



II CONGRESSO AMAZÔNICO DE MEIO AMBIENTE & ENERGIAS RENOVÁVEIS

Engenharia, Meio Ambiente e Desenvolvimento Energético

12 A 16 DE SETEMBRO DE 2016

LOCAL: UFRA CAMPUS BELÉM

ISBN: 978-85-5722-005-8

www.camaer.com.br



ARTIGO COM APRESENTAÇÃO BANNER - QUALIDADE DA ÁGUA

ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA EM CANAIS DE MACRODRENAGEM: UM ESTUDO DE CASO EM MACAPÁ-AP

BRUNA ROCHA DE OLIVEIRA, DIANI FERNANDA DA SILVA LESS, OLAVO BILAC QUARESMA DE OLIVEIRA FILHO, CRISTHIAN SOUZA DE LIMA

Em Macapá-AP, assim como em boa parte das cidades brasileiras, a urbanização ocorreu sem a adoção de medidas estruturais e não estruturais direcionadas a proteção dos corpos hídricos, resultando em grandes impactos a disponibilidade e qualidade da água. Neste contexto, o presente estudo, buscou-se analisar os parâmetros físico-químicos da qualidade da água em dois canais com características morfológicas diferenciadas, sendo eles os canais da Mendonça Júnior e das Pedrinhas. Os resultados evidenciaram a poluição por esgoto doméstico em ambos os corpos hídricos, sendo que alguns pontos a concentração de oxigênio dissolvido é nula. Tal cenário reflete as péssimas condições do saneamento no município que impactam diretamente na qualidade de vida da população local.

Palavras-chave: Qualidade da água, parâmetros físico-químicos, poluição hídrica.

INTRODUÇÃO

A qualidade de a água pose ser avaliada através de parâmetros que traduzem suas principais características físicas, químicas e biológicas. Os parâmetros físico-químicos servem tanto para caracterizar águas de abastecimento, águas residuárias, mananciais e corpos receptores. Se faz importante essa caracterização da qualidade da água sem a separação estrita por suas aplicações (SCHUELLER, 1987; SPERLING, 2014).

¹ Acadêmico do 4º ano do curso de graduação em Engenharia Ambiental da UEAP. bruna-roccha@hotmail.com



II CONGRESSO AMAZÔNICO DE MEIO AMBIENTE & ENERGIAS RENOVÁVEIS

Engenharia, Meio Ambiente e Desenvolvimento Energético

12 A 16 DE SETEMBRO DE 2016

LOCAL: UFRA CAMPUS BELÉM

ISBN: 978-85-5722-005-8

www.camaer.com.br



² Professora do curso de Engenharia Ambiental da UEAP. diani.engambiental@gmail.com

³ Professor do curso de Engenharia Ambiental da UEAP. olavo1501@yahoo.com.br

II CAMAER' 2016 □ ISBN 978-85-7295-109-8 □ www.camaer.com.br

As condições ambientais da bacia hidrográfica são expressas no comportamento da qualidade da água. Através dessa análise é possível ampliar o conhecimento ecológico do sistema e detectar alterações provenientes da atividade humana (SOUZA e GASTALDINI, 2014). A bacia hidrográfica do Rio Amazonas é de grande importância para o estado e em específico à capital, pois contribui para o reservatório de abastecimento doméstico, recreação de contato primário, aquicultura e atividade de pesca e navegação.

Segundo dados recentes do Instituto Trata Brasil (2016), a cidade de Macapá ocupa a 96ª posição no ranking de saneamento entre os 100 maiores municípios brasileiros. Tal posição é reflexo das péssimas condições do sistema de tratamento de água, coleta e tratamento de esgoto, manejo de resíduos sólidos e águas pluviais, que atendem somente a uma pequena parcela populacional.

O desenvolvimento urbano desordenado tem ocasionado um ciclo de contaminação constante, principalmente pelo lançamento de efluentes não tratados nos rios, despejo de esgotos pluviais que carregam grande quantidade de poluição orgânica e metais nos períodos chuvosos e depósito de resíduos sólidos urbanos em locais inadequados (TUCCI, 2005). Na cidade de Macapá tal situação é bastante evidente em vista da carência de saneamento e da presença de vários corpos hídricos, que são braços do Rio Amazonas e funcionam como canais de macrodrenagem.

Boa parte desses corpos hídricos estão situados na região urbana da cidade e tem papel fundamental no escoamento da água pluvial, manutenção da biodiversidade além da importância econômica no transporte de mercadorias. Devido a falta de planejamento urbano e à pouca capacidade de fiscalização, assim como em grande parte das cidades brasileiras, essas áreas foram ocupadas de forma irregular ocasionando uma série de impactos negativos como alagamentos, poluição e contaminação da água, disseminação de doenças de veiculação hídrica que comprometem a qualidade de vida da população e as condições ambientais.



II CONGRESSO AMAZÔNICO DE MEIO AMBIENTE & ENERGIAS RENOVÁVEIS

Engenharia, Meio Ambiente e Desenvolvimento Energético

12 A 16 DE SETEMBRO DE 2016

LOCAL: UFRA CAMPUS BELÉM

ISBN: 978-85-5722-005-8

www.camaer.com.br



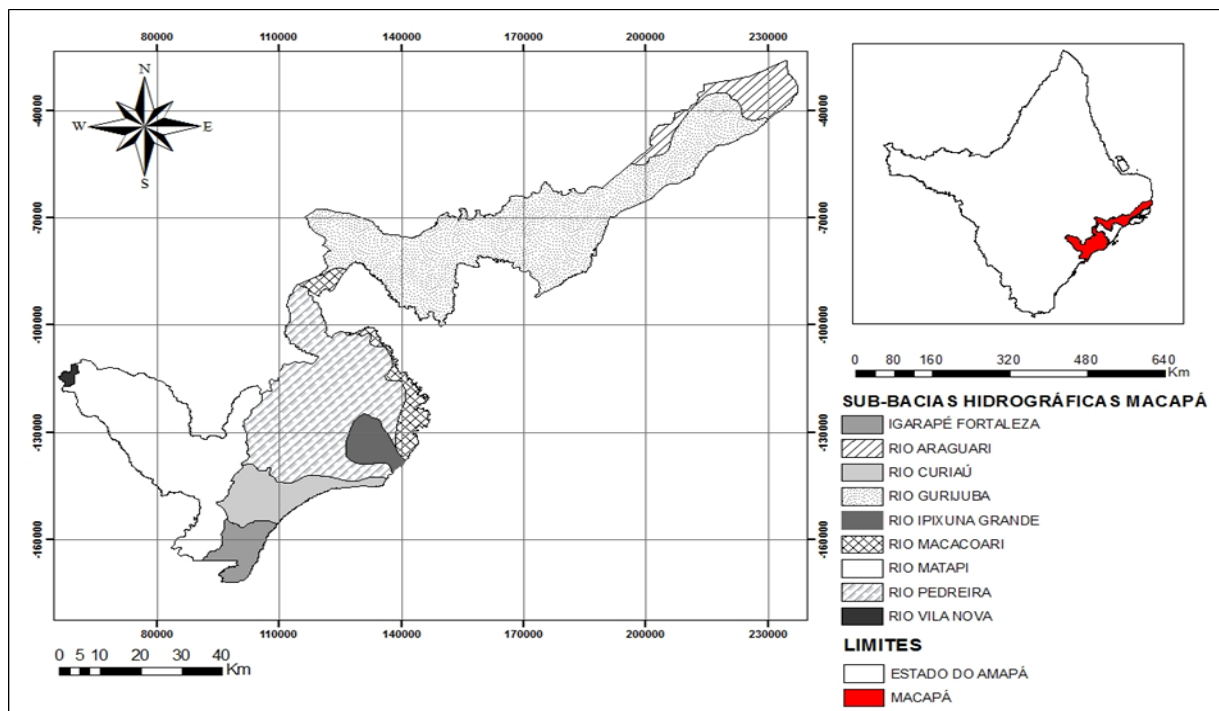
OBJETIVOS

Este estudo teve como objetivo analisar os parâmetros físico-químicos da qualidade da água no canal da Mendonça Júnior e canal das Pedrinhas e indicar a possível poluição destes corpos hídricos tendo como base as determinações expedidas pela legislação brasileira.

METODOLOGIA

O estudo foi realizado na cidade de Macapá, capital do estado do Amapá (Figura 1). Possui aproximadamente 6502,119 km² de área e população estimada em 456,171 habitantes. Pertence a bacia hidrográfica amazônica e em seus limites engloba as sub-bacias Igarapé da Fortaleza, Rio Araguari, Rio Curiaú, Rio Gurijuba, Rio Ipixuna Grande, Rio Macacoari, Rio Matapi, Rio Pedreira e Rio Vila Nova.

Figura 1 – Mapa de Macapá e suas sub-bacias hidrográficas.



Fonte: Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Amapá – SEMA, 2016. Elaborado pela autora.

Os canais analisados foram o da Mendonça Júnior, pertencente ao bairro central da cidade, e o das Pedrinhas, que fica localizado entre os bairros Jardim Marco Zero e Pedrinhas, na zona sul da cidade.



II CONGRESSO AMAZÔNICO DE MEIO AMBIENTE & ENERGIAS RENOVÁVEIS

Engenharia, Meio Ambiente e Desenvolvimento Energético

12 A 16 DE SETEMBRO DE 2016

LOCAL: UFRA CAMPUS BELÉM

ISBN: 978-85-5722-005-8

www.camaer.com.br



As coletas foram executadas em três pontos ao longo de cada um dos canais. No canal da Mendonça Junior o primeiro ponto de coleta fica localizado na saída do canal próxima à Fortaleza de São José de Macapá e praças de alimentação, o segundo na região intermediária no cruzamento da avenida Tiradentes, área com intensa atividade comercial, e o terceiro ponto próximo ao início do canal com grande presença de domicílios.

No canal das Pedrinhas as coletas foram realizadas em três pontos distribuídos em foz (local menos urbanizado), região intermediária onde ocorre o lançamento de esgoto proveniente de uma estação de tratamento municipal e na região próxima a uma área comercial (madeireiras, frutarias e lojas de construção civil). As análises *in loco* e a coleta de amostras em ambos os canais foram coletadas em dois horários durante a maré baixa e alta no mês de abril de 2016, que pertencente ao período chuvoso na região.

Os parâmetros físico-químicos analisados foram oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), condutividade elétrica, turbidez e cloretos. As análises de OD e condutividade foram realizadas *in loco* utilizando equipamentos de aferição imediata de resultados. As amostras coletadas com o intuito de medir a $DBO_{5,20}$ foram encaminhadas ao laboratório de físico-química da Universidade do Estado do Amapá (UEAP), as análises de turbidez e cloretos foram realizadas no laboratório de Análise Físico-química da Companhia de Abastecimento de Água e Esgoto do Estado do Amapá – (CAESA), segundo a metodologia do *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2005). Após o tratamento dos dados utilizando o Microsoft Excel os valores foram confrontados com a resolução 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2005).

RESULTADOS

O canal da Mendonça Junior e o canal das Pedrinhas, bem como os demais corpos hídricos do estado do Amapá são enquadrados na classe II de águas doces, como estabelece a como determina o art. 42 da Resolução nº 357 (CONAMA, 2005). Segundo essa resolução, até que a autoridade outorgante determine as classes que as águas devem ser enquadradas o corpo hídrico deve pertencer a classe II.

Os canais analisados estão situados em regiões diferentes da cidade e sob condições semelhantes, mas não idênticas de uso do solo. O canal da Mendonça Junior (Figura 3) fica localizado na região central possui sua morfologia alterada por obras de retificação e canalização, recebe efluentes de estabelecimentos comerciais como panificadoras, pet shop, restaurantes, oficinas mecânicas e domicílios às suas margens. Além disso, os canais também



II CONGRESSO AMAZÔNICO DE MEIO AMBIENTE & ENERGIAS RENOVÁVEIS

Engenharia, Meio Ambiente e Desenvolvimento Energético

12 A 16 DE SETEMBRO DE 2016

LOCAL: UFRA CAMPUS BELÉM

ISBN: 978-85-5722-005-8

www.camaer.com.br



diferem na presença de vegetação em seu entorno, o canal das Pedrinhas por não possuir sua morfologia natural tão alterada ainda mantém uma pequena área de vegetação nativa em seu entorno, principalmente na desembocadura (Figura 2).

Figura 2 – Foz do canal das Pedrinhas, ponto 1.



Fonte: Os autores.

Figura 3 – Região intermediária do canal da Mendonça Júnior, ponto 2.



II CONGRESSO AMAZÔNICO DE MEIO AMBIENTE & ENERGIAS RENOVÁVEIS

Engenharia, Meio Ambiente e Desenvolvimento Energético

12 A 16 DE SETEMBRO DE 2016

LOCAL: UFRA CAMPUS BELÉM

ISBN: 978-85-5722-005-8

www.camaer.com.br



Fonte: Os autores.

O canal das pedrinhas (Figura 3) está localizado na zona sul da cidade e seu perímetro percorre os bairros Jardim Marco Zero e Pedrinhas. É caracterizado pela grande quantidade de domicílios em suas margens, além de atividades comerciais predominantes na região inicial que é situada perpendicularmente a uma das principais rodovias da cidade. Entre as atividades comerciais predominantes, destaca-se a comercialização de madeira, que é responsável pelo intenso tráfego de embarcações no local.

Conforme mencionado anteriormente os canais também apresentam diferenças em termos de morfologia. Além da retificação e canalização, o canal da Mendonça Júnior possui comportas em sua desembocadura que controlam a vazão de entrada e saída e em decorrência disso atualmente a ocorrência de inundações é praticamente nula. Por outro lado, o canal das Pedrinhas, não possui revestimento e ao longo dos anos as modificações que ocorreram em seu leito natural foram em função das dragagens executadas para fins de limpeza e ainda mantém seu leito natural.

Figura 4 – Canal das Pedrinhas.



II CONGRESSO AMAZÔNICO DE MEIO AMBIENTE & ENERGIAS RENOVÁVEIS

Engenharia, Meio Ambiente e Desenvolvimento Energético

12 A 16 DE SETEMBRO DE 2016

LOCAL: UFRA CAMPUS BELÉM

ISBN: 978-85-5722-005-8

www.camaer.com.br



Fonte: Os autores.

Nas Tabelas 1 e 2 são expostos os resultados das análises físicos realizadas das amostras coletadas na maré alta e baixa.

Tabela 1 – Parâmetros analisados para as coletas em maré alta.

<i>PONTO</i>	<i>CA DA MENDC JUNIOR</i>			<i>CANAL DAS PEDRINHAS</i>		
	1	2	3	1	2	3
<i>OD (mg/L)</i>	1,04	0,56	1,29	5,42	5,5	4,13
<i>DBO (mg/L)</i>	32,16	29,68	17,02	46,47	45,85	45,32
<i>Ph</i>	6,9	6,7	6,7	7	7	6,7
<i>CONDUTIVIDADE (μS)</i>	270	290	280	58,2	59,8	96,3



II CONGRESSO AMAZÔNICO DE MEIO AMBIENTE & ENERGIAS RENOVÁVEIS

Engenharia, Meio Ambiente e Desenvolvimento Energético

12 A 16 DE SETEMBRO DE 2016

LOCAL: UFRA CAMPUS BELÉM

ISBN: 978-85-5722-005-8

www.camaer.com.br



<i>TURBIDEZ (UNT)</i>	6,3	7,06	6,93	20,7	50,1	37,8
<i>CLORETO (mg/L)</i>	26	31,5	32,5	6,0	6,5	14,0

Tabela 2 – Parâmetros analisados para as coletas na maré baixa.

<i>PONTO</i>	<i>MENDONÇA JUNIOR</i>			<i>PEDRINHAS</i>		
	1	2	3	1	2	3
<i>OD (mg/L)</i>	0,6	0,0	0,0	1,05	0,38	0,36
<i>DBO (mg/L)</i>	32,74	29,07	29,88	40,57	38,08	43,69
<i>Ph</i>	6,6	6,9	6,6	6,9	6,9	6,8
<i>CONDUTIVIDADE (μS)</i>	310	310	300	196,2	290	270
<i>TURBIDEZ (UNT)</i>	7,6	9,7	13,0	13,3	8,83	7,06
<i>CLORETO (mg/L)</i>	30,0	30,5	33,0	20,5	28,0	25,5

Tucci (2008) afirma que a quantidade de água pluvial possui alta carga de poluição devido as vazões envolvidas. Segundo Schueller (1987) os 25 mm iniciais de escoamento superficial geralmente transportam grande parte da carga poluente orgânica para os corpos hídricos.

Nesse sentido, o oxigênio dissolvido é o parâmetro mais importante para aferir a qualidade de um ambiente aquático e para expressar os efeitos da poluição das águas por despejos orgânicos. Além da influência pelas ações antrópicas através do lançamento de efluentes, as concentrações de OD podem variar naturalmente nos ambientes aquáticos em



II CONGRESSO AMAZÔNICO DE MEIO AMBIENTE & ENERGIAS RENOVÁVEIS

Engenharia, Meio Ambiente e Desenvolvimento Energético

12 A 16 DE SETEMBRO DE 2016

LOCAL: UFRA CAMPUS BELÉM

ISBN: 978-85-5722-005-8

www.camaer.com.br



função da variação da carga orgânica oriunda de ambientes terrestres (LIBÂNIO, 2005; SPERLING, 2014).

Os valores de OD obtidos variaram entre 0,0 mg/L e 5,5 mg/L. Os menores valores foram encontrados nas medições feitas na maré baixa, onde há menor vazão e como consequência, maior concentração da carga orgânica. Nos pontos 2 e 3 do canal da Mendonça Júnior não houve presença de OD, o que aponta alto grau de poluição. Para o canal das Pedrinhas foram encontrados valores de 0,36 mg/L e 0,38 mg/L, abaixo do permitido pela Resolução 357 do CONAMA, que estabelece para rios de classe II o valor mínimo de 5 mg/L.

Mesmo em condições de maré alta, em que a vazão é maior, o canal da Mendonça Júnior nos pontos 1, 2 e 3 e o canal das Pedrinhas no ponto 3, apresentaram valores muito abaixo dos limites estabelecidos, sendo estes locais os mais alterados o que corrobora a influência negativa das atividades antrópica no nível de poluição. Segundo Sperling (2014), a DBO aponta a presença dos principais componentes orgânicos como proteínas, carboidratos, gorduras e óleos, ureia e outros na água. Das amostras coletadas na maré baixa, os maiores valores de DBO encontrados (Tabela 2) foram nos pontos 1, 2 e 3 do canal das Pedrinhas, com o máximo de 43,69 mg/L, e no canal da Mendonça Júnior os valores foram em média 30,5 mg/L. De acordo com a resolução 357, os valores estão acima dos 5 mg/L permitidos o que confirma a poluição causada pelo lançamento de esgoto doméstico bruto em ambos os canais.

O pH em todas as amostras manteve-se próximo a neutralidade em todas as amostras do período de estudo, Lima (2001) cita que este parâmetro na grande maioria dos cursos d'água varia entre 6 e 8, podendo ser alterado em função da precipitação e do lançamento de efluentes industriais.

Os valores de condutividade vinculam-se ao teor de salinidade na água, que por sua vez está ligada aos teores de sólidos inorgânicos dissolvidos, (LIBÂNIO, 2005 e SPERLING, 2014). De acordo com Libânio (2005), águas naturais apresentam usualmente condutividade elétrica inferior a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, podendo atingir 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ em corpos d'água receptores de elevada carga de efluentes domésticos e industriais e, por isso representa um importante indicador do lançamento irregular de esgoto, situação que ocorre nos canais analisados principalmente no Mendonça Júnior, pois tanto em condições de maré alta quanto baixa, obteve-se valores elevados (270 $\mu\text{S}/\text{cm}$ na maré alta e 310 $\mu\text{S}/\text{cm}$ na maré baixa).



II CONGRESSO AMAZÔNICO DE MEIO AMBIENTE & ENERGIAS RENOVÁVEIS

Engenharia, Meio Ambiente e Desenvolvimento Energético

12 A 16 DE SETEMBRO DE 2016

LOCAL: UFRA CAMPUS BELÉM

ISBN: 978-85-5722-005-8

www.camaer.com.br



Em relação à turbidez, que está associada à presença de sólidos em suspensão como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e material orgânico (algas e bactérias), os maiores valores (tabela 1) foram observados nos pontos 1, 2 e 3 durante a maré alta no canal das Pedrinhas que não é revestido. Isso pode ser justificado pelo aumento elevação na concentração de sedimentos devido ao aumento da turbulência provocada pela maré que carrega maior quantidade de sedimentos desprendidos das margens.

De acordo com Libânio (2005) a turbidez natural das águas superficiais está geralmente compreendida entre 3 a 500 UNT, no entanto, a resolução 357 estabelece o limite de 100 UNT para corpos de classe II. Em todas as amostras analisadas os valores foram inferiores ao exigido pela legislação, variando entre 6,3 UNT e 50,1 UNT.

As maiores concentrações de cloretos foram encontradas nas amostras obtidas nos pontos do canal da Mendonça Júnior, com valores entre 26 mg/L e 33 mg/L (tabela 1 e 2) e no canal das Pedrinhas os maiores valores encontrados foram no período de menor vazão, com destaque para o ponto 2, com 28 mg/L. De acordo com Richter (2009), a presença de cloretos em concentrações maiores do que 300 mg/L as normalmente encontradas nas águas superficiais e que conferem sabor salgado, também é uma indicação de poluição por esgoto domésticos.

CONCLUSÕES

A partir da análise da qualidade da água de dois canais de macrodrenagem com morfologias diferenciadas e condições de uso e ocupação similares, caracterizada pela intensa urbanização, confirmou-se a influência negativa das atividades antrópicas na qualidade da água dos corpos hídricos. Os valores de OD e DBO estão em desacordo com a legislação em todos os pontos amostrados o que evidencia intenso impacto do lançamento inadequado de esgoto doméstico. Somente a turbidez apresentou valores adequados aos previsto pela CONAMA 357.

A situação observada é extremamente alarmante e evidencia o descaso com do poder público com as condições de saneamento no município, cenário este que se repete em várias cidades brasileiras, principalmente na região norte. O investimento na área reflete diretamente na manutenção dos ecossistemas e na qualidade de vida da população reduzindo os custos com a saúde e a longo prazo prevenindo situações de escassez hídrica.



II CONGRESSO AMAZÔNICO DE MEIO AMBIENTE & ENERGIAS RENOVÁVEIS

Engenharia, Meio Ambiente e Desenvolvimento Energético

12 A 16 DE SETEMBRO DE 2016

LOCAL: UFRA CAMPUS BELÉM

ISBN: 978-85-5722-005-8

www.camaer.com.br



REFERÊNCIAS

APHA – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. *Standart methods for the examination of water and wastewater*. 19. Ed. Washington: American Publix Health Association, 2005;

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA, 2005. *Resolução n° 357 de 17 de março de 2005*. Diário Oficial da União. Brasília, DF, p. 58-63;

INSTITUTO TRATA BRASIL: Saneamento e saúde. Disponível em: < <http://www.tratabrasil.org.br/ranking-do-saneamento-4> >. Acesso em 16 de março de 2015;

LIBÂNIO, MARCELO. *Fundamentos de qualidade e tratamento água*. Editora Átomo, Campinas, 2005;

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE – SEMA. Disponível em < <http://www.sema.ap.gov.br/interno.php?dm=745> > . Acesso em 20 de abril de 2016;

SPERLING, MARCOS VON. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 4. Ed. Editora UFMG, 2014;

SHUELLER, T. *Controlling Urban Runoff*: A practical Manual for Planning and Designing Urban BMPs. 1987;

SOUZA, MICHELE MEDEIROS DE; GASTALDINI, MARIA DO CARMO CAUDURO. *Avaliação da qualidade da água em bacias hidrográficas com diferentes impactos antrópicos*. Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental, vol. 19 n. 3, 263-274, 2014;

RICHTER, CARLOS A. *Água: métodos e tecnologias de tratamento*. 1. Ed. Editora Blusher, São Paulo, 2009;

TUCCI, C. E. M. *Programa de drenagem sustentável: apoio ao desenvolvimento do manejo das águas pluviais urbanas* – Versão 2.0. Brasília: Ministério das Cidades, 2005.



II CONGRESSO AMAZÔNICO DE MEIO AMBIENTE & ENERGIAS RENOVÁVEIS

Engenharia, Meio Ambiente e Desenvolvimento Energético

12 A 16 DE SETEMBRO DE 2016

LOCAL: UFRA CAMPUS BELÉM

ISBN: 978-85-5722-005-8

www.camaer.com.br

