ESPAÇO EM REVISTA
ISSN: 1519-7816

DINÂMICA FLUVIAL DO CÓRREGO CEDRO, PRESIDENTE PRUDENTE (SP), OESTE PAULISTA: diagnóstico dos parâmetros físico-químicos, biológicos

Ana Paula Novais Pires Koga

Pós-doutoranda em Geografia na Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Professora Adjunta A na Unidade Acadêmica Especial Instituto de Geografia, Regional Catalão, Universidade Federal de Goiás.
E-mail: anageografa@gmail.com

Juliana Aparecida Rocha Luz Zago

Pós-doutoranda em Geografia na Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.
E-mail: juliluzz@yahoo.com.br

Carla Rodrigues dos Santos

Doutora em Geografia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.
E-mail: carlars2013@gmail.com

Resumo
O artigo objetiva apresentar a dinâmica fluvial do córrego Cedro, localizado no município paulista de Presidente Prudente, enfatizando-se os processos físicos, químicos e biológicos. Para a realização da pesquisa foram delimitados dois pontos amostrais no córrego do Cedro, analisando-se, para tanto, variáveis da limnologia (material em suspensão, turbidez, temperatura da água, condutividade elétrica, pH, oxigênio dissolvido e a presença de macroinvertebrados bentônicos). Os parâmetros físico-químicos estavam, em maior parte, em condições adequadas. Contudo, a condutividade elétrica, na seção 2, apresentou-se superior ao limite estabelecido. Os macroinvertebrados bentônicos coletados na primeira seção são Diptera, Coleoptera (larva e besouro adulto), bem como Ephemeoptera *Baetidae*; na segunda seção foram coletadas Diptera, Diptera *Chiromonidae* e Ephemeoptera *Baetidae*. Concluiu-se que os macroinvertebrados encontrados são de habitats poluídos e mesmo que os parâmetros (pH, oxigênio dissolvido, temperatura e turbidez) estejam em conformidade com o limite estabelecidos, este córrego encontra-se degrado e poluído, pois sofre intervenções antrópicas ao longo do seu curso, com pouca vegetação ripária e impermeabilização do solo.

Palavras-chave: Córrego do Cedro. Dinâmica fluvial. Qualidade da água.

FLUVIAL DYNAMIC OF THE CEDRO STREAM, PRESIDENTE PRUDENTE (SP), WEST OF SÃO PAULO: diagnosis of the psysico-quimical and biological parameters

Abstract
The article aims to present the river dynamics of the Cedro stream, located in Presidente Prudente, São Paulo, emphasizing the physical, chemical and biological processes. For the research, two sampling points were delimited in the Cedro stream, analyzing, for this purpose, variables of limnology (suspended matter, turbidity, water temperature, electrical conductivity, pH, dissolved oxygen and the presence of benthic macroinvertebrates). The physico-chemical parameters were, for the most part, in adequate conditions. However, the electrical conductivity, in section 2, was higher than the established limit. The benthic macroinvertebrates collected in the first section are Diptera, Coleoptera (larva and adult beetle), as well as Ephemeoptera *Baetidae*; in the second section Diptera, Diptera *Chiromonidae* and Ephemeoptera *Baetidae* were collected. It was concluded that the macroinvertebrates found are of

polluted habitats and even if the parameters (pH, dissolved oxygen, temperature and turbidity) are in compliance with the established limits, this stream is degraded and polluted, as it undergoes anthropic interventions along the its course, with little riparian vegetation and soil waterproofing.

Keywords: Stream of Cedro. Fluvial dynamic. Water quality.

Introdução

Um rio pode ser considerado uma paisagem natural e cultural que tem servido de referência para o homem ao longo de toda a sua existência, elemento vital e indispensável (SARAIVA, 1999). A fixação dos povos nas proximidades dos rios ratifica a questão da água enquanto reguladora social, como as primeiras grandes civilizações nos vales do rio Nilo, no Egito dos rios Tigre e Eufrates, na Mesopotâmia, do Indo, no Paquistão e do rio Amarelo, na China.

A água, elemento essencial aos sistemas de sustentação à vida, tem características peculiares ao nível do mar, como aborda Tundisi (2005):

- ✓ Fórmula química: H_2O;
- ✓ Massa molecular4: 18;
- ✓ Ferve a 100 ºC em temperatura ambiente);
- ✓ Congela a 0 ºC (em temperatura ambiente);
- ✓ Sofre expansão ao congelar;
- ✓ Calor específico: 1 Cal / (gºC).

Dos significados metafóricos da água, passa-se ao debate atual sobre a água no Planeta, pautada no discurso da escassez que mascara as demandas preponderantes no uso da água, amparada principalmente pelo seu tratamento mercantilizado, transformando-a em recurso, e a ineficiente acessibilidade para a dessedentação humana e animal. Além da disponibilidade natural, a qualidade da água para os usos primordiais deteriorou-se significativamente a partir do Século XX.

Os diversos impactos resultantes de atividades antrópicas, tais como, barramentos, irrigação, agropecuária e despejos de efluentes sem prévio tratamento, entre outros, têm levado a várias mudanças na dinâmica fluvial do canal quanto ao relacionamento dos fatores ambientais e bióticos (TUNDISI, 2006).

Os sistemas lóticos apresentam, ao longo do seu percurso, ou seja, da montante a jusante, características bióticas que refletem os aspectos particulares em cada zona do rio. Diante disso, escolheu-se o córrego Cedro, inserido na bacia hidrográfica do rio Santo Anastácio e que a partir da segunda metade do Século XX passou por processo intenso de

ocupação urbana, ocasionando vários impactos negativos, como o desmatamento em alta escala, o aumento de processos erosivos e assoreamento na rede de drenagem (STEIN, 1999).

O presente artigo tem como objetivo apresentar a dinâmica fluvial do córrego Cedro, enfatizando, dessa forma, os processos químicos e biológicos. Para tanto, a partir de uma análise quali-quantitativa, o estudo foi dividido nas seguintes fases: definição da área de estudo; trabalho de campo; análise dos parâmetros físico-químicos e biológicos do material coletado, realizada no Laboratório de Geologia, Geomorfologia e Recursos Hídricos, na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (FCT/UNESP); discussão teórica.

Os sistemas lóticos e o *River Continnum Concept*

O conceito de contínuo fluvial (*River Continnum Concept*) proposto por Vannote et. al. (1980) identificou os sistemas lóticos como uma rede integrada e linear, considerando-se que o sistema fluvial apresenta gradientes contínuos de condições físicas e químicas determinadas pela geologia e geomorfologia da bacia e do canal fluvial. Dessa forma, existem sucessivas adaptações bióticas e em padrões longitudinais de carregamento, transporte e sedimentação de matéria orgânica, ou seja, os tipos de matéria orgânica particulada e de invertebrados bentônicos presentes.

Ward e Stanfor (1995) definem a bacia hidrográfica a partir do conceito de descontinuidade serial, ressaltando que a bacia é livre de poluição e outros distúrbios, desde que não haja represamento. O impacto do represamento no contínuo lótico ocasiona alterações nos processos bióticos e abióticos.

Os impactos nos efluentes dependem do volume de água e dos sedimentos, levando a alteração das características biofísicas, como o uso do solo, a vegetação, a litologia, o microclima e a geomorfologia das sub-bacias que elas drenam.

Almada e Würdig (1996) destacam a importância do estudo da avaliação da fauna macrobentônica para a determinação do grau de poluição, sendo que as modificações na estrutura da biocenose podem constituir um diagnóstico de ambientes poluídos ou estressados.

A legislação ambiental para os sistemas lóticos

Os ambientes lóticos são sistemas de água corrente que apresentam uma mistura de partículas de várias origens, tamanhos e formas, provenientes da ação erosiva da água sobre as rochas e os sedimentos. De acordo com Cristofoletti (1981), o regime pluvial, as diferentes estruturas geológicas, as condições topográficas, bem como a cobertura vegetal influenciam na origem desses materiais e nas condições físico-químicas da água.

A Lei Federal n. 6.766/1979 institui normas de parcelamento de solo urbano e dispõe, no Artigo IV, que os loteamentos deverão atender, pelo menos, os seguintes requisitos: ao longo das águas correntes e dormentes, das faixas de domínio público das rodovias, ferrovias e dutos será obrigatória a reserva de uma faixa não edificável de quinze metros de cada lado, salvo maiores exigências na legislação específica (BRASIL, 1979).

De acordo com a Resolução Federal Nº. 357, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), de 17 de março de 2005, no Artigo I, inciso V, o ambiente lótico é classificado, como um ambiente relativo às águas continentais moventes (BRASIL, 2005).

Em relação à legislação municipal de Presidente Prudente, no seu Artigo III, da Lei Nº. 6.878/2008, que dispõe sobre a área de proteção e recuperação dos mananciais das bacias hidrográficas dos córregos do Cedro e Cedrinho, institui-se, no parágrafo III: o estabelecimento das condições e os instrumentos básicos para assegurar e ampliar a produção de água para o abastecimento da população, promovendo as ações de preservação, recuperação e conservação dos mananciais das bacias hidrográficas dos córregos do Cedro e Cedrinho (PMPP, 2008).

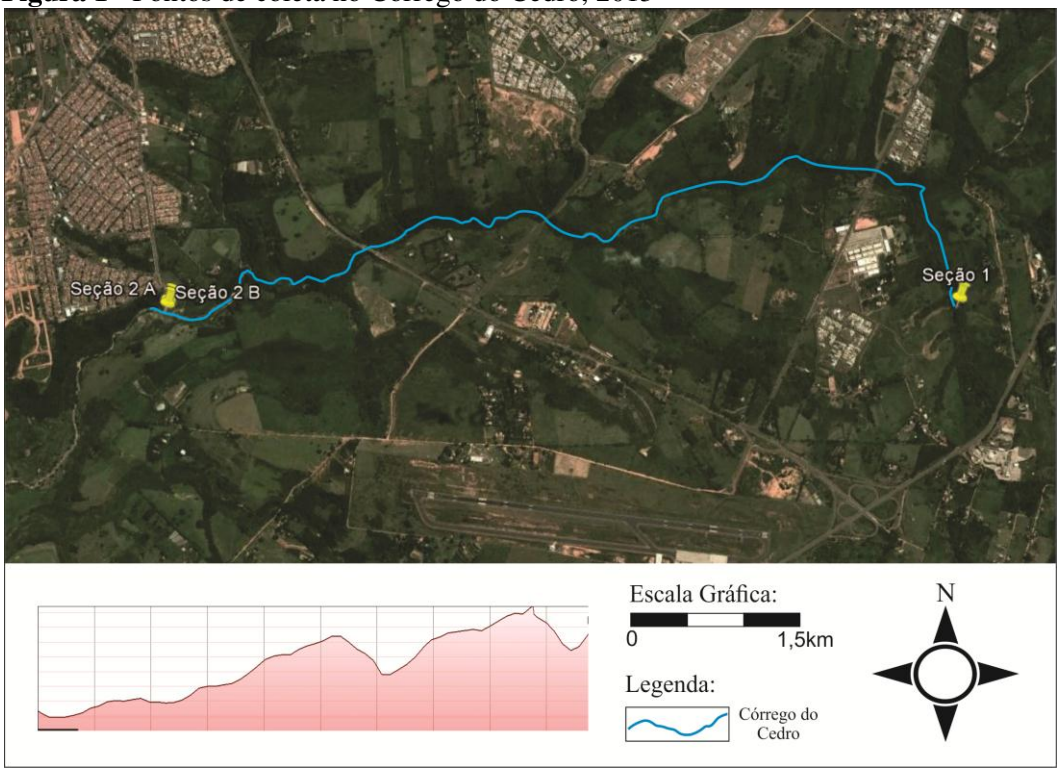
Localização da área de estudo

O córrego Cedro é afluente do Rio Santo Anastácio e localiza-se na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 22, no Pontal do Paranapanema. O Rio Santo Anastácio é responsável por suprir 30% das necessidades de abastecimento público em Presidente Prudente (DIEBESO, 2007).

A bacia hidrográfica córrego do Cedro, por sua vez, localiza-se ao Sul do perímetro urbano do município de Presidente Prudente, estendendo-se por, aproximadamente, sete quilômetros, com área de 40,96 Km². As análises foram feitas a partir de coletas realizadas em duas seções desse córrego. Sendo que, por tratar-se de um sistema multicanal, a seção 2 foi

dividida em 2 A e 2 B. Na Figura 1 apresenta-se a área do Córrego do Cedro e os pontos de coleta realizados:

Figura 1 - Pontos de coleta no Córrego do Cedro, 2013



Fonte: Pesquisa de campo, 2013.

A área em estudo abrange afloramentos da formação Adamantina Ka, com características litológicas de arenitos finos e muito finos, pode apresentar cimentação e nódulos carbonáticos com lentes de siltitos arenosos e argilosos ocorrendo em bancos maciços, com estratificação plano-paralela e cruzada de pequeno a médio porte (IPT, 1981). Em relação ao uso e ocupação da terra, o predomínio são as áreas de pastagens, bem como a expressiva área urbanizada (DIBIESO, 2007).

Materiais e metodologia

Para a realização da pesquisa foram delimitados dois 2 pontos amostrais no córrego do Cedro. No ponto 1, com altitude de 391 metros, foi realizada uma coleta, e no ponto 2, com altitude de 353 metros foram realizadas duas coletas. O levantamento foi realizado no período da manhã das 8h às 11h30min., com temperaturas amenas e sem precipitação.

Os pontos escolhidos levaram em consideração o perfil longitudinal do rio, da montante a jusante, sendo analisadas as variáveis da limnologia: material em suspensão, turbidez, temperatura da água, condutividade elétrica, pH, oxigênio dissolvido e presença de macroinvertebrados bentônicos.

Para a análise do material de fundo e material suspenso utilizou-se garrafas transparentes e sacos de plásticos. Já para a determinação do oxigênio dissolvido utilizou-se o oxímetro digital portátil, modelo MO-890. Para medição do pH e temperatura utilizou-se o pHmetro digital, modelo pH-1400. A condutibilidade elétrica foi determinada pelo condutivímetro, modelo CD-830 e a turbidez a partir do turbidímetro PoliControl AP 2000.

Na captura dos macroinvertebrados bentônicos foram utilizadas redes coletoras específicas constituídas por uma boca circular feita de metal e uma parte constituída de nylon, posta contra a correnteza. Em seguida, o material coletado foi colocado em bandejas plásticas brancas e, posteriormente, condicionado num saco plástico previamente etiquetado. O material foi levado e analisado no Laboratório de Geologia, Geomorfologia e Recursos Hídricos da FCT/UNESP.

A análise dos macroinvertebrados capturados foi realizada através da identificação visual, com auxílio de uma lupa manual e dados do guia de identificação biológica dos Rios Vivos, do Grupo de Pesquisa Gestão Ambiental e Dinâmica Socioespacial (GADIS), da FCT/UNESP.

Diagnóstico físico-químico e biológico do córrego Cedro

A partir da análise físico-química da água pôde-se compreender a situação do córrego Cedro. Os parâmetros das variáveis físico-químicas, conforme a Tabela 1, mostram que o pH da seção 1 (7,18) e da seção 2 (7,29) atendem a faixa de 6.0 a 9.0 estabelecida pela Resolução CONAMA N.º 357 para corpos d'água Classe 2.

Tabela 1 - Variáveis físico-químicas do córrego Cedro

Variáveis físico-químicas	Seção 1	Seção 2
pH	7,18	7,29
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	8,2	9,6
Temperatura (°C)	19,8	22,2
Condutividade Elétrica (µ/cm)	3,9	196,8
Turbidez (UNT)	3,56	4,4

Org.: SANTOS, C. R. 2013.

O oxigênio dissolvido (OD), que é essencial para o desenvolvimentos dos organismos, encontra-se na seção 1 (8,2 mg/L) e na seção 2 (9,6mg/l) em condições favoráveis, pois o limite estabelecido em qualquer amostra não pode ser inferior a 5 mg/L O_2, segundo a Resolução N.º 357 do CONAMA.

A temperatura da água, tanto da seção 1 quanto da seção 2, atende ao padrão estabelecido pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), que é de 0 a 30°C. A temperatura influencia nas variáveis físico-químicas e sua elevação pode trazer inúmeros problemas ambientais.

A condutividade elétrica indica a capacidade da água em conduzir corrente elétrica, e dependendo das concentrações iônicas e da temperatura da coluna d'água, determina o grau de poluentes e lixiviação dos solos (MENDES; OLIVEIRA, 2004). Em geral, níveis superiores a 100 µS/cm indicam ambientes impactados (CETESB, 2013).

Na seção 1 a condutividade é de 3,9µ/cm, apresentando-se condições favoráveis, ou seja, a montante, o córrego Cedro não se encontra poluído. Entretanto, na seção 2, a condutividade elétrica é de 196,8µ/cm, sendo superior ao limite estabelecido, apresentando-se poluída e com sais dissolvidos. Tal fato deve-se ao despejo de resíduos sólidos e descarga de fontes pontuais no entorno da bacia.

Um valor alto de condutividade elétrica indica decomposição no ecossistema aquático (PORTO, 2010). Para as águas doces, os valores de condutividade variam entre 0-800 µS/cm, contudo, o valor da amostra da seção 1 encontra-se acima do permitido pela Resolução N.º 357, que varia entre 75-100 µS/cm.

A turbidez, tanto na seção 1 (3,56 UNT) quanto na seção 2 (4,4 UNT), está em conformidade com os limites estabelecidos pela Resolução n. 357, que é de 100 UNT. Ela indica a qualidade da água, o nível de sólidos em suspensão, responsável pela aparência turva, sendo que sua interferência está intrinsecamente ligada à passagem da luz através da água.

Na primeira seção, os resultados estavam em conformidade com os padrões da Resolução n. 357. O Córrego do Cedro corresponde à Classe 2 de água doce, que pode ser utilizada para a recreação de contato secundário e pesca amadora (Resolução 357/2005).

Quanto aos macroinvertebrados bentônicos, com o auxílio de uma lupa e do guia de identificação biológica do Projeto Rios Vivos, detectou-se a presença, principalmente, de Díptera (*Culicidae*), organismos filtradores e nadadores que vivem em águas extremamente poluídas; Larvas de Coleoptera, raspadores, vivem na vegetação subaquática e em pedras, em águas muito poluídas; Besouro adulto de Coleoptera, predadores e nadadores em ambientes

aquáticos muito poluídos; Ephemeroptera (*Baetidae*), coletores e raspadores que vivem em pedras, em águas muito poluídas.

Considerações finais

Mesmo que os parâmetros físico-químicos da bacia do Cedro encontrem-se, a maioria, em condições adequadas, a comparação entre a seção 1 e a seção 2 possui diferenças significativas. As condições físico-químicas da seção 1 apresentam melhor situação que na seção 2. Justifica-se isso pelo fato de que na seção 2 o grau de degradação é maior, pois há interferência de descarga de efluentes devido à proximidade da área urbana, assim como a presença de áreas de pastagem, favorecendo processos erosivos como as voçorocas.

Percebe-se que os macroinvertebrados encontrados são oriundos de habitats poluídos, e mesmo que os parâmetros (pH, oxigênico dissolvido, temperatura e turbidez) estejam em conformidade com os limites estabelecidos, este córrego encontra-se degrado e poluído, pois sofre intervenções antrópicas ao longo do seu curso, apresentando baixa presença da vegetação ripária, impermeabilização do solo, dada a presença da pecuária, avanço dos processos erosivos e a contaminação por fontes pontuais.

De acordo com as condições físico-químicas e as adaptações bióticas do córrego Cedro, pôde-se inferir que a teoria ecológica do contínuo fluvial se aplica à análise realizada, uma vez que, ao longo do rio, ocorrem mudanças consideráveis na largura, volume de água, profundidade, declividade, carga sedimentar e comunidades que contribuem para a realização da fotossíntese dos materiais hidrotransportados.

REFERÊNCIAS

ALMADA, C. M.W; WÜRDIG, N.L. Composição e distribuição da macrofauna bêntica do estuário de Tramandaí. In: XXI Congresso Brasileiro de Zoologia, 1996, Porto Alegre. **Anais**... Porto Alegre: CBZ, 1996, p. 13.

BRASIL. **Lei Federal Nº. 6.766/1979**. Dispõe sobre Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6766.htm>. Acesso em: 19 de jul. 2013.

_____. **Resolução CONAMA Nº. 357/2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais e dá outras providências. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 19 de jul. 2013.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Águas Superficiais**. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81guas-Superficiais/34-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade-das-%C3%81guas#topo>. Acesso em: 27 jul. de 2013.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Edgard Blucher, 1981.

DIBIESO, E. P. **Planejamento ambiental da bacia hidrográfica do Córrego do Cedro-Presidente Prudente**. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Ciência e Tecnologia. Universidade Estadual Paulista de Presidente Prudente. Presidente Prudente, 2007, 157f.

EDWARDS, R. T. **The hyporheic zone**. Disponível em: <http://www.geo.oregonstate.edu/classes/geo582/week_9_2_stochastic_geomorphology/Bendaetal1997.pdf>. Acesso em 27 jul. 2013.

MENDES, B.; OLIVEIRA, J. F. S. **Qualidade da água para consumo humano**. Lisboa-Porto-Coimbra: Lidel, 2004.

PAULA, P. M. S. **Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta na avaliação da qualidade ambiental da bacia hidrográfica do Rio das Velhas (MG)**. 2008, 108f. Tese (Doutorado em Biologia). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.
PMPP - Prefeitura Municipal de Presidente Prudente. Lei Municipal Nº. 6.878/2008, que dispõe sobre a área de proteção e recuperação dos mananciais das bacias hidrográficas dos córregos do Cedro e Cedrinho e dá outras providências. Disponível em: <http://www.uniesp.edu.br/projetocedro/downloads/leiMunicipalCedro.pdf>. Acesso 19 jul. 2013.

Projeto Rios Vivos. **Guia de inspeção fluvial**. Disponível em: <http://bacias.fct.unesp.br/riosvivos/index.php?p=visualizar_pdf&url=documentos/materiais_didaticos/cartilha_educacao_ambiental.pdf>. Acesso em 27 jul. 2013.

SARAIVA, M. G. A. N. **O rio como paisagem**: gestão de corredores fluviais no quadro do ordenamento do território. Lisboa. Fundação Calouste Gulbenkian, 1999. 512p.

STANFORD, J. A. and WARD, J. V. An Ecosystem Perspective of Alluvial Rivers: Connectivity and the Hyporheic Corridor. **Journal of the North American Benthological Society**, vol. 12, n. 1 (Mar., 1993), pp. 48-60, 1993.

STEIN, D.P. **Avaliação da degradação do meio físico – Bacia do rio Santo Anastácio, oeste paulista.** Rio Claro, 1999. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas – UNESP, 1999.

TUNDISI, J. E. M. **Indicadores da qualidade da bacia hidrográfica para gestão integrada dos recursos hídricos**. Estudo de caso: Bacia hidrográfica do Médio Tocantins. São Carlos. UFSCar, 152p, 2006.

TUNDISI, José Galizia. **Água no século XXI**: enfrentando a escassez. São Paulo: RiMa, 2005.

VANNOTE, R.L.; MINSHALL, G.W.; CUMMINS, K.W. et al. **The river continuum concept**. Disponível em: <http://zimmer.csufresno.edu/~sblumens/AquatEcol/vannote_1980.pdf>. Acesso 07 ago. 2013.

WARD, J.V.; STANFORD, J.A. **The serial discontinuity concept**: extending the model to floodplains rivers. Regulated Rivers: Research & Management, v. 10, p. 159-168, 1995.

_____

Recebido em: 12 mar. 2019
Aceito para publicação em: 25 mar. 2019