

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES NO RIO PARAÍBA DO MEIO, ALAGOAS, E SUA CONFORMIDADE COM A RESOLUÇÃO DO CONAMA 357/2005

Nayara Barreto da Costa⁽¹⁾

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, nayara.costa@inpe.br

Paulo Ricardo Petter Medeiros⁽²⁾

Universidade Federal de Alagoas, paulopetter@igdema.ufal.br

Marcela Aparecida Campos Neves Miranda⁽³⁾

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, marcela.miranda@inpe.br

Jean Pierre Henry Balbaud Ometto⁽⁴⁾

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, jean.ometto@inpe.br

Resumo: As atividades antrópicas nas bacias de drenagem frequentemente causam impactos significativos na qualidade da água e nos ecossistemas aquáticos, resultando em consequências ambientais prejudiciais que alteram a qualidade da água dos rios, isto é, seu fluxo e sua composição química. Neste estudo, o objetivo foi o de analisar a concentração de nutrientes no rio Paraíba do Meio, Alagoas, e sua conformidade com a Resolução do CONAMA n° 357/2005 durante os anos hidrológicos de 2016 e 2017, para saber se a qualidade da água rio está dentro dos padrões ambientais sugeridos. Os dados referentes aos parâmetros limnológicos da água analisados na seção do rio Paraíba do Meio considerada nesta pesquisa, situada na região da ponte rodoviária sobre o referido rio (BR-316), no município de Pilar (AL), onde se concentram atividades industriais, urbanas e agrícolas, foram obtidos a partir do Banco de dados do laboratório de Geoquímica Ambiental (IGDEMA-UFAL), com periodicidade mensal de 16 de janeiro de 2016 a 17 de dezembro de 2017. Apesar de boa parte dos valores mensais de alguns dos parâmetros apresentarem valores dentro dos padrões estabelecidos pelo CONAMA, os resultados revelaram concentrações significativas de ortofosfato e das diferentes formas de nitrogênio inorgânico dissolvido encontradas em ecossistemas aquáticos, como nitrito, nitrato e amônio, indicando potencial poluição, bem como alguns dos demais parâmetros limnológicos analisados, os quais também apresentaram valores mensais acima dos limites estabelecidos pela resolução do CONAMA supracitada, um sinal de degradação, especialmente nas áreas urbanas, o que ressalta a necessidade de ações mais efetivas por parte das autoridades para gerenciar os recursos hídricos do rio Paraíba do Meio, uma vez que, a gestão sustentável das bacias de drenagem é urgente, buscando a harmonia entre as necessidades humanas e a conservação dos ecossistemas aquáticos, garantindo que as gerações futuras tenham acesso à água de qualidade e ecossistemas saudáveis.

Palavras-chave: Bacia de drenagem, Parâmetros limnológicos, Nutrientes.

(1) Doutoranda em Ciência do Sistema Terrestre – INPE.

(2) Professor na Universidade Federal de Alagoas – UFAL.

(3) Pós-doutoranda em Ciência do Sistema Terrestre – INPE.

(4) Pesquisador sênior no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE.

PUC–Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

1. INTRODUÇÃO

As bacias de drenagem desempenham um papel vital no transporte de materiais do continente para a região costeira, incluindo elementos como matéria orgânica, sedimentos em suspensão e nutrientes, fundamentais para a geologia e a biogeoquímica do planeta, além de ser essencial para a qualidade da água dos rios, pois atua como um sistema de filtragem e regulação, influenciando diretamente na saúde dos ecossistemas aquáticos [6]. O uso inadequado dos recursos hídricos resulta em impactos ambientais prejudiciais, que alteram os fluxos naturais da água e sua composição química [5, 7]. Nesse contexto, destaca-se o rio Paraíba do Meio, situado no Nordeste do Brasil, o qual se encontra degradado devido à poluição hídrica [5]. O fluxo de nutrientes desempenha um papel crucial na manutenção da produtividade primária dos ecossistemas aquáticos, sendo essencial para as teias alimentares presentes nesse ambiente [1]. Para tanto, a análise de parâmetros limnológicos no rio Paraíba do Meio é importante, pois fornecerá informações que podem ser utilizadas pelos órgãos públicos e privados responsáveis pela gestão dos recursos hídricos no Brasil, além de que permitirá a identificação de pontos ricos em nutrientes [1]. Assim, o objetivo do presente trabalho consistiu em analisar a concentração de nutrientes no rio Paraíba do Meio e sua conformidade com a Resolução do CONAMA n° 357/2005 [3].

2. MATERIAL E MÉTODOS

A bacia hidrográfica do rio Paraíba do Meio abrange uma área de 3.127,83 km², com nascente no município de Saloá, Pernambuco (PE), e foz na Laguna Manguaba, município de Pilar, Alagoas (AL) [4]. Os dados dos parâmetros limnológicos da água na seção do rio considerada nesta pesquisa, situada na região da ponte rodoviária sobre o referido rio (BR-316), em Pilar (AL), onde se concentram atividades industriais, urbanas e agrícolas, foram obtidos a partir do Banco de dados do laboratório de Geoquímica Ambiental, do Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente, da Universidade Federal de Alagoas (IGDEMA-UFAL), com periodicidade mensal de 16 de janeiro de 2016 a 17 de dezembro de 2017. Os dados foram dos parâmetros: Amônio (NH₄⁺), Nitrito (NO₂⁻) e Nitrato (NO₃⁻), que são as formas de Nitrogênio encontradas em ecossistemas aquáticos, que representam o Nitrogênio Inorgânico Dissolvido (NID), pois as amostras foram filtradas, Ortofosfato (P-Orto), determinados conforme [2], Fósforo Total, Clorofila *a*, Oxigênio Dissolvido (OD), Salinidade, Turbidez, Temperatura, Potencial Hidrogeniônico (pH), Condutividade Elétrica e Totais de Sólidos em Suspensão (TSS). Esses dados serão representados através de tabelas e figuras elaboradas no software OriginPro 8.0, além de que também serão comparados com os níveis que são estabelecidos pela Resolução do CONAMA n° 357/2005, para saber se a qualidade da água rio está dentro dos padrões ambientais sugeridos [3].

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023
WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1(A) e 2(B) demonstra a variação entre as concentrações mensais das formas de N (amônio, nitrito e nitrato) encontradas no rio Paraíba do Meio para os anos de 2016 e 2017.

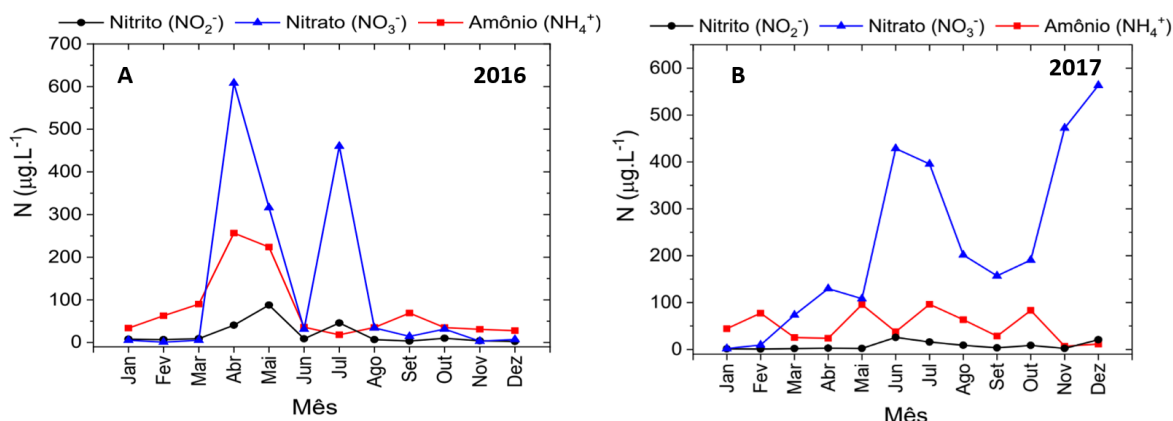


Figura 1. Variação das concentrações mensais das formas de N no rio Paraíba do Meio para os anos de 2016 (A) e 2017 (B).

A resolução do CONAMA estabelece que a concentração de nitrito não pode ultrapassar o valor de $1.000 \mu\text{g.L}^{-1}$ em rios. Em 2016, a maior concentração ocorreu em maio ($87,91 \mu\text{g.L}^{-1}$) e a menor em dezembro ($2,61 \mu\text{g.L}^{-1}$), já em 2017, o valor máximo de nitrito foi $25,74 \mu\text{g.L}^{-1}$ em junho, e o mínimo $0,88 \mu\text{g.L}^{-1}$ em fevereiro. Quanto às concentrações de amônio, em 2016, a maior quantidade foi registrada em abril ($256,51 \mu\text{g.L}^{-1}$), e a menor em julho ($18,14 \mu\text{g.L}^{-1}$). Em 2017, o maior valor foi de $96,43 \mu\text{g.L}^{-1}$ (julho), e o menor em novembro ($6,97 \mu\text{g.L}^{-1}$) - níveis dentro dos padrões estabelecidos pela resolução do CONAMA. Em relação ao nitrato, o CONAMA estabelece que os seus níveis não podem ultrapassar $10.000 \mu\text{g.L}^{-1}$. Em 2016, as maiores concentrações foram de $608,04 \mu\text{g.L}^{-1}$ em abril, e $460,26 \mu\text{g.L}^{-1}$ em julho, enquanto que em 2017, as maiores concentrações foram de $563,47 \mu\text{g.L}^{-1}$ em dezembro, e $472,18 \mu\text{g.L}^{-1}$ em novembro. As menores concentrações encontradas foram de $0,94 \mu\text{g.L}^{-1}$ em fevereiro de 2016 e $1,98 \mu\text{g.L}^{-1}$ em janeiro de 2017 (valores dentro dos padrões estabelecidos pela resolução do CONAMA).

Dados de ortofosfato e fósforo total apresentaram uma variação significativa na seção do rio Paraíba do Meio estudada, nos anos de 2016 e 2017 (Figura II). Em 2016 as médias mensais de ortofosfato variaram entre $22,89 \mu\text{g.L}^{-1}$ (dezembro) e $97,65 \mu\text{g.L}^{-1}$ (junho), enquanto que em 2017, essa variação foi entre $14,88 \mu\text{g.L}^{-1}$ (para janeiro, fevereiro e março), e $111,14 \mu\text{g.L}^{-1}$ (dezembro) (Figura 2 (A)).

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

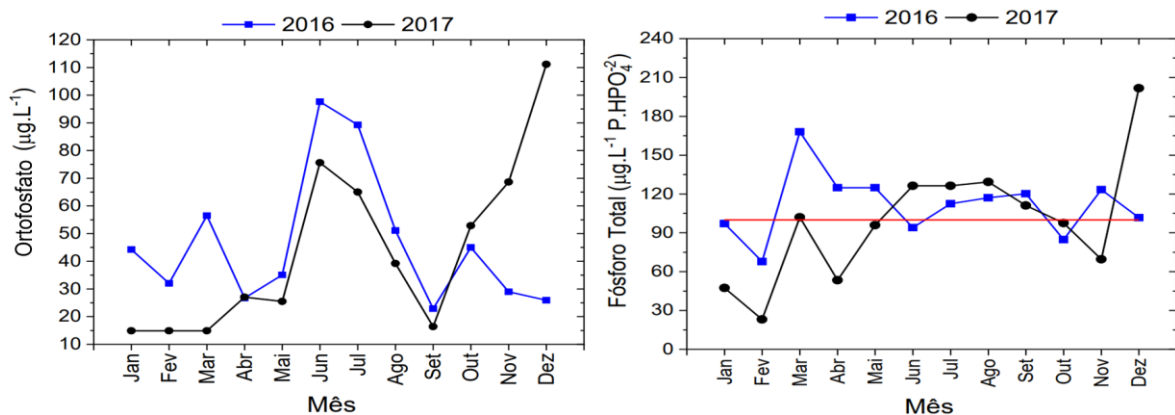


Figura 2. Variação das concentrações mensais de ortofosfato (A) e fósforo total (B) no rio Paraíba do Meio (2016 e 2017). A linha vermelha representa o nível máximo estabelecido pelo CONAMA.

De acordo com a Resolução do CONAMA, os valores de fósforo total (P-total) registrados em um ambiente lótico não pode ultrapassar $100 \mu\text{g.L}^{-1}$ (Figura 2 (B)). Em alguns meses de 2016 e 2017, as concentrações de P-total estiveram fora desse padrão, uma vez que os níveis maiores variaram entre $101,71 \mu\text{g.L}^{-1}$ (dezembro) e $167,97 \mu\text{g.L}^{-1}$ (março) em 2016, e entre $102,03 \mu\text{g.L}^{-1}$ (março) e $201,60 \mu\text{g.L}^{-1}$ em 2017. Os meses que apresentaram valores dentro do padrão foram janeiro, fevereiro, junho e outubro de 2016 (variação entre $84,75 \mu\text{g.L}^{-1}$ e $97,08 \mu\text{g.L}^{-1}$), e janeiro, fevereiro, abril, maio, outubro e novembro de 2017 (variação entre $23,08 \mu\text{g.L}^{-1}$ e $97,48 \mu\text{g.L}^{-1}$).

A Figura 3 demonstra as concentrações mensais de clorofila *a* no rio Paraíba do Meio.

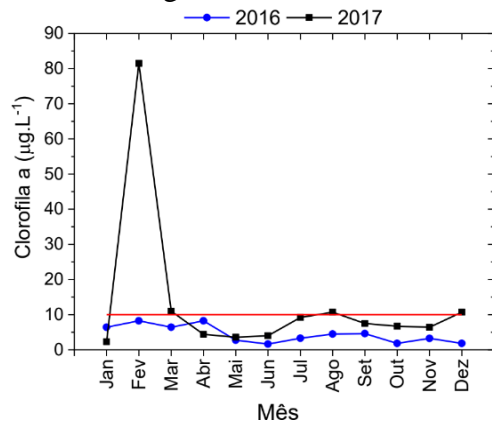


Figura 3. Variação das concentrações mensais de clorofila *a* no rio Paraíba do Meio (2016 e 2017). Linha vermelha – limite do CONAMA.

Conforme a resolução do CONAMA, os níveis de concentração de clorofila *a* em um ecossistema aquático de água doce não pode ultrapassar o valor de $10 \mu\text{g.L}^{-1}$. Em 2016 os valores não ultrapassaram esse limite, uma vez que, as concentrações mensais de clorofila *a* variaram entre $1,62 \mu\text{g.L}^{-1}$ (junho) e $8,24 \mu\text{g.L}^{-1}$ (fevereiro). Entretanto, em 2017, essas concentrações foram mais significativas, e em alguns meses os valores ultrapassaram o limite, variando entre fevereiro ($81,47 \mu\text{g.L}^{-1}$) e maio ($3,56 \mu\text{g.L}^{-1}$), indicando a presença de fósforo total nas suas células e a influência algal nos seus níveis mais elevados.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

A Tabela I demonstra os valores mensais dos parâmetros limnológicos do rio Paraíba do Meio medidos nos anos de 2016 e 2017.

Tabela 1. Parâmetros limnológicos referentes ao rio Paraíba do Meio, Alagoas, para os anos de 2016 e 2017.

MÊS	NID ($\mu\text{g L}^{-1}$)		OD (mg.L^{-1})		Salinidade (g.L^{-1})		Turbidez (UNT)		Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)		pH		Condutividade elétrica ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)		TSS (mg.L^{-1})	
	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017
Jan.	46,87	47,77	1,50	1,80	0,07	0,12	50,30	11,40	29,88	28,20	7,32	6,83	178,15	945,60	25,00	3,08
Fev.	70,70	87,77	6,18	2,74	0,07	0,17	20,20	34,13	29,60	28,00	7,14	6,92	163,15	1.288,38	9,33	48,80
Mar.	103,96	100,70	6,27	1,40	0,09	0,14	27,25	36,33	27,06	28,90	7,32	6,60	166,70	1.054,00	13,00	42,00
Abr.	905,16	156,23	6,37	2,10	0,10	0,04	76,35	71,48	24,04	29,60	7,39	6,42	198,65	157,80	47,33	9,40
Mai.	627,83	206,10	4,60	2,00	0,21	0,06	85,40	33,19	29,72	27,00	7,31	7,30	707,30	232,60	41,80	45,33
Jun.	75,81	492,17	3,76	8,30	0,04	0,10	34,15	117,40	28,63	26,00	7,60	7,40	94,15	259,20	17,62	43,00
Jul.	524,41	507,83	3,53	7,10	0,11	0,12	38,45	72,00	24,15	22,00	7,59	7,20	381,60	236,00	21,96	21,60
Ago.	76,57	273,83	4,10	7,10	0,06	0,08	14,65	101,00	25,27	19,50	7,33	7,60	152,30	216,20	5,86	52,50
Set.	86,82	188,63	3,98	3,70	0,10	0,08	32,50	61,00	24,00	24,00	7,66	7,30	196,20	205,30	12,67	16,00
Out.	76,54	282,63	3,51	7,20	0,12	0,06	76,55	47,70	27,76	24,00	7,22	7,00	176,10	169,10	31,17	22,40
Nov.	37,85	481,37	2,45	7,20	0,12	0,06	93,80	47,70	28,94	25,00	7,29	6,99	207,55	169,00	47,13	16,00
Dez.	37,64	595,77	1,73	6,80	0,09	0,10	39,30	48,70	29,92	27,00	7,36	7,10	140,85	164,00	33,55	22,40
Média	222,51	285,07	4,00	4,79	0,10	0,09	49,08	56,84	27,41	25,55	7,38	7,06	230,23	424,77	25,54	28,54

As médias mensais de OD variaram entre $1,50 \text{ mg.L}^{-1}$ (janeiro) e $6,37 \text{ mg.L}^{-1}$ (abril) em 2016 e $1,40 \text{ mg.L}^{-1}$ (março) e $8,30 \text{ mg.L}^{-1}$ (junho) em 2017, estando boa parte acima do permitido pela resolução do CONAMA (não inferior a 6 mg.L^{-1}). Quanto à salinidade, a variação foi de $0,04 \text{ g.L}^{-1}$ (junho) e $0,21 \text{ g.L}^{-1}$ (maio) em 2016 e $0,04 \text{ g.L}^{-1}$ (abril) e $0,17 \text{ g.L}^{-1}$ (fevereiro) em 2017. As médias mensais de turbidez variaram entre $14,65 \text{ UNT}$ (agosto) e $93,80 \text{ UNT}$ (novembro) em 2016 e $11,40 \text{ UNT}$ (janeiro) e $117,40 \text{ UNT}$ (junho) em 2017, boa parte acima do estabelecido pela resolução do CONAMA (até 40 UNT). Quanto à temperatura, em 2016 a mínima ocorreu em setembro e a máxima em dezembro, e em 2017 a mínima ocorreu em agosto e a máxima em abril. O pH variou entre $7,14$ (fevereiro) e $7,66$ (setembro) em 2016, e em 2017, variou entre $6,42$ (abril) e $7,60$ (agosto), dentro dos limites permitidos pela resolução do CONAMA (de $6,0$ a $9,0$), uma vez que, fora desse limiar a água é considerada poluída e imprópria para uso. Observou-se que, em 2016, a condutividade elétrica máxima ocorreu em maio e o valor mínimo foi em junho, já em 2017, o máximo ocorreu em fevereiro e o mínimo em abril. No ano de 2016, as médias mensais de TSS na seção do rio Paraíba do Meio em estudo variaram entre $5,86 \text{ mg.L}^{-1}$ (agosto) e $47,33 \text{ mg.L}^{-1}$ (abril) e em 2017 essa variação ficou entre $3,08 \text{ mg.L}^{-1}$ (janeiro) e $52,50 \text{ mg.L}^{-1}$ (agosto).

PUC–Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ponto de amostragem do rio Paraíba do Meio considerado neste estudo, apresentou concentrações significativas dos parâmetros limnológicos analisados, com parte significativa dos valores fora dos padrões sugeridos pelo CONAMA, indicando um alto grau de degradação, especialmente nas áreas urbanizadas existentes no entorno do rio, que influencia na qualidade da água, exigindo uma ação mais efetiva por parte das autoridades para gerenciar os recursos hídricos do rio Paraíba do Meio, uma vez que, a gestão sustentável das bacias de drenagem é urgente, buscando a harmonia entre as necessidades humanas e a conservação dos ecossistemas aquáticos, garantindo que as gerações futuras tenham acesso à água de qualidade e ecossistemas saudáveis.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Universidade Federal de Alagoas (UFAL), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) pelo suporte à pesquisa realizada.

REFERÊNCIAS

- [1] CALLENDER, E.; HAMMOND, D. E. Nutrient Exchange across the Sediment water interface in the Potomac River Estuary. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 15, n. 4, p. 395 – 413, 1982.
- [2] CARMOUZE, J. P. **O metabolismo dos ecossistemas aquáticos** – Fundamentos teóricos, métodos de estudo e análises químicas, 1. ed. São Paulo: Editora FAPESP, 253 p. 1994.
- [3] CONAMA. **Resolução CONAMA n° 357, de 17 de março de 2005**.
- [4] CONSULTORIA TÉCNICA – COTEC. **Plano Diretor da Região Hidrográfica do Rio Paraíba do Meio – PDRH**. Recife: COTEC, v. 1, 169 p., 2001.
- [5] COSTA, N. B. da; MEDEIROS, P. R. P. Variabilidade da precipitação no rio Paraíba do Meio (AL): influência na vazão e nas cargas de fósforo dissolvido. **Boletim de Geografia**, v. 39, p. 86-105, 2021.
- [6] MEDEIROS, P. R. P. *et al.* Aporte fluvial e dispersão de matéria particulada em suspensão na zona costeira do rio São Francisco (SE/AL), **Geochimica Brasiliensis**, v. 21, n.2, p. 212 - 231, 2007.
- [7] OMETTO, J. P. H. B.; MARTINELLI, L. A. Ciclos Biogeoquímicos. In: Marcos Buckeridge. (Org.). **Biologia das Mudanças Climáticas no Brasil**. 1 ed. São Carlos: Rima, 2008, v. 1, p. 72.