, D. A. P. L.; SILVA, B. T. **Eficiência do uso do nitrogênio pelo arroz de terras altas.**

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira: **Grão Safra 2021/2022** 5º levantamento. 2022.

ENGLER, M. P. C.; BUZETTI, S.; SILVA, F. C.; ARF, O.; SÁ, M. E. Modos de aplicação de boro e de zinco em dois cultivares de arroz de terras altas. **Científica, Jaboticabal**, v. 34, n. 2, p. 129-135, 2006.

<https://doi.org/10.15361/1984-5529.2006v34n2p129%20-%20135>

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C.; CLARK, R. B. **Micronutrients in crop production.** *Advances in Agronomy*, v. 77, p. 185-268, 2002.

[https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(02\)77015-6](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(02)77015-6)

MALAVOLTA, E. Sintomas visuais de deficiência e excesso. In: MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: **Agronômica Ceres**, 2006. p. 548-567.

FAGERIA, N. K.; SANTOS, A. B.; CUTRIM, V. A. Produtividade de arroz irrigado e eficiência de uso do nitrogênio influenciadas pela fertilização nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 7, p. 1029-1034, 2007.

<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2007000700016>

FAGERIA, N.K.; SANTOS, A.B.; STONE, L.F. **Manejo de nitrogênio em arroz irrigado.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 4p. (Circular Técnica, 58).

FAGERIA, N. K.; SLATON, N. A.; BALIGAR, V. C. Nutrient management for improving lowland rice productivity and sustainability. *Advances in Agronomy*, New York, v. 80, p. 63- 152, 2003

FERREIRA, DANIEL FURTADO. Sisvar: um guia dos seus procedimentos de comparações múltiplas **Bootstrap.** **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>

GALRÃO, E. Z. Micronutrientes. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (Ed.) Cerrado: correção do solo e adubação. Brasília, **Embrapa Informação e Tecnologia**, 207-208. 2004.

GALRÃO, E. Z. Micronutrientes. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (Ed.) Cerrado: correção do solo e adubação: **Embrapa Cerrados**. 2004

MALAVOLTA, E. Funções dos macro e micronutrientes. In: MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: **Agronômica Ceres**, 2006. p. 126-162

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações





**REI**  
ISSN 1984-431X

Revista Eletrônica Interdisciplinar  
Barra do Garças – MT, Brasil  
Ano: 2023 Volume: 15 Número: 2

hídricas e nutrição mineral. 2 ed. Viçosa:  
**Editora UFV**, 2007.

PEREIRA, L. F. **Direito aplicado ao agronegócio**. Porto Alegre: SAGAH, 2018.

POCOJESKI, E. **Estimativa do estado nutricional de arroz irrigado por alagamento**.

PRADO, R. M. Nutrição de Plantas. 2º ed. São Paulo: **Editora Unesp**, 2020. 414 p.

SILVA, L. S; **Leitura crítica do clorofilômetro para manejo da adubação nitrogenada na cultura do arroz irrigado por alagamento**, Pelotas, v. 14, n. 4-4, p. 125-127, 2008.

SOUSA, D. M. G; LOBATO, E., Cerrado: Correção do solo e adubação. Planaltina, **Embrapa Cerrados**, 2004. 416 p.

ZANIN, V., BACCHI, M. R. P.; ALMEIDA, A. T. C. **A demanda domiciliar por arroz no Brasil: abordagem por meio do sistema Quads em 2008/2009.** 2019.  
<https://doi.org/10.1590/1806-9479.2019.171853>