

## Nota Técnica

## Análise técnica de água de fontes rurais

*Technical analysis of water from rural sources*

Carlos Augusto de Paiva Sampaio<sup>1\*</sup> , Gilberto Massashi Ide<sup>1</sup> ,  
Cristiane Pereira Batalha<sup>1</sup> , Luana Cristina Pereira<sup>1</sup> , Lays Fabíola Bueno<sup>1</sup> 

## RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a água bruta de fontes quanto à cor, ao pH, ao nível de amônia e à presença de coliformes totais e fecais, a qual é usada para fins de abastecimento domiciliar e na agroindústria alimentar regional do Planalto Catarinense - Santa Catarina, acordando com a Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde. As discussões permitiram concluir que a cor da água se apresentou abaixo do padrão máximo permitido; constatou-se baixa concentração de amônia; o pH apresentou variável entre 5,5 e 7,5 e algumas amostras apresentaram contaminação por coliformes fecais. Desta forma, o presente trabalho demonstrou a necessidade de notificação e orientação aos proprietários rurais para a desinfecção da água para evitar a presença de quaisquer agentes patogênicos.

**Palavras-chave:** fontes de água; desenvolvimento rural; qualidade da água; análises microbiológica e físico-química

## ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the raw water sources as for the color, pH, ammonia level and presence of total and faecal coliforms. This water is used for household supply and at regional food agroindustry in Planalto Catarinense - Santa Catarina, Brazil, which was evaluated according to the standards of Brazilian National Council Legislation (Resolution nº 2,914/2011 from the Ministry of Health). It is concluded that there was no change in water color, presenting a below the maximum allowable standard. There is a low concentration of ammonia in the water, the pH presented a variable between 5.5 to 7.5 and some samples showed contamination by faecal coliforms. In this way, this research demonstrated that the notification and orientation to landowners was required for disinfection of the water in order to eliminate any pathogenic agents.

**Keywords:** water source; rural development; water quality; microbiological and physicochemical analysis.

## INTRODUÇÃO

O 3º Fórum Mundial da Água ocorrido em Quioto, Japão, em março de 2003, teve como tema e discussão a possibilidade de redução das reservas mundiais em cerca de 1/3 nos próximos 20 anos (Souza, 2003). Esta afirmativa reforça o incentivo necessário para o uso e a preservação da água de fontes. “The Population Action International sustenta que o número de pessoas vivendo em estado crítico de falta de água era de 436 milhões em 1997 e, segundo projeções, a porcentagem da população mundial vivendo em estado crítico de falta de água vai quintuplicar até 2050” (Villiers, 2002).

Incolor, inodora e insípida são características essenciais da água, pois promovem saúde e previne riscos e agravos. A água captada das fontes, nascentes ou mananciais, ou seja, afloramento do lençol freático ou manifestação em superfície da água subterrânea, pode conter microrganismos decorrentes de várias causas e não deve

constituir um veículo de doenças e poluentes. O controle contínuo que assegura que ela está em boas condições para o consumo e o uso na agroindústria é certificado de que não será um veículo de contaminação.

A cor de uma amostra de água está associada ao grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessá-la, devido à presença de sólidos dissolvidos, principalmente material em estado coloidal orgânico e inorgânico. Sua alteração é o primeiro sinal de contaminação e pode ter como causa a presença de bactérias ou a existência de reações químicas que liberam substâncias. Normalmente, a cor da água bruta é influenciada por restos de vegetais, animais, minerais, taninos, fenóis e algas.

Por influir em diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente ou em processos unitários de tratamento de águas, o pH é um parâmetro importante em muitos estudos no campo do saneamento

<sup>1</sup>Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina - Florianópolis (SC), Brasil.

\*Autor correspondente: cadeps@ig.com.br

Recebido: 08/05/2013 - Aceito: 27/03/2018 - Reg. ABES: 116954

ambiental (CETESB, 2019). Não apresenta risco sanitário associado diretamente a sua medida, mas indica se uma solução líquida é ácida ( $\text{pH} < 7$ ), neutra ( $\text{pH} = 7$ ) ou alcalina ( $\text{pH} > 7$ ). O pH é padrão de potabilidade, devendo as águas para abastecimento público apresentar valores entre 6,0 a 9,5, de acordo com a Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

As fontes de nitrogênio nas águas naturais são diversas, dentre estas, a atmosfera, devido a diversos mecanismos como a biofixação desempenhada por bactérias e algas presentes nos corpos hídricos, que incorporam o nitrogênio atmosférico em seus tecidos, contribuindo para a presença de nitrogênio orgânico nas águas e, as áreas agrícolas, cujo escoamento das águas pluviais pelos solos fertilizados também contribui para a presença de diversas formas de nitrogênio (CETESB, 2019).

O nitrogênio amoniacal pode estar presente na água natural tanto na forma ionizada ( $\text{NH}_4^+$ ) como na tóxica não ionizada ( $\text{NH}_3$ /amônia). Pela legislação federal, Portaria nº 2.914 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011), o nitrogênio amoniacal é padrão de classificação das águas naturais e padrão de emissão de esgotos. Essa portaria estabelece um padrão de aceitação de consumo de  $1,5 \text{ mg.L}^{-1}$  para amônia não-ionizável ( $\text{NH}_3$ ). De acordo com ERICKSON (1985), embora alguma toxicidade possa ser atribuída à amônia ionizada, a forma não ionizada é reconhecidamente a mais tóxica.

As pesquisas iniciais que avaliaram a toxicidade dos compostos de amônia limitaram-se a indicar a evolução dos seus efeitos tóxicos com o aumento dos valores do pH ou da temperatura da água (POWERS, 1920; MCCAY; VARS, 1931; MERKENS, 1955; CHIPMAN, 1934; WUHRMAN; WOKER, 1948 *apud* ERICKSON, 1985). De acordo com RUBIN e ELMARAGHY (1977); THURSTON, RUSSO e VINOGRADOV (1981) e ERICKSON (1985), o comportamento tóxico das diferentes parcelas de amônia, particularmente da forma não ionizada, depende das condições do meio aquático. Os mesmos autores afirmaram que embora as concentrações de  $\text{NH}_3$  cresçam com elevações de pH e temperatura, sua toxicidade diminui.

REIS e MENDONÇA (2009) citam que o equilíbrio entre as diferentes espécies de amônia depende das características físicas e químicas dos corpos d'água. Elevações do pH ou da temperatura deslocam o equilíbrio químico no sentido de  $\text{NH}_3$ . Adicionalmente, as forças iônicas são importantes para a definição do equilíbrio entre as espécies de

amônia em águas com salinidades elevadas. De acordo com os autores, o percentual da fração não ionizada ( $\text{NH}_3$ ) em águas doces pode ser avaliado pela Equação 1:

$$\% \text{NH}_3 = \frac{1}{1 + 10^{[0,9018 + (2929/T)] - \text{pH}}} \quad (1)$$

Com essa expressão, em que T é a indicação da temperatura medida em K, foram calculados os percentuais de  $\text{NH}_3$  nas concentrações de amônia total para água doce (salinidade zero), mostrados na Tabela 1.

Os coliformes termotolerantes são definidos como microrganismos do grupo coliforme capazes de fermentar a lactose a  $44\text{-}45^\circ\text{C}$ , sendo representados principalmente pela *Escherichia coli*, que é a única de origem exclusivamente fecal, estando sempre presente em densidades elevadas nas fezes de humanos, mamíferos e pássaros, sendo raramente encontrada na água ou solo que não tenham recebido contaminação fecal. Na legislação brasileira, os coliformes fecais são utilizados como padrão para qualidade microbiológica de águas superficiais destinada a abastecimento, recreação, irrigação e piscicultura (CETESB, 2019).

De acordo com a FDA (2001), a *E. coli* foi sugerido como indicador de contaminação fecal, baseado na premissa de que é abundante nas fezes humanas e de animais e não é normalmente encontrada em outros nichos. Além disso, a *E. coli* pode ser facilmente detectada pela sua capacidade de fermentar a glicose (mais tarde alterado para a lactose). Portanto, a sua presença em água ou comida tornou-se aceitado como indicativo de contaminação fecal recente e a possível presença de agentes patogênicos.

Este trabalho teve como objetivos analisar e comparar a água de fontes rurais quanto à cor, ao pH, ao  $\text{NH}_3$  e à presença de coliformes totais e fecais, tendo como referencial a Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde, a qual estabelece padrão de aceitação desses parâmetros em água para consumo.

## MÉTODOS

Este trabalho foi realizado em propriedades rurais do planalto serrano do Estado de Santa Catarina. O clima da região, de acordo com

**Tabela 1** - Valores percentuais de amônia não ionizada para água doce.

Temperatura (°C)	pH						
	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0
0	0,01	0,03	0,08	0,26	0,82	2,55	7,64
10	0,02	0,06	0,19	0,59	1,83	5,56	15,71
20	0,04	0,13	0,40	1,24	3,82	11,16	28,43
30	0,08	0,25	0,80	2,48	7,46	20,30	44,62
40	0,16	0,49	1,54	4,71	13,51	33,06	60,96

Köppen (1900), é Cfb (mesotérmico constantemente úmido com verão brando) com precipitação média anual de 1.500 mm, com médias maiores ocorrendo nos meses de verão e de primavera, ou seja, 160 e 170 mm, respectivamente.

A água bruta, usada no abastecimento domiciliar e na agroindústria, foi captada de fontes que brotavam em encosta, canalizada até um reservatório de onde era distribuída de forma indireta e descendente, sem nenhum tratamento preventivo. Essa água era utilizada na fabricação de queijo, principal produto, bem como de outros produtos artesanais, consistindo em prática comum na região.

Os procedimentos de coleta, medidas e análises foram realizados seguindo as orientações da Portaria nº 2.914/2011, do Ministério da Saúde, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e padrão de potabilidade.

Em seu Art. 2º estabelece que “essa Portaria se aplica à água destinada ao consumo humano proveniente de sistema e solução alternativa de abastecimento de água” (BRASIL, 2011). Descreve ainda em seu Art. 40º que “os responsáveis pelo controle da qualidade da água de sistemas ou soluções alternativas coletivas de abastecimento de água para consumo humano, supridos por manancial superficial e subterrâneo, devem coletar amostras semestrais da água bruta, no ponto de captação, para análise de acordo com os parâmetros exigidos nas legislações específicas, com a finalidade de avaliação de risco à saúde humana”.

As amostragens foram realizadas em cinco fontes de cinco propriedades rurais escolhidas aleatoriamente por cada município, que são: Anita Garibaldi (AnG); Bom Jardim da Serra (BJS); Capão Alto (CA); Campo Belo do Sul (CBS); Lages (Lgs); São José do Cerrito (SJC) e Urubici (Urb), totalizando 35 amostras de fontes de água bruta, que foram armazenadas em recipientes plásticos esterilizados e enviadas ao laboratório para as análises da cor, do pH, do  $\text{NH}_3$  e de presença de coliformes. As amostragens foram realizadas sempre no primeiro semestre de 2010, de 2011 e de 2012.

Seguindo as recomendações da Portaria 2.914/2011, tem-se: a cor foi avaliada por meio do método do disco de cor na escala Pt-Co. A concentração ( $\text{mg.L}^{-1}\text{N-NH}_3$ ) de  $\text{NH}_3$  foi medida pelo teste Indotest por colorimetria. O pH foi obtido por pHmetro digital.

Os coliformes totais e fecais são os microrganismos mais abundantes como contaminantes ambientais e possuem várias técnicas de identificação. A técnica quantitativa dos tubos múltiplos foi empregada usando o método número mais provável (NMP), utilizando para isso o caldo verde brilhante bile lactose 2% e caldo EC, para determinação de coliformes totais e fecais, respectivamente. O caldo EC é um meio de cultivo para demonstração seletiva de coliformes termotolerantes, que tem como principal representante a *Escherichia coli*.

As análises das amostras foram realizadas no Núcleo de Tecnologia de Alimentos (NUTA) do Laboratório de Tecnologia de Alimentos/Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). A verificação qualitativa foi usada para comparar os resultados dos parâmetros de cor e de presença de coliformes totais e fecais. A estatística descritiva foi usada para comparar os parâmetros de pH e de  $\text{NH}_3$ , para um nível de significância de 5%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 mostra os valores de cor, de pH, de  $\text{NH}_3$  e de coliformes totais e fecais, nas fontes de água, de acordo com os municípios.

Pode-se notar que em nenhuma das amostras foi verificada alteração no parâmetro cor e este se apresenta inferior ao limite máximo, ou seja, de 15 na escala Pt-Co, (Portaria 2.914/2011).

Quanto à contaminação por coliformes fecais, nota-se a ausência somente nas fontes de três municípios (AnG, CBS, Lgs). Todas as outras apresentaram contaminação, algumas em maior e outras em menor escala. Isso mostra algum tipo de contaminação no percurso da água, seja por fezes de animais ou pássaros, ou até mesmo por alguma contaminação à montante das fontes. De acordo com a Portaria 2.914/2011, a água para consumo humano e água tratada devem apresentar, em 100 mL do material amostrado, ausência de *E. coli* e de coliformes totais, respectivamente.

A distribuição de pH e a concentração de  $\text{NH}_3$  nas fontes são mostradas nas Figuras 1 e 2, respectivamente.

De acordo com a Figura 1 e Tabela 2, o pH apresentou média entre 6,0 e 7,5. A Portaria em questão (Portaria 2.914/2011) recomenda que, no sistema de distribuição, o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5. Nota-se que em avaliação isolada, duas fontes no município de Lages (Lgs) não atenderam à exigência da dita Portaria, pois apresentaram pH de 5,5. Isso se deve à composição do solo, tipicamente ácido, do local da coleta. Somente as fontes dos municípios de SJC e Urb apresentaram pH > 7,0, enquanto que as outras apresentaram pH < 7,0.

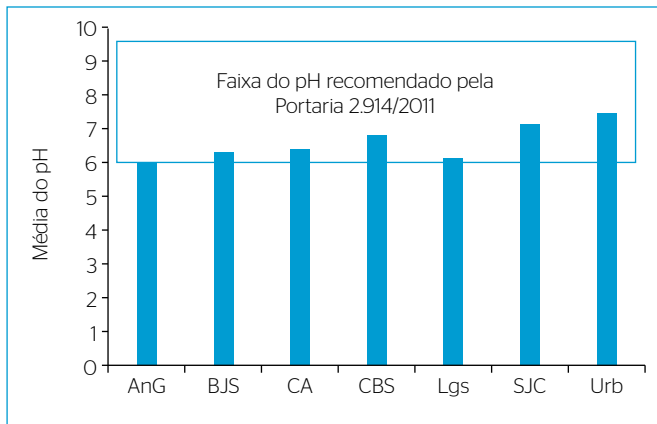
De acordo com a Figura 2 e Tabela 2, a concentração de  $\text{NH}_3$  da água das fontes foi inferior ao valor máximo permitido (VMP) pela Portaria 2.914/2011 (1,5 mg/L), sendo considerada própria para consumo humano por esse parâmetro. Admitindo que a temperatura média da água das fontes não ultrapassa os 20 °C, os valores obtidos para a concentração de  $\text{NH}_3$  estão de acordo a expressão citada por REIS e MENDONÇA (2009), mostrando tendência em decrescer juntamente com o pH da água.

Percebe-se que as fontes de água localizadas nos municípios SJC e Urb foram os que apresentaram valor de pH mais elevados e diferentes estatisticamente dos demais, enquanto que a fonte localizada no município CBS foi a única que diferenciou estatisticamente das demais para o parâmetro  $\text{NH}_3$ .

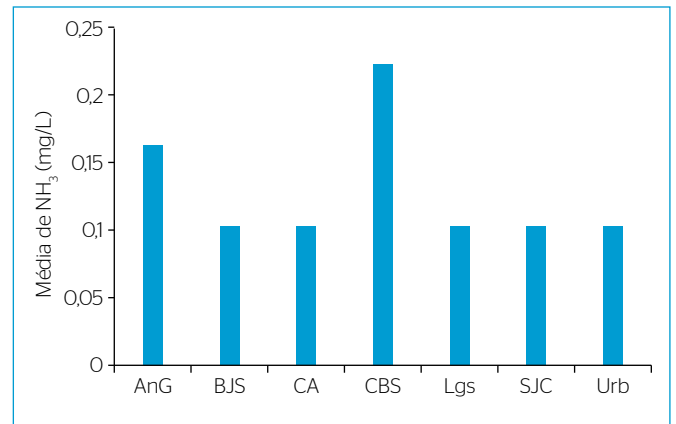
**Tabela 2 - Valores dos parâmetros de cor, de pH, de NH<sub>3</sub> e de coliformes totais e fecais por fontes de água, de acordo com o município.**

Município/fonte	Cor (mg.L <sup>-1</sup> Pt/Co)	pH	NH <sub>3</sub> (mg/L)	Coliformes totais (NMP/100 mL)	Coliformes fecais (NMP/100 mL)
AnG/fonte 1	1,5	6,0	0,10	> 16	Aus
AnG/fonte 2	1,5	6,0	0,25	Aus	Aus
AnG/fonte 3	1,5	6,0	0,10	9,2	Aus
AnG/fonte 4	1,5	6,0	0,10	>16	Aus
AnG/fonte 5	3,0	6,0	0,25	Aus	Aus
Média	-	6,0 a	0,16 ab	-	-
BJS/fonte 1	1,5	6,0	0,10	> 16	5,1
BJS/fonte 2	1,5	6,5	0,10	16	Aus
BJS/fonte 3	3,0	6,5	0,10	9,2	2,2
BJS/fonte 4	1,5	6,0	0,10	>16	Aus
BJS/fonte 5	3,0	6,5	0,10	16	Aus
Média	-	6,3 ab	0,10 a	-	-
CA/ fonte 1	1,5	7,0	0,10	Aus	Aus
CA/ fonte 2	1,5	6,0	0,10	> 16	5,1
CA/ fonte 3	1,5	6,0	0,10	5,1	2,2
CA/ fonte 4	1,5	7,0	0,10	Aus	Aus
CA/ fonte 5	3,0	6,0	0,10	>16	5,1
Média	-	6,4 ab	0,10 a	-	-
CBS/ fonte 1	1,5	7,0	0,25	9,2	Aus
CBS/ fonte 2	3,0	6,5	0,10	> 16	Aus
CBS/ fonte 3	1,5	7,0	0,25	2,2	Aus
CBS/ fonte 4	1,5	6,5	0,25	9,2	Aus
CBS/ fonte 5	3,0	7,0	0,25	2,2	Aus
Média	-	6,8 b	0,22 b	-	-
Lgs/ fonte 1	1,5	6,5	0,10	9,2	Aus
Lgs/ fonte 2	1,5	5,5	0,10	16	Aus
Lgs/ fonte 3	1,5	6,5	0,10	2,2	Aus
Lgs/ fonte 4	3,0	5,5	0,10	9,2	Aus
Lgs/ fonte 5	1,5	6,5	0,10	16	Aus
Média	-	6,1 a	0,10 a	-	-
SJC/ fonte 1	1,5	7,5	0,10	16	4+
SJC/ fonte 2	1,5	7,0	0,10	Aus	Aus
SJC/ fonte 3	1,5	7,0	0,10	Aus	Aus
SJC/ fonte 4	1,5	7,5	0,10	16	16
SJC/ fonte 5	3,0	7,0	0,10	Aus	Aus
Média	-	7,2 b	0,10 a	-	-
Urb/ fonte 1	1,5	7,5	0,10	> 16	Aus
Urb/ fonte 2	1,5	7,5	0,10	16	2,2
Urb/ fonte 3	3,0	7,5	0,10	9,2	Aus
Urb/ fonte 4	1,5	7,5	0,10	> 16	Aus
Urb/ fonte 5	3,0	7,5	0,10	16	2,2
Média	-	7,5 b	0,10 a	-	-

Letras iguais nas colunas não diferem pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. AnG: Anita Garibaldi/SC. BJS: Bom Jardim da Serra/SC. CA: Capão Alto/SC. CBS: Campo Belo do Sul/SC. Lgs: Lages/SC. SJC: São José do Cerrito/SC. Urb: Urubici/SC.



**Figura 1** - Média do pH das fontes de água avaliadas, de acordo com o município.



**Figura 2** - Média de NH<sub>3</sub> das fontes de água avaliadas, de acordo com o município.

## CONCLUSÕES

Pode-se concluir que:

- Nenhuma das amostras de água das fontes apresentou alteração na cor em que poderia comprometer sua utilização. O pH ficou no intervalo de 5,5 e 7,5 e o pH<sub>médio</sub> entre 6,0 e 7,5, alterando de acordo com a localização das fontes de água. Nas 35 amostras investigadas, o valor de NH<sub>3</sub> foi considerado desprezível, estando muito abaixo

do valor máximo permitido para consumo humano. Esses parâmetros atenderam aos limites estabelecidos pela Portaria 2.914/2011.

- A presença de coliformes em algumas fontes de água descarta a potabilidade e o direcionamento para uso doméstico e na agroindústria. Nesse aspecto, a notificação e a orientação aos proprietários rurais foram necessárias para o tratamento da água, a fim de eliminar a presença de qualquer agente patogênico.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Saúde. (2011). *Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011*. Brasil. Disponível em: <<http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914>>. Acesso em: dez. 2011.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). (2019). *Apêndice E - Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas e de Amostragem*. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2017/11/Ap%C3%AAndice-E-Significado-Ambiental-e-Sanit%C3%A1rio-das-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade-2016.pdf>>. Acesso em: mar. 2019.

ERICKSON, R.J. (1985). An evaluation of mathematical models for the effects of pH and temperature on ammonia toxicity to aquatic organisms. *Water Research*, v.19, n.8, p. 1047-1058. [https://doi.org/10.1016/0043-1354\(85\)90375-6](https://doi.org/10.1016/0043-1354(85)90375-6)

FOOD & DRUG ADMINISTRATION (FDA). (2001). *Bacteriological Analytical Manual (BAM): Enumeration of Escherichia coli and the Coliform Bacteria*. Disponível em: <<https://www.fda.gov/food/foodscienceresearch/laboratorymethods/ucm064948.htm>>. Acesso em: dez. 2012.

Köppen, W.P. (1900). *Classificação climática de Köppen*. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org>>. Acesso em: dez. 2015.

REIS, J.A.T.; MENDONÇA, A. S. F. (2009). Análise técnica dos novos padrões brasileiros para amônia em efluentes e corpos d'água. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, v.14, n.3, p. 353-362. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-41522009000300009>

RUBIN, A.J.; ELMARAGHY, G.A. (1977). Studies on the toxicity of ammonia, nitrate and their mixtures to guppy fry. *Water Research*, v.11, n.10, p. 927-935. [https://doi.org/10.1016/0043-1354\(77\)90079-3](https://doi.org/10.1016/0043-1354(77)90079-3)

Souza, m.m. (2003). *Relatório da água faz alerta sobre inércia política*. O Estado de S. Paulo. Caderno A, p. A8.

THURSTON, R.V.; RUSSO, R.C.; VINOGRADOV, G.A. (1981). Ammonia toxicity to fishes. Effect of pH on the toxicity of the un-ionized ammonia species. *Environmental Science and Technology*, v.15, n.7, p. 837-840. <https://doi.org/10.1021/es00089a012>

Villiers, m. (2002). *Água: como o uso deste precioso recurso natural poderá acarretar a mais séria crise do século XXI*. Rio de Janeiro: Ediouro.