

Adriane Theodoro Santos Alfaro
Daiane Garabeli Trojan
(orgs)

Descobertas das Ciências Agrárias e Ambientais 3



**Adriane Theodoro Santos Alfaro
Daiane Garabeli Trojan
(Organizadoras)**

**DESCOBERTAS DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS E
AMBIENTAIS 3**

Atena Editora
2017

2017 by Adriane Theodoro Santos Alfaro e Daiane Garabeli Trojan

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira

Edição de Arte e Capa: Geraldo Alves

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto (UFPEL)

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho (UnB)

Prof. Dr. Carlos Javier Mosquera Suárez (UDISTRITAL/Bogotá-Colombia)

Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior (UEPG)

Prof. Dr. Gilmei Francisco Fleck (UNIOESTE)

Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza (UEPA)

Prof. Dr. Takeshy Tachizawa (FACCAMP)

Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior (UFAL)

Prof^a Dr^a Adriana Regina Redivo (UNEMAT)

Prof^a Dr^a Deusilene Souza Vieira Dall'Acqua (UNIR)

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson (UTFPR)

Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes (Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatric)

Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves (UFT)

Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera (IFAP)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)
D448 Descobertas das ciências agrárias e ambientais 3 / Organizadoras Adriane Theodoro Santos Alfaro, Daiane Garabeli Trojan. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2017. 356 p. : il. ; 11.567 kbytes Formato: PDF ISBN 978-85-93243-36-3 DOI 10.22533/at.ed.3632508 Inclui bibliografia 1. Agricultura. 2. Ciências ambientais. 3. Pesquisa agrária - Brasil. I. Alfaro, Adriane Theodoro Santos. II. Trojan, Daiane Garabeli. III. Título. CDD-630

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

2017

Proibida a reprodução parcial ou total desta obra sem autorização da Atena Editora

www.atenaeditora.com.br

E-mail: contato@atenaeditora.com.br

Apresentação

Descobertas das Ciências Agrárias e Ambientais – Vol. 3 aborda os desafios para a sociedade em relação aos problemas ambientais que se inter relacionam com a questão econômica.

Nas últimas décadas, as comunidades tem se preocupado com o meio ambiente, seja pelas mudanças provocadas pela ação do homem na natureza, seja pela resposta que a natureza dá a essas ações. Fato que despertou o interesse em conhecer melhor esse ambiente, afinal, trabalhar com o meio ambiente é arte. E toda forma de arte demanda de conhecimento, paixão, dedicação e de excelência para ser útil e só então ser reconhecida. Entendemos que existem lacunas na geração de informação sobre ao uso de recursos naturais seja pelo uso de ferramentas de última geração como a biotecnologia assim como vemos problemas voltados ao controle de doenças, resíduos em alimentos, contaminação, que são problemas que se arrastam pela história. Mas acreditamos que não é o bastante falar sobre isso e buscar ferramental teórico que expliquem essas ocasiões ou fenômenos. É preciso resolver problemas. É preciso encontrar, inventar soluções. É preciso INOVAR.

No século XXI a inércia e o amadorismo não são mais admissíveis. Precisamos de informação para alimentar os profissionais dinâmicos, com inteligências múltiplas, que gere resultados, profissionais *high stakes* (de alta performance) para geração de soluções e negócios exponenciais, entendendo o meio ambiente como arte.

Nesta edição, pesquisadores demonstram a importância de respeitar e conhecer a história de quem fez até aqui, mas que está em nossas mãos continuar criando soluções e escrevendo os novos capítulos.

A competição brasileira por novos mercados somada a necessidade de melhorar a imagem do país em relação à preservação da biodiversidade tornam necessário e urgente pesquisas que atendam com eficiência à resolução dos problemas ambientais e que evidenciem esforços no sentido de promover o desenvolvimento sustentável.

Para alcançar a sustentabilidade em um cenário de aumento da produção de alimentos, trilhamos rumo ao progresso e passamos obrigatoriamente pelo desenvolvimento sustentável. Neste contexto, esta obra reúne o trabalho árduo de pesquisadores que buscam a transformação do século XXI, através de alternativas analíticas e estratégicas para um novo cenário sócio econômico ambiental.

Esperamos que esta obra possa colaborar e estimular mais pesquisadores a transformar o século XXI através de um aparato científico-tecnológico que possa dar suporte ao nosso estilo de vida, com alto nível de conforto e com comprometimento da qualidade ambiental do nosso planeta.

Adriane Theodoro Santos Alfaro

Daiane Garabeli Trojan

SUMÁRIO

Apresentação.....	03
--------------------------	-----------

CAPÍTULO I

ANÁLISE DOS RISCOS OCUPACIONAIS PRESENTES NA AGROPECUÁRIA FAMILIAR: UM ESTUDO DE CASO EM RAFAEL FERNANDES/RN <i>Carla Caroline Alves Carvalho, Manoel Mariano Neto da Silva, Daniela de Freitas Lima e Almir Mariano Sousa Junior.....</i>	08
--	-----------

CAPÍTULO II

ANATOMIA FOLIAR DE <i>BAUHINIA PURPUREA</i> LINN. (LEGUMINOSAE – CERCIDOIDEAE) <i>Suzane Silva de Santa Brígida, Gleyce Marina Moraes dos Santos, Breno Ricardo Serrão da Silva, Sebastião Ribeiro Xavier Júnior, Jorgeane Valéria Casique Tavares e Edilson Freitas da-Silva.....</i>	17
--	-----------

CAPÍTULO III

ATRIBUTOS BIOMÉTRICOS E SEVERIDADE DE DOENÇAS EM VARIEDADES DE MANGAS DE OCORRÊNCIA NO BREJO PARAIBANO <i>Alex Sandro Bezerra de Sousa, Renato Pereira Lima, Renato Lima Dantas, Raylson de Sá Melo, Expedito Cavalcante do Nascimento Neto, Ricardo de Sousa Nascimento, Antonio Fernando da Silva e Silvanda de Melo Silva.....</i>	28
---	-----------

CAPÍTULO IV

AVALIAÇÃO E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM UMA MARCENARIA DE PEQUENO PORTE <i>Edward Seabra Júnior, Edson Hermenegildo Pereira Junior, Carla Adriana Pizarro Schmidt, Camila Ciello, Neron Alipio Cortes Berghauser e Carlos Laercio Wrasse.....</i>	45
--	-----------

CAPÍTULO V

BIOFERTILIZANTE DE ORIGEM BOVINA NO DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS DE ALFACE EM SISTEMA HIDROPONICO <i>Fabio Olivieri de Nobile, Leticia Ane Sizuki Nociti Dezem, Thais Botamede Spadoni e Joao Antonio Galbiatti.....</i>	58
---	-----------

CAPÍTULO VI

CARACTERIZAÇÃO DO RESÍDUO OBSTRUIDOR DE GOTEJADORES POR MICROSCOPIA ELETRONICA DE VARREDURA – MEV <i>Maycon Diego Ribeiro, Carlos Alberto Vieira de Azevedo, Delfran Batista dos Santos, Flavio Daniel Szekut e Marcio Roberto Klein.....</i>	74
---	-----------

CAPÍTULO VII

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS E DE EXTRATIVISMO NA AMAZÔNIA

Eyde Cristianne Saraiva-Bonatto e Luiz Dias Júnior.....83

CAPÍTULO VIII

COLEÇÃO DE SEMENTES DE ESPÉCIES AMAZÔNICAS DO HERBÁRIO IAN COMO SUBSÍDIOS PARA ESTUDOS AMBIENTAIS.

Daniely Alves de Almada, Raquel Leão Santos e Sebastião Ribeiro Xavier Júnior.....91

CAPÍTULO IX

COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E ESTRUTURA FITOSSOCIOLÓGICA DE TRÊS ÁREAS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL LOCALIZADAS NO ESTADO DO MATO GROSSO DO SUL, MS

Poliana Ferreira da Costa, Zefa Valdivina Pereira, Shaline Séfara Lopes Fernandes, Caroline Quinhones Fróes e Carla Adriana Pizarro Schmidt.....107

CAPÍTULO X

CRESCIMENTO INICIAL DE MAMOEIRO CULTIVADO EM DIFERENTES SUBSTRATOS E SOB TELAS TERMOREFLETORAS

Girlene Santos de Souza, Gisele Chagas Moreira, Anacleto Ranulfo dos Santos e Uasley Caldas de Oliveira.....146

CAPÍTULO XI

DESENVOLVIMENTO INICIAL DE LIMOEIRO SICILIANO SOBRE DIFERENTES PORTA-ENXERTOS EM ESPAÇAMENTO ADENSADO NO SEMIÁRIDO DO CEARÁ

Kassio Ewerton Santos Sombra, Francisco Leandro Costa Loureiro, Alexandre Caique Costa e Silva, Carlos Antônio Sombra Júnior, Orlando Sampaio Passos e Débora Costa Bastos.....163

CAPÍTULO XII

DESENVOLVIMENTO INICIAL DE TANGERINEIRA-TANGOR 'PIEMONTE' SOBRE DIFERENTES PORTA-ENXERTOS NO SEMIÁRIDO DO CEARÁ

Kassio Ewerton Santos Sombra, Francisco Leandro Costa Loureiro, Alexandre Caique Costa e Silva, Carlos Antônio Sombra Júnior, Orlando Sampaio Passos e Débora Costa Bastos.....172

CAPÍTULO XIII

HOMEOPATIA E SEU USO EM PLANTAS

Eloisa Lorenzetti, Elizana Lorenzetti Treib, José Renato Stangarlin e Odair José Kuhn.....181

CAPÍTULO XIV

IMPACTOS AMBIENTAIS E DESENVOLVIMENTO EM ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL URBANAS: ESTUDO DE CASO NA APA BOM JARDIM/PASSA TUDO, ITAITUBA/PA, AMAZÔNIA BRASILEIRA.

Ana Caroline de Sousa Ferreira, Josicláudio Pereira de Freitas, Júlio Nonato Silva Nascimento e Liz Carmem Silva-Pereira.....189

CAPÍTULO XV

INFLUÊNCIA DA VEGETAÇÃO NATIVA RASTEIRA DA CAATINGA SOBRE A LÂMINA ESCOADA E A PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS NO SEMIÁRIDO PARAIBANO

Jailton Garcia Ramos, Mariana de Oliveira Pereira, Vitória Ediclécia Borges, Vera Lúcia Antunes de Lima e Carlos Alberto Vieira de Azevedo.....205

CAPÍTULO XVI

LEGUMINOSAE JUSS. NA AMAZÔNIA: POTENCIAL PARA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

Ana Caroline Miron Pereira, Bianca Fonseca Torres, Sebastião Ribeiro Xavier Júnior e Ana Catarina Siqueira Furtado.....217

CAPÍTULO XVII

LEVANTAMENTO E INFORMATIZAÇÃO DE *Calliandra* BENTH., *Cedrelinga* DUCKE. e *Prosopis* L. (LEGUMINOSAE- CAESALPINIOIDEAE) NO HERBÁRIO IAN DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, BELÉM, PA, BRASIL

Larissa da Silva Pereira, Jéfyne Campos Carréra, Elienara de Almeida Rodrigues, Helena Joseane Raiol Souza, Sebastião Ribeiro Xavier Júnior e Marta Cesar Freire Silva.....229

CAPÍTULO XVIII

LINHA INTERCEPTADORA NA QUANTIFICAÇÃO DE NECROMASSA EM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA

Karina Henkel Proceke de Deus, Izabel Passos Bonete, Alexandre Techy de Almeida Garrett, Julio Eduardo Arce e Andrea Nogueira Dias.....240

CAPÍTULO XIX

MODELAGEM DA SECAGEM DE CASCAS DE ABACAXI PARA A PRODUÇÃO DE FARINHA

Carolina Castilho Garcia, Márcia Alves Chaves e Nívia Barreiro.....255

CAPÍTULO XX

MODELAGEM PARAMÉTRICA APLICADA NA ESTIMAÇÃO DO DESEMPENHO PRODUTIVO E PARÂMETROS FISIOLÓGICOS DE OVINOS MORADA NOVA

Patrício Gomes Leite, Jordânio Inácio Marques e Gerônimo Barbosa Alexandre.....266

CAPÍTULO XXI

PRODUÇÃO DE BIOGÁS POR MEIO DA CODIGESTÃO DO MEXILHÃO DOURADO ASSOCIADO A DEJETO SUÍNO

Adeliane Hosana de Freitas, Fernanda Rubio, Rosane dos Santos Grignet e Francielly Torres dos Santos.....282

CAPÍTULO XXII

PRODUÇÃO DE MUDAS DE MARACUJAZEIRO-AMARELO EM DIFERENTES SUBSTRATOS E RECIPIENTES

Girlene Santos de Souza, Railda Santos de Jesus, Raísa da Silveira da Silva, Laina de Andrade Queiroz, Janderson do Carmo Lima e Uasley Caldas de Oliveira.....299

CAPÍTULO XXIII

RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS: RECOMPOSIÇÃO FLORESTAL DE NASCENTES SOB INFLUÊNCIA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANO

Júlio Nonato Silva Nascimento, Luisa Helena Silva de Sousa, Cícero Paulo Ferreira, Corina Fernandes de Souza e Liz Carmem Silva-Pereira.....309

CAPÍTULO XXIV

PROCESSO DE SEPARAÇÃO POR MEMBRANA E PROCESSOS OXIDATIVOS AVANÇADOS: TECNOLOGIAS AVANÇADAS PARA O PÓS-TRATAMENTO DE EFLUENTE DE FÁBRICA DE PAPEL

Ludmila Carvalho Neves, Jeanette Beber de Souza, Carlos Magno de Sousa Vidal, Kely Viviane de Souza e Theoana Horst Saldanha.....319

Sobre as organizadoras.....340

Sobre os autores.....341

CAPÍTULO XXIV

PROCESSO DE SEPARAÇÃO POR MEMBRANA E PROCESSOS OXIDATIVOS AVANÇADOS: TECNOLOGIAS AVANÇADAS PARA O PÓS-TRATAMENTO DE EFLUENTE DE FÁBRICA DE PAPEL

Ludmila Carvalho Neves
Jeanette Beber de Souza
Carlos Magno de Sousa Vidal
Kely Viviane de Souza
Theoana Horst Saldanha

**PROCESSO DE SEPARAÇÃO POR MEMBRANA E PROCESSOS OXIDATIVOS
AVANÇADOS: TECNOLOGIAS AVANÇADAS PARA O PÓS-TRATAMENTO DE EFLUENTE
DE FÁBRICA DE PAPEL**

Ludmila Carvalho Neves

Universidade Estadual do Centro Oeste do Paraná
Irati-Paraná

Jeanette Beber de Souza

Universidade Estadual do Centro Oeste do Paraná
Irati-Paraná

Carlos Magno de Sousa Vidal

Universidade Estadual do Centro Oeste do Paraná
Irati-Paraná

Kely Viviane de Souza

Universidade Estadual do Centro Oeste do Paraná
Irati-Paraná

Theoana Horst Saldanha

Universidade Estadual do Centro Oeste do Paraná
Irati-Paraná

RESUMO: Os processos de separação por membrana (PSM) e os processos oxidativos avançados (POA) são considerados tecnologias atrativas para o pós-tratamento de águas residuárias, isso porque são capazes de produzir efluente de alta qualidade, ou seja, isento de sólidos suspensos e níveis muito baixos de contaminação bacteriológica e matéria orgânica. Assim, o presente capítulo abordou sobre os conceitos e fundamentos dessas tecnologias bem como trouxe à exposição para os leitores as condições operacionais que ditam o bom desempenho de ambos os processos. Por fim, ressalta-se que os estudos nessa temática são fundamentais para ampla inserção dos PSM e dos POA nas estações de tratamento brasileiras.

PALAVRAS-CHAVES: efluente de indústria de papel, poluição de corpos hídricos, tratamento avançado.

INTRODUÇÃO

As estações de tratamento de efluentes das IPC são geralmente compostas por um tratamento preliminar, clarificação primária e, em seguida o tratamento biológico (CHANWORRAWOOT e HUSOM, 2012).

O sistema de lodos ativados (LA) e suas variantes é o processo biológico comumente empregado nas ETE das IPC (GONDER et al., 2011), porém, existem alguns inconvenientes nesse processo, como a produção de lodo com

sedimentabilidade variável, a sensibilidade ao choque de carga e sua limitada capacidade de remover substâncias tóxicas e pouco biodegradáveis.

Balcioglu et al. (2007) declararam que devido à dimensão e a estrutura complexa da lignina os sistemas de LA são ineficazes na remediação de efluente papelero.

Teng et al. (2014) descreveram que muitas ETE industriais estão enfrentando um problema comum, o fato de serem obrigadas a cumprir níveis de lançamento que desafiam seriamente suas capacidades.

Desta forma, para superar as problemáticas descritas, a literatura sugere a inserção de tecnologias consideradas avançadas nas estações de tratamentos de efluentes. Entre as alternativas de tratamento, os processos de separação por membrana (PSM) e os processos oxidativos avançados (POA) são descritos por Gholami et al. (2016) e Gonder et al. (2011) como atrativas opções para o tratamento de efluente das IPC. Os principais aspectos de tais tecnologias serão abordados nesse capítulo.

Processo de separação por membranas

Os processos de separação por membranas podem ser interpretados como um processo de filtração em que se utiliza de membranas sintéticas para realizar a separação de constituintes presentes em uma mistura líquida (BELLI, 2015).

Deste modo, pelo fato da membrana ser permeável, a corrente de alimentação é dividida em duas: parte da alimentação é seletivamente retida, chamada de concentrado, e a outra que atravessa a membrana é chamada de permeado (WANKAT, 2006). Esse processo de separação está ilustrado na Figura 2.

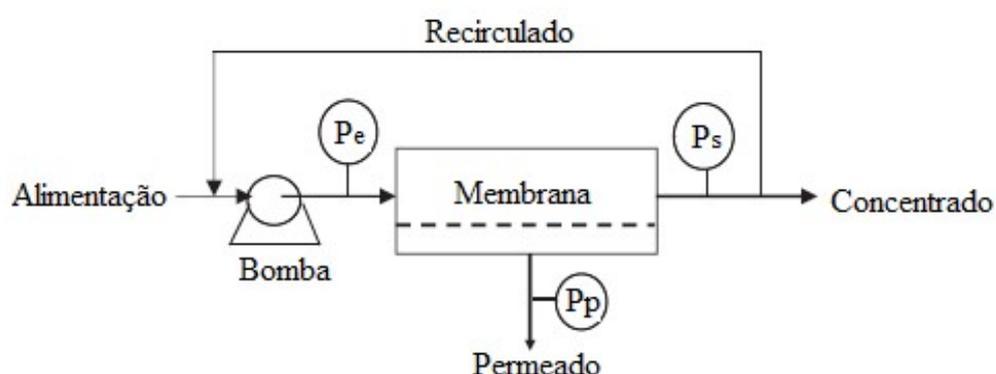


Figura 1 – Esquema de definição de processo de separação por membranas. Obs: P_e é a pressão de entrada no sistema, P_s a pressão de saída e P_p é a pressão do permeado. (Adaptado de Cheyran, 1998).

O transporte dos fluídos através da membrana ocorre quando uma força motriz esta presente, por exemplo: gradiente de temperatura, potencial elétrico,

concentração ou pressão hidráulica. No tratamento de efluente geralmente é aplicada a pressão hidráulica transmembrana (PTM) como força motriz para permeação, que é definida por VIANA (2004) como a perda de carga através da membrana, isto é a diferença de pressão entre o lado da alimentação e o lado do permeado.

Ao longo das últimas duas décadas os PSM ganharam um lugar de destaque na área de tecnologia de separação, sobretudo no setor industrial (KOYUNCU et al., 2015). Isso correu fundamentalmente, conforme já descrito, pela capacidade que essas tecnologias possuem de controlar permeação de uma espécie química.

Na indústria alimentícia os PSM são empregados para concentração de leite e soro de queijo e clarificação de vinhos; na medicina para produção de órgãos artificiais; na automotiva para produção de combustíveis e recuperação de íons metálicos; no tratamento de água para dessalinização e eliminação de traços orgânicos (incluindo águas subterrâneas) e no tratamento de efluentes industriais para separação de óleo e água, e remoção de compostos recalcitrantes (KOYUNCU et al., 2015).

Atualmente, em particular, a ultrafiltração, tem substituído vários processos de separação em tratamento de efluentes, incluindo efluentes de diferentes áreas como indústria metalúrgicas (MURIC et al., 2014), petroquímicas (YULIWATI e ISMAIL, 2011), papel e celulose (PURO et al., 2011, GÖNDER et al., 2011), têxteis (KOH et al., 2012), laticínios (LUO et al., 2011), entre outras.

Nesse sentido, os PSM possuem diversas vantagens em relação aos tratamentos convencionais, as principais são:

- Exigem menos espaço e podem substituir várias unidades de tratamento por um único (OCHANDO-PULIDO et al., 2016).
- Oferecem elevado nível de remoção de contaminantes com moderado consumo de energia (CHEN et al., 2015);
- Proporciona efluentes de boa qualidade para reuso, com baixa turbidez, densidade de bactérias patogênicas e matéria orgânica (FORMENTINI-SCHMITT et al., 2013);
- São capazes de remover metais pesados, como Cu^{2+} , Ni^{2+} e Cr^{3+} (BARAKAT, 2011).
- São fáceis de serem inseridos em estações de tratamento de efluentes já existentes (ZHANG et al., 2009).

No entanto, como qualquer tecnologia, os PSM esbarram em limitações que impedem o crescimento desta tecnologia em escala mundial como: o custo relativamente alto para se instalar e operar, queda do desempenho das membranas devido à colmatação, monitoramento e manutenção frequentes, limitações impostas pela pressão de operação, temperatura e requisitos de pH para satisfazer as tolerâncias da membrana, vida útil limitada das membranas (PURO et al., 2011, JUDD, 2006; KAZEMIMOGHADAM e MOHAMMADI, 2007, BENÍTEZ et al., 2008).

Portanto, há necessidade em dar continuidade ao desenvolvimento de pesquisas para melhor compreender os mecanismos envolvidos na operação de PSM e assim colaborar para minimização dos pontos negativos.

Configuração da membrana

As membranas estão disponíveis em diferentes geometrias, isto é, diferentes maneiras de como são montadas e orientadas em relação ao fluxo de água, por exemplo, as formas mais comuns, fibra oca, enroladas em espiral, folha plana e tubular (XIAO et al., 2014, TUMMONS et al., 2016).

Na Tabela 1 é apresentada uma comparação entre as diferentes configurações de membrana. Cada configuração apresenta características específicas com vantagens e desvantagens (SCHNEIDER & TSUTIYA, 2001) porém, independente da forma, as configurações de membrana devem apresentar algumas características importantes como:

- Apresentar economia de manufatura e manutenção;
- Favorecer o contato da membrana com a corrente de alimentação;
- Impedir o contato do permeado com a solução a ser tratada, evitando a contaminação do permeado;
- Favorecer a circulação da solução a ser tratada, evitando o acúmulo de material sobre a superfície das membranas e a existência de volumes mortos;
- Proporcionar elevado grau de turbulência no seu interior para melhorar o desempenho da membrana na filtração;
- Facilitar o procedimento de limpeza;
- Permitir a modularização.
-

Tabela 1- Principais características dos módulos de membrana.

Geometria da membrana	Densidade de empacotamento (m ² /m ³)	Vantagens	Desvantagens
Tubular	20 a 30	Tolera alimentação com elevada concentração de sólidos e fluidos viscosos.	Elevados requisitos energéticos, elevado custo de capital, demanda elevadas áreas.
Folha Plana	400 a 600	Aplicável a vários tipos de membranas, pode ser lavado <i>ex-situ</i> , baixo requisito energético.	Problemas de vedação e elevado custo.
Espiral	800 a 1000	Compacto, aplicável a vários tipos de membranas, disponível em diversos tamanhos.	Não permite retrolavagem
Fibra Oca	300 a 4000	Compacto, baixo custo capital, permite retrolavagem.	Elevada tendência de colmatação, inadequado para fluidos viscosos, são intercambiáveis, ou seja, módulos de diferentes fabricantes não podem ser utilizados de forma conjunta num mesmo sistema de tratamento.

Tipos de processo de separação por membranas

Conforme os tamanhos dos poros existem quatro grupos de membranas, em ordem decrescente de tamanho de poros: a microfiltração, que é um processo essencialmente de clarificação, retendo componentes que estão em suspensão ou na forma coloidal, a ultrafiltração, destinada para retenção de macromoléculas, coloides e pequenas partículas, nanofiltração que são concebidas para reter até sais divalentes, dissacarídeos e ácidos orgânicos dissociados e osmose reversa que são preparadas para reter todos os componentes, com destaque para remoção de íons (BAKER, 2004, CHEYRAN, 2013). A pressão de operação é diferenciada de acordo com cada processo de separação (PUCCA, 2010; SCHNEIDER e TSUTIYA, 2001).

Dentre os PSM mencionados, a microfiltração e a ultrafiltração são os mais aplicados em sistemas de tratamento de efluentes. Já a nanofiltração e a osmose inversa, por demandarem um afluente de melhor qualidade, são normalmente utilizadas em aplicações para tratamento de água, seja para dessalinização ou remoção de micropoluentes (BELLI, 2015).

Considerando que o presente estudo fez uso de membranas de UF, maiores informações serão apresentadas sobre esse tipo de membrana a seguir.

Ultrafiltração

A ultrafiltração é um processo de separação que emprega uma membrana capaz de separar de misturas líquidas moléculas que variam de tamanho cerca de 1000 Dalton (Da) de peso molecular a 500 000 Dalton (CHEYRAN, 2013).

Idris et al., (2009) relataram que as primeiras membranas de UF foram produzidas por em 1907 por Bechhold, que forçou a passagem de soluções por membranas preparadas a partir de *papel filtro* com *colódio*. Os primeiros trabalhos em laboratório envolvendo a tecnologia de UF datam do ano de 1920, porém, apesar do sucesso da época, a primeira aplicação de UF em escala real no tratamento de efluentes foi somente em 1969 em uma indústria automobilística (BAKER, 2004).

Desde membranas originais de Bechhold, têm ocorrido esforços contínuos para desenvolver novas membranas de ultrafiltração. Assim, uma ampla variedade de materiais poliméricos pode ser utilizada na confecção dessas membranas, como polissulfona, polietersulfona, difluoreto de polivinilideno, poliacrilonitrilo, acetato de celulose e celulose regenerada, bem como materiais inorgânicos como alumínio, zircônia e óxido de titânio (YULIWATI e ISMAIL, 2011).

Porém, devido suas propriedades físico-químicas, reológicas e resistência química, o polímero polissulfona é considerado um dos materiais mais atraentes para fabricação de membranas porosas, principalmente, as destinadas ao tratamento de efluentes industriais (SALAHY et al., 2015).

Recentemente, a UF também tem sido aplicada em biorreatores de membrana (BRM), onde o decantador secundário é substituído pelo módulo de membranas, ou seja, a etapa de decantação é substituída pela retenção do lodo por membranas (SANT'ANNA JR e CERQUEIRA et al., 2011).

Aspectos importantes na operação de sistemas de UF

Há vários aspectos importantes que afetam a operação de unidade de UF no tratamento de efluentes. Nessa seção serão abordadas algumas variáveis de funcionamento de maior interesse para esse trabalho.

Velocidade de Escoamento

Uma das soluções para contornar os efeitos da colmatação em PSM envolve as condições fluidodinâmicas no sistema, ou seja, consiste na escolha do regime de escoamento ideal do fluido de alimentação sobre a superfície da membrana (YING et al., 2013). O regime de escoamento é expresso pelo número de Reynolds (Re) (Equação 1).

$$\text{Número de Re} = \frac{\rho v D}{\mu} \quad (\text{Equação 1})$$

Em que:

ρ = massa específica do fluido (kg/m³)

v = velocidade média do fluido (m/s)

D = diâmetro para o fluxo no tubo (m)

μ = viscosidade dinâmica do fluido (N.s/m²)

Nesse sentido, a literatura propõe que o aumento da velocidade da corrente de alimentação pode ser um método adequado para promover maior cisalhamento sobre a superfície da membrana e assim reduzir a camada de polarização e a formação de colmatações (TARDIEU et al., 1999).

Rezaei et al. (2011) analisaram o efeito da velocidade de escoamento no mecanismo de colmatação em membranas de microfiltração, para tal, empregaram soro de leite. Os valores de Reynolds estudados foram de 750, 1250, 1750 e 2500, os resultados obtidos pelos autores mostraram que o aumento do número de Reynolds causou efeito positivo no fluxo de permeado, especialmente em número de Reynolds mais elevados.

Krstić et al. (2002) também obtiveram melhorias no fluxo de permeado ao promoverem turbulência na microfiltração de efluente oleoso. Esses autores aplicaram o uso de um misturador estático como promotor de turbulência e, como resultados alcançaram aumento de mais de 500% no valor de fluxo. De acordo com os autores quando o promotor de turbulência foi usado, além de proporcionar uma redução de colmatação reversível, a eficiência de limpeza da membrana melhorou em comparação com a experiência sem a promoção de turbulência.

Diante do exposto percebe-se que a otimização do regime de escoamento da alimentação em PSM se faz necessária para que se obtenha um bom funcionamento do processo.

Pressão Transmembrana (PTM) e Fluxo de operação

A PTM pode ser medida em bar, pascal, tor, psi, kgf.cm⁻², entre outras, sendo as unidades mais utilizadas bar e pascal (CAMPELLO, 2009).

A relação obtida entre a PTM e o fluxo de permeado permite monitorar a colmatação, sendo esta relação o tema de diversas pesquisas com diferentes tipos de membranas, condições de funcionamento e águas residuárias (SABIA et al., 2014; AMARAL et al., 2013).

Alguns métodos para minimizar a colmatação são aplicados nos projetos de separação, por exemplo, o método do fluxo crítico que de acordo com Field et al. (1995) é um método que permite obter o fluxo abaixo do qual não é observado declínio de fluxo com o tempo e acima do qual há ocorrência de colmatação.

Navartna e Jegatheesan (2011) descreveram o fluxo crítico como sendo um fluxo operacional sustentável do sistema, onde a colmatação da membrana pode ser controlada, reduzindo a frequência de limpeza.

Para Field et al. (1995), o fluxo crítico é considerado como o fluxo acima do qual, mediante a deposição de partículas em suspensão e coloides sobre a superfície da membrana, ocorre a formação de torta ou camada de gel.

Stoller (2009) relataram que a determinação do fluxo crítico é o melhor método para identificar as condições ótimas de pressão dos PSM e, assim, tentar minimizar a colmatação.

Choi e Dempsey (2005) afirmaram que testes para obtenção do fluxo crítico devem ser realizados rotineiramente, os autores os compararam aos *jar-tests* realizados em estação de tratamento de águas convencionais para coagulação, floculação e sedimentação ou flotação.

Os valores de fluxo críticos podem ser encontrados experimentalmente das seguintes maneiras: a) impondo-se um fluxo fixo no sistema de filtração e medindo-se a PTM ou b) pela imposição de uma PTM fixa acompanhada da medição na queda de fluxo (JUDD, 2006).

Depois do desenvolvimento desses métodos ficou imediatamente claro que a obtenção da PTM ideal é uma estratégia eficaz para otimização de sistemas de PSM, em outras palavras, é fundamental para que esses sistemas operem com alta taxa de produção de fluxo e baixo risco de colmatação.

Colmatação das membranas

A colmatação é o resultado das interações entre a mistura de alimentação do sistema e a membrana empregada, sendo esta uma das principais causas limitantes ao uso generalizados dos PSM no tratamento de águas residuárias (ADIB et al., 2015; STOLLER, 2009; NAVARATNA e JEGETHEESAN, 2011,).

Conforme descrevem Poorasgari et al. (2015) este fenômeno resulta em maiores imposições de PTM para manter o fluxo de permeado constante ou menores fluxos ao longo do tempo em constante PTM, causando efeitos adversos no sistema de filtração, tais como: redução do desempenho dos PSM, formação de torta sobre os poros, biodegradação dos materiais das membranas, diminuição nos intervalos entre as limpezas química, diminuição significativa na vida útil das membranas e aumento no consumo de energia.

Conforme relataram Vidal (2006) a colmatação ocorre por meio dos mecanismos de deposição de sólidos em suspensão e coloides sobre/interior os poros da membrana, a seguir os principais:

a) Bloqueio completo do poro: As partículas presentes na solução se alojam ao longo de toda área do poro, causando bloqueio do poro.

b) Bloqueio interno do poro: Ocorre o estreitamento dos poros devido às interações físico-químicas das partículas de tamanho menor que os poros com a membrana, diminuindo assim o canal do poro.

c) Bloqueio parcial do poro: As partículas presentes no fluido não necessariamente tendem a colmatar um poro, podendo também se fixar à superfície “inativa” da membrana.

d) Formação de torta: Acúmulo do material em suspensão sobre a superfície da membrana, formando uma compactada camada a torta.

Os diferentes tipos de entupimento dos poros da membrana estão ilustrados na Figura 3.

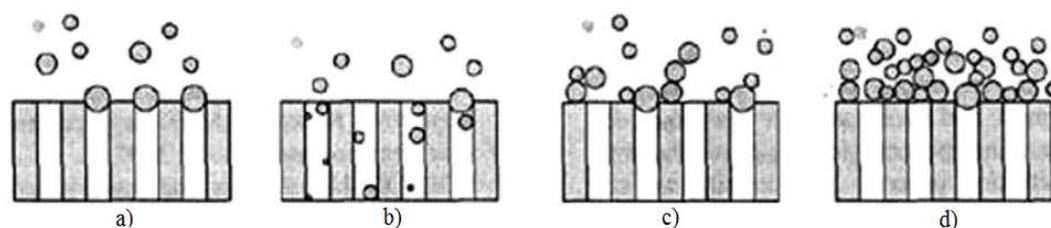


Figura 3 - Representação esquemática de mecanismos de bloqueios de poro, bloqueio completo (a), bloqueio interno (b), bloqueio parcial (c) e formação de torta (d). (Adaptado de Sahali et al., 2011).

Todos esses mecanismos ocorrem simultaneamente durante o processo de filtração e, em conjunto conduzem a uma perda de permeabilidade hidráulica da membrana, essa permeabilidade pode ser reestruturada por meio de processos de limpeza física (referente à colmatação reversível) ou química (referente à colmatação irreversível) dependendo da interação das partículas da alimentação com a membrana (JUDD, 2006).

Diversos métodos foram propostos e patenteados na última década para o monitoramento, controle e minimização da colmatação, a maioria focados no pré-tratamento do afluente, nos sistemas de limpeza física e química e na otimização das condições operacionais (RAZAEI et al., 2011).

Métodos de limpeza

A prática de limpeza é imprescindível aos processos envolvendo os PSM, de modo a controlar e reduzir a colmatação e estender a vida útil das membranas (RUIGOMÉZ et al., 2016).

Alguns materiais podem ser removidos por métodos de limpeza físicos e outros por métodos químicos (CHEYRAN, 1998).

Limpeza Física

Como exemplo de métodos físicos tem-se a retrolavagem, recirculação, aeração e relaxação (RAMOS et al., 2014). Essas técnicas são baseadas na promoção de turbulência próxima à superfície da membrana, com isso, as forças de cisalhamento geradas minimizam a colmatação dos poros (RADJENOVI et al., 2008).

Retrolavagem

A retrolavagem é a técnica física comumente usada em PSM, principalmente em sistemas de MF e UF. Consiste-se em bombear água/permeado ou um gás através da membrana em sentido inverso ao da filtração por um curto intervalo de tempo (NG e KIM, 2007).

Relaxação

A relaxação baseia-se na despressurização do sistema e interrupção da permeação, desta forma a interrupção da retirada do permeado permite o relaxamento nas membranas e a interrupção do fluxo das partículas na direção da superfície de filtração, permitindo assim, que os sólidos depositados soltem-se da superfície das membranas (van der ROEST et al., 2002).

Recirculação

A recirculação consiste na despressurização do sistema e um aumento na vazão de entrada aplicada. Este método faz com que as partículas depositadas na superfície da membrana sejam arrastadas para o meio líquido, reduzindo-se assim a torta formada.

As técnicas físicas citadas são de curta duração (geralmente menores do que 2 minutos) (RADJENOVI et al., 2008).

Limpeza Química

Para Kazemimoghdam e Mohammadi (2007) as limpezas químicas dependem exclusivamente das reações químicas entre os agentes de limpeza e os materiais precipitados na superfície da membranas, tais como reações de hidrólise, peptização, saponificação, solubilização e dispersão.

Os agentes químicos selecionados devem possuir algumas características como: segurança, estabilidade química, facilidade para ser enxaguado com água e baixo custo (KIM et al., 1993). Além disso, esses agentes devem ser capazes de remover a maior parte das partículas colmatantes não deteriorando a superfície da membrana ou outras partes do sistema (KAZEMIMOGHADAM e MOHAMMADI, 2007).

Os produtos de limpeza química usualmente comercializados são divididos em seis categorias: ácidos, bases, surfactantes, agentes oxidantes, quelantes e tensoativos (MUTAMIN et al., 2013). Porém dentre esses, devido ao baixo custo e alta eficiência os ácidos e as bases são considerados os agentes mais propícios para limpezas de membranas em escala industrial (LONG et al., 2014).

Lee et al. (2000) descreveram que soluções alcalinas são consideradas eficientes na remoção de colmatação orgânica, enquanto que as soluções ácidas são eficazes para remoção de colmatação inorgânica.

Cabe mencionar que limpezas químicas frequentes não somente prejudicam a vida útil das membranas, mas também elevam o consumo de energia e gera corrente de concentrado com numerosos resíduos, os quais podem ocasionar inconvenientes ambientais (GUHLEITNER et al. 2014).

Processos Oxidativos Avançados (POA): Conceitos e fundamentos

Como já relatado, sabe-se que a maioria das ETE presentes nas IPC não são especificamente concebidas para eliminarem os poluentes persistentes, por essa razão, para executar a mineralização desses compostos é aconselhável à modernização da estação com a adição de tecnologias avançadas de tratamento.

Uma via promissora visando à remoção de compostos recalcitrantes quer em altas ou baixas concentrações é a aplicação de processos oxidativos avançados (LELARIO et al., 2016, SUZUKI et al., 2015). Os POA estão sendo estudados ao longo dos últimos 30 anos e a literatura científica circundante ao seu desenvolvimento e aplicação é bastante vasta (MICHAEL et al., 2013).

O POA foi definido por Glaze et al. (1987) como uma tecnologia de tratamento de águas residuárias que em condições normais de temperatura e pressão resulta na formação (*in situ*) de radicais, principalmente o radical hidroxila ($\bullet\text{OH}$).

Para Ribeiro et al. (2015) o radical hidroxila é altamente reativo, não seletivo e possui forte poder de redução ($E^\circ = 2,8\text{V}$), o que o torna capaz de transformar indiscriminadamente com constante velocidade de reação em torno de $10^8 \text{ mol}^{-1}\text{s}^{-1}$ (PARSONS e BYRNE, 2004) a maioria dos compostos orgânicos presentes na solução aquosa em compostos menos complexos como água, sais, ácidos minerais, dióxido e carbono e íons orgânicos.

A Tabela 2 apresenta o potencial de redução de algumas espécies químicas, inclusive do próprio radical hidroxila. Nota-se que seu potencial de oxidação é inferior apenas ao do flúor (3,03).

Tabela 2 - Potencial redox de algumas espécies químicas.

Espécie	Potencial Redox (V)
Flúor	3,03
Radical Hidroxila	2,8
Oxigênio Atômico	2,42
Ozônio	2,07
Peróxido de hidrogênio	1,78
Permanganato	1,68
Dióxido de Cloro	1,57
Cloro	1,36
Iodo	0,54

Fonte: Adaptado de Teixeira e Jardim, 2004.

Os radicais hidroxilas são gerados a partir de processos baseados em fortes agentes oxidantes como ozônio (O_3) ou peróxido de hidrogênio (H_2O_2). Estes processos podem ser combinados com semicondutores sólidos (catalisadores da reação), por exemplo, TiO_2 e ZnO (SAIEN et al., 2011).

Nesse sentido, os POA podem ser divididos em dois grupos: aqueles em que as reações ocorrem na presença de catalisadores, denominados processos heterogêneos, e os que não envolvem a presença de catalisadores, conhecidos como processos homogêneos (RIBEIRO et al., 2015). Em ambos os processos pode-

se utilizar irradiação ultravioleta (UV) ou luz visível (VIS) como fonte energética de ativação das reações. A Tabela 3 compila os tipos mais usuais de POA.

Tabela 3 – Tipos de POA.

Sistemas	Com irradiação	Sem irradiação
Homogêneos	H ₂ O ₂ /UV O ₃ / H ₂ O ₂ /UV Fe ⁺² / H ₂ O ₂ /UV	O ₃ / H ₂ O ₂ Fe ⁺² / H ₂ O ₂
Heterogêneos	Semicondutor sólido/ H ₂ O ₂ /UV	semicondutor sólido/ H ₂ O ₂

As principais vantagens e desvantagens do uso de POA no tratamento de efluentes estão apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 - Vantagens e desvantagens dos POA no tratamento de contaminantes químicos na água

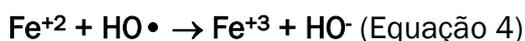
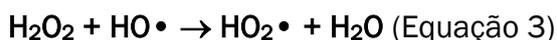
Vantagens	Desvantagens
Não somente transferem de fase os poluentes, mas sim transformam quimicamente os compostos.	Pode ser necessário complementar o tratamento para remoção do lodo residual
Não produz resíduos sólidos perigosos	A qualidade da água pode interferir fortemente na eficácia do tratamento
Mineraliza completamente a maioria dos contaminantes em produtos inofensivos	Pode produzir produtos desconhecidos
Requer pequena área de instalação	São requeridos reatores especiais projetados para iluminação UV
Processo não seletivo, capaz de degradar praticamente qualquer contaminante.	O residual de peróxido deve ser removido

Fonte: Adaptado SOUZA, 2009 e METCALF e EDDY, (2016).

Nesse trabalho receberam ênfase os processos foto-Fenton e UV/ H₂O₂.

Processo Fenton

Há mais de um século a decomposição de H₂O₂ em radicais hidroxilas catalisada por sais ferrosos em meio ácido é conhecida como reação de Fenton (FENTON, 1894). A sequência de reações envolvidas neste processo é descrita da equação 2 a 4.



HO• + matéria orgânica → produtos mineralizados

Ao observar as reações, constata-se que a adição de peróxido de hidrogênio a uma solução ácida com excesso de íons Fe⁺²/Fe⁺³ promove a formação de radicais hidroxila e hidroperoxila (Equação 3), com conseqüente ataque à matéria orgânica.

Apesar da elevada eficiência na degradação de poluentes, o processo Fenton possui alguns inconvenientes críticos, como a operação ótima em pH=3 e a requisição de quantidades estequiométricas de Fe⁺² (OTURAN e AARON, 2014). Ademais, no término do tratamento o efluente deve ser neutralizado, o que resulta na precipitação de sais de ferro, ou seja, o processo Fenton produz indesejável lodo residual sendo necessária sua posterior separação e disposição final (DUAN et al., 2016).

Desta forma, de acordo com Wu et al., (2013) muitas pesquisas estão sendo dedicadas à modificação do processo Fenton, sendo a maioria focada no aperfeiçoamento das condições de reação. Assim, segundo Oturan e Aaron, (2014), ao longo dos últimos anos, novas variantes do processo Fenton foram desenvolvidas, por exemplo:

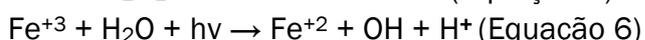
Eletro-Fenton – Baseia-se na contínua *in situ* eletrogeração de H₂O₂ em meio ácido por meio da redução do gás O₂ no eletrodo de uma célula. A eficiência desse processo depende da natureza do eletrodo, pH, concentração de catalisador e eletrólitos, nível de oxigênio dissolvido, temperatura e densidade da corrente.

Sono-Fenton – Trata-se da dissociação da água em H₂O₂ por meio da aplicação de ondas ultrassom no reator. Os efeitos deste tratamento são atribuídos ao fenômeno de cavitação acústica, onde as microbolhas crescem continuamente até atingirem uma dimensão crítica, que em condições extremas (temperaturas em torno de 5000 °C e pressão 500 atm) implodem violentamente. Sob essas condições a água pode ser transformada em espécies oxidantes.

Foto-Fenton: Consiste na adição de um agente de energia no sistema, a irradiação UV, dando origem ao processo conhecido como Foto-Fenton. Por ser o objeto de estudo nesta pesquisa este POA será abordado com maior ênfase.

Processo Foto-Fenton

A combinação de íons ferrosos, peróxido de hidrogênio e radiação (luz solar ou fontes artificiais) é chamada de reação Foto-Fenton (FF) (Equação 5 e 6).



A presença da irradiação estimula a conversão de Fe⁺³ a Fe⁺² e favorece a formação dos radicais hidroxilas, o que permite degradar mais extensivamente os poluentes orgânicos, uma vez que, fecha-se um ciclo catalítico com a formação de 2 mols de radicais hidroxila para cada mol de peróxido decomposto inicialmente (COSTA FILHO et al., 2016, ROMERO et al., 2016).

Além disso, outra característica importante dos raios UV é seu efeito germicida, responsável pela inativação de microrganismos patogênicos, sua radiação atinge os ácidos nucleicos, inativando os vírus e as bactérias (POURAN et al., 2016). Ressalta-se que a conformidade dos parâmetros microbiológicos é um pré-requisito importantíssimo para reutilização sustentável de águas residuárias.

Bokare e Choi (2014) discutiram as principais razões para aplicação do processo FF no tratamento de efluentes: a) os radicais oxidantes são gerados à pressão e a temperatura ambiente, o que evita a instalação de reatores

sofisticados b) a natureza simples facilita a integração deste processo nas ETE já existentes c) rápida reação entre o ferro e H_2O_2 e subsequente geração de $\bullet OH$.

Para Lucas et al., (2012) o FF é considerado o mais promissor POA na remoção de compostos orgânicos recalcitrantes em soluções aquosas.

Fatores condicionantes a reação Fenton/Foto-Fenton

Fatores como natureza do efluente, temperatura, concentração de peróxido de hidrogênio e íons ferro, pH, tempo de reação podem afetar significativamente a eficiência dos processos FF, dentre esses fatores, os mais importantes são: concentração de peróxido de hidrogênio, concentração de íons ferro e pH (OTURAN e AARON, 2014, ROMERO et al., 2016).

Desta forma, compreende-se que é de suma importância realizar a otimização destas condições de reação para o tratamento de efluentes e assim entender as relações mútuas entre esses parâmetros.

pH

O pH de reação é muito importante em virtude de diversos fatores, dentre eles, a estabilidade dos reagentes empregados.

Zhong et al., (2009) descrevem que a atividade do reagente Fenton é reduzida em pH acima de 3,0, uma vez que valores acima deste, propiciam a precipitação do ferro na forma de hidróxido insolúvel, o que prejudica a formação do radical hidroxila. Também é observada diminuição da eficiência de degradação de poluentes em pH menor que 3, pois nessas condições poderá ocorrer o sequestro dos radicais hidroxila pelas altas concentrações de íons H^+ (XU et al., 2009). Desta forma, é praticamente consensual quanto ao valor de pH adotado e que este não depende do tipo de efluente a ser tratado.

Concentração de íons Fe^{+2} e Peróxido de Hidrogênio

A maioria dos estudos relatou que a velocidade de degradação aumenta com o aumento da concentração de íons ferrosos (GOGATE e PANDIT, 2004). No entanto, esse aumento é, por vezes, não significativo acima de determinado valor (LIN et al., 1999). Somado a isso, íons ferrosos em excessos acarretam aumento da quantidade de sais de ferro não utilizados, o que contribuirá para o aumento do teor de sólidos totais dissolvidos no meio, que também é um fator prejudicial para o tratamento (MASOMBOON et al., 2009). Desta forma, a otimização desse reagente é bastante importante para o bom desempenho do tratamento.

Deve-se tomar cuidado ao selecionar a dosagem do oxidante, pois a porção não utilizada de peróxido de hidrogênio durante o tratamento contribuirá para aumento de DQO (LIN et al., 1999). Além disso, altas concentrações de peróxido podem levar a geração de elevadas quantidades de radicais hidroxilas, os quais podem sofrer recombinação ($HO\bullet + \bullet OH \rightarrow H_2O_2$), diminuindo assim a eficiência do processo. Outro efeito negativo, é que o peróxido de hidrogênio é prejudicial a muitos micro-organismos e, em diversas pesquisas foi avaliado e recomendado a conjugação do processo FF com o tratamento biológico (XU et al., 2014).

Portanto a dose de peróxido de hidrogênio deve ser ajustada de tal maneira que o valor total seja utilizado e, isto pode ser decidido com base nos estudos em escala laboratorial.

Processo UV/ H₂O₂

O processo UV/H₂O₂ utiliza absorvância de UV a 254 nm como fonte de energia para transformar o H₂O₂ em radicais hidroxila, de acordo com a equação 7 (SINDELAR et al., 2014; GOGATE e PANDIT, 2004)



A oxidação direta de compostos orgânicos e inorgânicos pelo peróxido de hidrogênio ou pela radiação UV de forma isolada não apresenta resultados significativos. No entanto, a combinação das duas técnicas resulta em um processo com alto poder de oxidação.

Diversos fatores podem influenciar a oxidação UV/H₂O₂, tais como as características do efluente (principalmente turbidez e teor de sólidos), as dimensões do reator, a lâmpada utilizada, o pH e a concentração do oxidante (WOLS et al., 2013), sendo estes dois últimos os mais relevantes. Diante dessas informações percebe-se que para alcançar a maximização da oxidação no tratamento é essencial a cuidadosa otimização desses dois últimos parâmetros.

REFERÊNCIAS

ADIB, H.; HASSANAJILI, S.; SHEIKHI-KOUHSAR, M. R.; SALAH, A. M. T. Experimental and computational investigation of polyacrylonitrile ultrafiltration membrane for industrial oily wastewater treatment. **Korean Journal Of Chemical Engineering**, v. 32, n. 1, p.159-167,2014.

AMARAL, M. C. S.; ANDRADE, L. H.; LISÉTE, C. L.; BORGES, P.C. Avaliação do emprego de microfiltração para remoção de fibras do efluente de branqueamento de polpa celulósica. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 18, n. 1, p.65-74, 2013.

BAKER, R.W. **Membrane Technology and applications**. 2a ed. John Wiley & Sons LTDA, 2004

BALCIOGLU, I. A.; TARLAN, E.; KIVILCIMDAN C.; SACAN M. T. Merits of ozonation and catalytic ozonation pre-treatment in the algal treatment of pulp and paper mill effluents. **Journal Of Environmental Management**, v. 85, n. 4, p.918-926, 2007.

BARAKAT, M. A. New trends in removing heavy metals from industrial wastewater. **Arabian Journal Of Chemistry**, v. 4, n. 4, p.361-377, 2011.

BELLI, T. J. Biorreator à membrana em batelada sequencial para a remoção de nutrientes de esgoto sanitário: desempenho do tratamento, colmatção das membranas e estratégias de otimização. **Tese (doutorado em Engenharia Ambiental)** – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

BENÍTEZ, F. J.; ACERO, J. L.; LEAL, A. I. Treatment of wastewaters from the cork process industry by using ultrafiltration membranes. **Desalination**, v. 229, n. 1-3, p.156-169, 2008.

BOKARE, A. D.; CHOI, W. Review of iron-free Fenton-like systems for activating H₂O₂ in advanced oxidation processes. **Journal Of Hazardous Materials**, v. 275, p.121-135, 2014.

CAMPELLO, R.P. Desempenho de Reatores Anaeróbios de Manta de Lodo (UASB) operando sob condições de temperaturas típicas de regiões de clima temperado. 2009. 107f. Dissertação (**Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental**) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

CHANWORRAWOOT, K.; HUNSOM, M. Treatment of wastewater from pulp and paper mill industry by electrochemical methods in membrane reactor. **Journal Of Environmental Management**, v. 113, p.399-406, 2012.

CHEN, X.; ZHAO, Y.; MOUTINHO, J.; SHAO, J.; ZYDNEY, A.; HE, Y. Recovery of small dye molecules from aqueous solutions using charged ultrafiltration membranes. **Journal Of Hazardous Materials**, v. 284, p.58-64, 2015.

CHERYAN, M. Membrane Separations - Ultrafiltration. **Reference Module In Chemistry, Molecular Sciences And Chemical Engineering**, p.1-6, 2013.

CHOI, K. Y. J.; DEMPSEY, B. A. In-line coagulation with low-pressure membrane filtration. **Water Research**, v. 38, n. 19, p.4271-4281, 2005.

COSTA FILHO, B. M.; SILVA, V. M.; SILVA, J. O.; HORA M.; ANTONIO E. Coupling coagulation, flocculation and decantation with photo-Fenton process for treatment of industrial wastewater containing fipronil: Biodegradability and toxicity assessment. **Journal Of Environmental Management**, v. 174, p.71-78, 2016.

DUAN, H.; LIU, Y.; YIN, X.; BAI, J.; QI, JING. Degradation of nitrobenzene by Fenton-like reaction in a H₂O₂/schwertmannite system. **Chemical Engineering Journal**, v. 283, p.873-879, 2016. .

FIELD, R. W.; WU, D.; HOWELL, J. A.; GUPTA, B. B. Critical flux concept for microfiltration fouling. **Journal Of Membrane Science**, v. 100, n. 3, p.259-272, 1995. .

GHOLAMI, M.; SOURAKI, A. B.; PENDASHTEH, A.; MARZOUNIL M. B. Efficiency evaluation of the membrane/AOPs for paper mill wastewater treatment. **Environmental Technology**, v. 38, n. 9, p.1127-1138, 2016.

GLAZE, W. H.; KANG, J.; CHAPIN, D. H. The Chemistry of Water Treatment Processes Involving Ozone, Hydrogen Peroxide and Ultraviolet Radiation. **Ozone: Science & Engineering**, v. 9, n. 4, p.335-352, 1987.

GONGATE, P.R.; PANDIT, A.B. A review of imperative technologies for wastewater treatment II: hybrid methods. **Advances In Environmental Research**, v. 8, n. 3-4, p.553-597, 2004.

GONDER, Z. B.; ARAYICI, S.; BARLAS, H.. Advanced treatment of pulp and paper mill wastewater by nanofiltration process: Effects of operating conditions on membrane fouling. **Separation And Purification Technology**, v. 76, n. 3, p.292-302, 2011.

IDRIS, A.; AHMED, I.; ISRAN, M. Novel high performance hollow fiber ultrafiltration membranes spun from LiBr doped solutions. **Desalination**, v. 249, n. 2, p.541-548, 2009.

JUDD, S. The MBR Book: Principles and Applications of Membrane Bioreactors in Water and Wastewater Treatment. Editora Elsevier. 2006.

KAZEMIMOGHADAM, M.; MOHAMMADI, T. Chemical cleaning of ultrafiltration membranes in the milk industry. **Desalination**, v. 204, n. 1-3, p.213-218, 2007.

KOYUNCU, I.; SENGUR, R.; TURKEN, T.; GUCLU, S.; PASAOGLU, M. E. Advances in water treatment by microfiltration, ultrafiltration, and nanofiltration. **Advances In Membrane Technologies For Water Treatment**, p.83-128, 2015.

KRSTIC, D. M.; MILANOVI, S. D.; TEKI, M. N.; CARI, D. The effect of turbulence promoter on cross-flow microfiltration of skim milk. **Journal Of Membrane Science**, v. 208, n. 1-2, p.303-314, 2002.

LELARIO, F.; BRIENZA, M.; BUFO, S.A.; SCRANO, L. Effectiveness of different advanced oxidation processes (AOPs) on the abatement of the model compound mepanipyrim in water. **Journal Of Photochemistry And Photobiology A: Chemistry**, v. 321, p.187-201, 2016.

LIN, S. H; LIN, C. M.; LEU, H. G. Operating characteristics and kinetic studies of surfactant wastewater treatment by Fenton oxidation. **Water Research**, v. 33, n. 7, p.1735-1741, 1999.

LONG, X.; MENG, Q.; ZHANG, G. Application of biosurfactant rhamnolipid for cleaning of UF membranes. **Journal Of Membrane Science**, v. 457, p.113-119, 2014.

LUCAS, M. S.; PERESA, J. A.; AMORA, C.; RODRÍGUEZB L. P.; MALDONADOB, M. I.; MALATO S. Tertiary treatment of pulp mill wastewater by solar photo-Fenton. **Journal Of Hazardous Materials**, v. 225-226, p.173-181, 2012

LUO, J.; DING, L.; QI, B.; JAFFRIN, M. Y.; WAN, Y. A two-stage ultrafiltration and nanofiltration process for recycling dairy wastewater. **Bioresource Technology**, v. 102, n. 16, p.7437-7442, 2011.

MASOMBOON, N.; RATANATAMSKUL, C.; LU, M. Chemical Oxidation of 2,6-Dimethylaniline in the Fenton Process. **Environmental Science & Technology**, v. 43, n. 22, p.8629-8634, 2009.

MICHAEL, I.; FRONTISTIS, Z.; FATTA-KASSINOS, D. Removal of Pharmaceuticals from Environmentally Relevant Matrices by Advanced Oxidation Processes (AOPs). **Analysis, Removal, Effects And Risk Of Pharmaceuticals In The Water Cycle - Occurrence And Transformation In The Environment**, p.345-407, 2013.

MUTAMIM, N. S. A.; NOOR, Z. Z.; HASSAN, M. A. A.; OLSSON, G. Application of membrane bioreactor technology in treating high strength industrial wastewater: a performance review. **Desalination**, v. 305, p.1-11, 2013.

NAVARATNA, D.; JEGATHEESAN, V. Implications of short and long term critical flux experiments for laboratory-scale MBR operations. **Bioresource Technology**, v. 102, n. 9, p.5361-5369, 2011.

NG, A. N. L.; KIM, A. S. A mini-review of modeling studies on membrane bioreactor (MBR) treatment for municipal wastewaters. **Desalination**, v. 212, n. 1-3, p.261-281, 2007.

OCHANDO-PULIDO, J. M.; HODAIFA, G.; MARTINEZ-FEREZ, A. Threshold flux measurement of an ultrafiltration membrane module in the treatment of two-phase olive mill wastewater. **Chemical Engineering Research And Design**, v. 92, n. 4, p.769-777, 2014.

OTURAN, M. A.; AARON, J. J. Advanced Oxidation Processes in Water/Wastewater Treatment: Principles and Applications. A Review. **Critical Reviews In Environmental Science And Technology**, v. 44, n. 23, p.2577-2641, 2014.

POURAN, S. R.; AZIZ, A. R. A.; DAUD, W. M. A. W. Review on the main advances in photo-Fenton oxidation system for recalcitrant wastewaters. **Journal Of Industrial And Engineering Chemistry**, v. 21, p.53-69, 2016.

PUCCA, P. T. P.; Produção e caracterização de membranas de microfiltração e ultrafiltração pelo método de inversão de fases, utilizando polisulfona como matériaprima. (Dissertação de Mestrado em Hidráulica e Sanitária) USP, São Paulo, 2010.

PURO, L.; KALLIOINEN, M.; MÄNTTÄRI, M.; NYSTRÖM, M. Evaluation of behavior and fouling potential of wood extractives in ultrafiltration of pulp and paper mill process water. **Journal Of Membrane Science**, v. 368, n. 1-2, p.150-158, 2011.

RADJENOVIC, J.; MATOŠIĆ, M.; MIJATOVIĆ, I.; PETROVIĆ, M.; BARCELÓ, D. Membrane Bioreactor (MBR) as an Advanced Wastewater Treatment Technology. **Emerging Contaminants From Industrial And Municipal Waste**, p.37-101, 2008.

RAMOS, C.; ZECCHINO, F.; EZQUERRA, D.; DIEZ, V. Chemical cleaning of membranes from an anaerobic membrane bioreactor treating food industry wastewater. **Journal Of Membrane Science**, v. 458, p.179-188, 2014.

REZAEI, H.; ASHTIANI, F. Z.; FOULADITAJAR, A. Effects of operating parameters on fouling mechanism and membrane flux in cross-flow microfiltration of whey. **Desalination**, v. 274, n. 1-3, p.262-271, 2011.

RIBEIRO, A.; NUNES, O. C.; PEREIRA, M. F. R.; SILVA, A. M. T. An overview on the advanced oxidation processes applied for the treatment of water pollutants defined in the recently launched Directive 2013/39/EU. **Environment International**, v. 75, p.33-51, 2015.

ROMERO, V.; GONZÁLEZ, O.; BAYARRI, B.; MARCO, P.; GIMÉNEZ, J.; ESPLUGAS, S. Degradation of Metoprolol by photo-Fenton: Comparison of different photoreactors performance. **Chemical Engineering Journal**, v. 283, p.639-648, 2016.

RUIGÓMEZ, I.; VERA, L.; GONZÁLEZ, E.; GONZÁLEZ, G.; RODRÍGUEZ-SEVILLA, J. A novel rotating HF membrane to control fouling on anaerobic membrane bioreactors treating wastewater. **Journal Of Membrane Science**, v. 501, p.45-52, 2016.

SABIA, G.; FERRARIS, M.; SPAGNI, A. Online monitoring of MBR fouling by transmembrane pressure and permeability over a long-term experiment. **Separation And Purification Technology**, v. 122, p.297-305, 2014.

SAIEN, J. OJAGHLOO, Z.; SOLEYMANI, A. R.; RASOULIFARD, M. H. Homogeneous and heterogeneous AOPs for rapid degradation of Triton X-100 in aqueous media via UV light, nano titania hydrogen peroxide and potassium persulfate. **Chemical Engineering Journal**, v. 167, n. 1, p.172-182, 2011.

SALAH, A.; MOHAMMADI, T.; BEHBAHANI, R. M.; HEMMATI, M. Experimental investigation and modeling of industrial oily wastewater treatment using modified polyethersulfone ultrafiltration hollow fiber membranes. **Korean Journal Of Chemical Engineering**, v. 32, n. 6, p.1101-1118, 2015.

SANT'ANNA JR., G. L.; CERQUEIRA, A. C. Bioreatores com membranas - MBR. In: DEZZOTI, M.; SANT'ANNA JR., G. L.; BASSIN, J. P. (Org.). Processos biológicos avançados. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. cap 2, p. 9-41.

SCHNEIDER, R. P.; TSUTTIYA, M. T. Membranas filtrantes para o tratamento de água, esgoto e água de reúso. 1ed, São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 234p. 2001.

SINDELAR, HUGO R.; BROWN, MARK T.; BOYER, TREVOR H. Evaluating UV/H₂O₂, UV/percarbonate, and UV/perborate for natural organic matter reduction from alternative water sources. **Chemosphere**, v. 105, p.112-118, 2014.

SOLOMAN, P.A.; AHMED B. C.; VELAN, M.; BALASUBRAMANIAN, N.; MARIMUTHU, P. Augmentation of biodegradability of pulp and paper industry wastewater by electrochemical pre-treatment and optimization by RSM. **Separation And Purification Technology**, v. 69, n. 1, p.109-117, 2009.

SUZUKI, H.; ARAKI, S.; YAMAMOTO, H. Evaluation of advanced oxidation processes (AOP) using O₃, UV, and TiO₂ for the degradation of phenol in water. **Journal Of Water Process Engineering**, v. 7, p.54-60, 2015.

SVENSON, D. R.; JAMEEL, H.; CHANG, H.; KADLA, J. F. Inorganic Reactions in Chlorine Dioxide Bleaching of Softwood Kraft Pulp. **Journal Of Wood Chemistry And Technology**, v. 26, n. 3, p.201-213, 2006.

TARDIEU, E.; GRASMICK, A.; GEUGEY, V.; MANEM, J. Hydrodynamic control of bioparticle deposition in a MBR applied to wastewater treatment. **Journal Of Membrane Science**, v. 147, n. 1, p.1-12,1999.

TUMMONS, E. N.; TARABARA, V. V.; CHEW, J. W.; FANE, A. G. Behavior of oil droplets at the membrane surface during crossflow microfiltration of oil-water emulsions. **Journal Of Membrane Science**, v. 500, p.211-224, 2016.

VIANA, P. Z. Biorreator com membrana aplicado ao tratamento de esgotos domésticos: avaliação do desempenho de módulos de membranas com circulação externa. 2004. 175 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

VIDAL, C. M. S. Avaliação da microfiltração tangencial como alternativa de tratamento avançado de efluente gerado em sistema de tratamento de esgoto sanitário constituído de reator UASB (upflow anaerobic sludge blanket) seguido de tanque de aeração. 2006. 213 p. **Tese (Doutorado em Engenharia Hidraulica e Saneamento)** – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, SP.

WANKAT C.; P.; VENKATESAN, A.; Simulation of ion exchange water softening pretreatment for reverse osmosis desalination of brackish water. **Desalination**, v. 154, p. 187-199, 2003.

WOLS, B. A.; HOFMAN-CARIS C. H.; HARMSEN, D. J.; BEERENDONK, E. F. Degradation of 40 selected pharmaceuticals by UV/H₂O₂. **Water Research**, v. 47, n. 15, p.5876-5888, 2013.

WU, D.; FENG, Y.; MA, L. Oxidation of Azo Dyes by H₂O₂ in Presence of Natural Pyrite. **Water, Air, & Soil Pollution**, v. 224, n. 2, p.1-11, 2013.

XIAO, K.; XU, Y.; LIANG, S.; LEI, T.; SUN, J. Y.; WEN, X. H.; ZHANG, H. X.; CHEN, C. S.; HUANG, X. Engineering application of membrane bioreactor for wastewater treatment in China: Current state and future prospect. **Frontiers Of Environmental Science & Engineering**, v. 8, n. 6, p.805-819, 2014.

XU, Q.; HAMID, A.; WEN, X.; ZHANG, B.; YANG, N. Fenton-Anoxic–Oxic/MBR process as a promising process for avermectin fermentation wastewater reclamation. **Separation And Purification Technology**, v. 134, p.82-89, 2014.

YULIWATI, E.; ISMAIL, A. F. Effect of additives concentration on the surface properties and performance of PVDF ultrafiltration membranes for refinery produced wastewater treatment. **Desalination**, v. 273, n. 1, p.226-234, 2011.

YULIWATI, E.; ISMAIL, A. F.; LAU, W. J.; NG, B. C.; MATARAM, A.; KASSIM, M. A. Effects of process conditions in submerged ultrafiltration for refinery wastewater treatment: Optimization of operating process by response surface methodology. **Desalination**, v. 287, p.350-361, 2012.

ZHANG, Y.; MA, C.; YE, F.; KONG, Y.; LI, H.; The treatment of wastewater of paper mill with integrated membrane process. **Desalination**, v. 236, n. 1-3, p.349-356, 2009.

ABSTRACT: Membrane separation processes (MSP) and advanced oxidative processes (AOP) are considered attractive technologies for the post-treatment of wastewater, because they are capable of producing high quality effluent, ie free of suspended solids and levels Very low levels of bacteriological contamination and organic matter. Thus, this chapter has addressed the concepts and fundamentals of these technologies as well as brought to the readers' exposure the operational conditions that dictate the good performance of both processes. Finally, it is emphasized that the studies in this subject are fundamental for the wide insertion of MSP and AOP in Brazilian treatment plants.

Keywords: wastewater from the paper industry, pollution of water bodies, advanced treatment.

SOBRE AS ORGANIZADORAS

ADRIANE THEODORO SANTOS ALFARO Possui graduação e mestrado em Agronomia pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (1994 e 2009, respectivamente), na qual também se graduou em Licenciatura em Disciplinas Especializadas (1996), e se especializou em Proteção de Plantas (2001) e em Segurança do Trabalho (2005). Na UNOPAR se graduou em Administração (2016). Atualmente se dedica à docência na UNOPAR. Tem experiência na área de Agronomia, Administração, Gestão Ambiental e Gestão de Projetos, com ênfase em Fitotecnia, atuando principalmente nos seguintes temas: sustentabilidade, manejo, produção de sementes com ênfase na percepção da produção responsável de alimentos e renda de forma sustentável.

DAIANE GARABELI TROJAN Possui graduação e mestrado em Agronomia pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2004 e 2009, respectivamente), na qual também está finalizando o doutorado. Atualmente se dedica à docência na UNOPAR e atividades administrativas nas Faculdades Ponta Grossa (FacPG). Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Fitossanidade, atuando principalmente nos seguintes temas: efeitos fisiológicos de fungicidas, controle de doenças de trigo e milho, óleos essenciais. Tem experiências em ensaios em BPL e ensaios de eficácia agrônômica na área de Agronomia. Em Gestão ambiental realiza diversos projetos de extensão com foco em sustentabilidade e educação ambiental. Atua em projetos de pesquisa, sociais e ambientais, com foco na qualidade de vida das pessoas, sustentabilidade e inovação.

SOBRE OS AUTORES

ADELIANE HOSANA DE FREITAS Graduanda em Engenharia Ambiental pelo Centro Universitário Dinâmica das Cataratas; E-mail para contato: adeliane.h.f@hotmail.com

ALEX SANDRO BEZERRA DE SOUSA Graduação em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba; Mestrado em Agronomia, em Andamento, pela Universidade Federal da Paraíba; Grupo de pesquisa: Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita CCA / UFPB; E-mail para contato: alexsandrosousa.b@gmail.com

ALEXANDRE CAIQUE COSTA E SILVA Graduando em Agronomia pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). Membro do Núcleo de Pesquisa em Citros (NPCitrus) e do Grupo de Estudos em Agricultura Sustentável (GEAS).

ALEXANDRE TECHY DE ALMEIDA GARRETT Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestais da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO); Técnico Florestal pelo Colégio Florestal Estadual Presidente Costa e Silva; Graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO) e Hochschule für Forstwirtschaft (HFR) Rottenburg; Mestrado em Ciências Florestais pela Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO); Bolsista de doutorado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior;

ALMIR MARIANO SOUSA JUNIOR Possui graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho, Especialista em Geografia e Gestão Ambiental, Mestrado em Engenharia de Petróleo e Gás Natural e Doutor em Ciência e Engenharia de Petróleo (UFRN). Atualmente é professor Efetivo da Universidade Federal Rural do Semi-Árido e professor do Mestrado Acadêmico em Planejamento e Dinâmicas Territoriais da Universidade Estadual do Rio Grande do Norte. Foi Professor e Coordenador de Curso de Graduação e Pós Graduação em Eng. de Petróleo e Gás Natural da Universidade Potiguar, Gerente e Assessor Técnico e Gerente do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Norte (CREA-RN).

ANA CAROLINE DE SOUSA FERREIRA Possui graduação em Tecnologia em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Campus Itaituba (2014). Técnica em Aquicultura pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Campus Itaituba (2012). Técnica em Florestas pela Escola Educação Tecnológica do Estado do Pará, Unidade Itaituba (2011). Atualmente é Diretora Ambiental e Sócia da empresa Tapajós Assessoria, Consultoria e Perícia Ambiental, sediada em Itaituba, Pará, Amazônia Brasileira. Tem experiência em projetos ambientais, licenciamentos e consultoria.

ANA CAROLINE MIRON PEREIRA Graduanda em Engenharia florestal pela Universidade Federal Rural da Amazônia; Bolsista do projeto Inventário Florestal Nacional (IFN – Pará) no Laboratório de Botânica da Embrapa Amazônia Oriental – Belém/PA; E-mail para contato: carol.miron0@gmail.com

ANA CATARINA SIQUEIRA FURTADO Graduanda em Engenharia florestal pela Universidade Federal Rural da Amazônia; Bolsista do projeto Inventário Florestal Nacional (IFN – Pará) no Laboratório de Botânica da Embrapa Amazônia Oriental – Belém/PA; E-mail para contato: furtadoanacatarina@gmail.com

ANACLETO RANULFO DOS SANTOS Graduado em Agronomia pela Universidade Federal da Bahia (1979), concluiu o mestrado em Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal de Lavras em 1989 e o doutorado em Agronomia (Solos e Nutrição Mineral de Plantas) pela Universidade de São Paulo - ESALQ em janeiro de 1998. Atualmente é professor Titular - da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, lotado no Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Cruz das Alma, Bahia. Líder do Grupo de Pesquisa Manejo de Nutrientes no Solo e em Plantas Cultivadas.

ANDREA NOGUEIRA DIAS Professora Associado A da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO) no Departamento de Engenharia Florestal; Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO); Graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Viçosa; Mestrado em Ciências Florestais pela Universidade Federal de Viçosa; Doutorado em Ciências Florestais pela Universidade Federal de Viçosa; Bolsista Produtividade em Pesquisa pelo Fundação Araucária;

ANTONIO FERNANDO DA SILVA Graduação em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba; Mestrado em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba; Doutorado em Agronomia, em Andamento, pela Universidade Federal da Paraíba; Grupo de pesquisa: Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita CCA / UFPB; E-mail para contato: renatolima.p@gmail.com

BIANCA FONSECA TORRES Graduanda em Engenharia florestal pela Universidade Federal Rural da Amazônia; Bolsista do projeto Inventário Florestal Nacional (IFN – Pará) no Laboratório de Botânica da Embrapa Amazônia Oriental – Belém/PA; E-mail para contato: biancaftorres@gmail.com

BRENO RICARDO SERRÃO DA SILVA Engenheiro Agrônomo formado pela Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) e mestre em Ciências Biológicas - Botânica Tropical (UFRA/MPEG). Atualmente é doutorando no Programa de pós-graduação em Agronomia (UFRA) atuando na área de fisiologia vegetal e produção vegetal.

CAMILA CIELLO Graduanda em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR.

CARLA ADRIANA PIZARRO SCHMIDT Graduada em Agronomia, Mestre em Ciências de Alimentos e Doutora em Agronomia pela Universidade Estadual de Londrina (UEL). Especialista em Tecnologia de Sementes e Administração Rural. Docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná no campus de Medianeira-PR, junto ao Departamento de Administração e Produção. Atua como professora convidada dos mestrados em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos da UTFPR - Campus Pato Branco e Tecnologias Computacionais para o Agronegócio da UTFPR - Campus Medianeira. Possui experiência nas áreas de Engenharia, Agronomia, Ciência e Tecnologia de Alimentos, Processos de Produção Agroindustrial e Gestão Ambiental.

CARLA CAROLINE ALVES CARVALHO Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Dinâmicas Territoriais no Semiárido da Universidade Estadual do Rio Grande do Norte. Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Bacharel em Ciência e Tecnologia - UFERSA. Na referida instituição de ensino participa de grupos de pesquisa e extensão voltados para o estudo do semiárido nordestino no tocante ao planejamento urbano, políticas públicas, e regularização fundiária. Durante a formação do ensino médio participou de projetos de iniciação científica vinculados ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte.

CARLOS ALBERTO VIEIRA DE AZEVEDO Professor da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campina Grande, PB; Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campina Grande, PB; Graduação em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal da Paraíba - UFPB (1981), Campina Grande, PB; Mestrado em Engenharia Civil (irrigação e drenagem) pela Universidade Federal da Paraíba – UFPB (1984), Campina Grande, PB; Doutorado em Agricultural And Irrigation Engineering pela Utah State University, Estados Unidos (1991); Grupo de pesquisa: Engenharia de Irrigação e Drenagem – UFCG; Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível 1B. E-mail para contato: cvieiradeazevedo@gmail.com.

CARLOS ANTÔNIO SOMBRA JÚNIOR Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual do Ceará (UECE). Mestrando em Ciência Animal pela Universidade Federal Rural do Semiárido, UFERSA. Membro do Núcleo de Pesquisa em Citros (NPCitrus)

CARLOS LAERCIO WRASSE Graduado em Administração pela Unioeste - Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Especialista em Didática e Metodologia do Ensino pela Unopar, Especialista em Gestão Empresarial pela Univel, Mestre em Administração Gestão Moderna de Negócios pela FURB - Fundação Universidade

Regional de Blumenau. Atualmente é Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus de Medianeira.

CAROLINA CASTILHO GARCIA Professora da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira; Graduação em Engenharia de Alimentos pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”; Mestrado em Química pela Universidade Federal de Goiás; Doutorado em Engenharia e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”; Grupo de pesquisa em Engenharia de Alimentos, link: dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/9620276699109060; e-mail para contato: carolinacgarcia@utfpr.edu.br

CAROLINE QUINHONES FRÓES Graduação em Gestão Ambiental pela Universidade Federal da Grande Dourados; Mestrado em Biologia Geral pela Universidade Federal da Grande Dourados; Doutorado em andamento em Ciência e Tecnologia Ambiental pela Universidade Federal da Grande Dourados. E-mail: carolqf@hotmail.com

CÍCERO PAULO FERREIRA Possui graduação em Licenciatura Plena em Ciências Agrícolas pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (1989), Mestrado em Agronomia pela Faculdade de Ciências Agrárias do Pará (1997) e doutorado em Ciências Agrárias pela Universidade Federal Rural da Amazônia (2004). Atualmente é Professor Titular do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará Campus Castanhal. Bolsista do CNPq de Produtividade em Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora. Avaliador de Autorização, Reconhecimento e Renovação de Reconhecimento de Cursos de Graduação MEC/INEP. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Solo e Nutrição de Plantas e em Educação do Campo.

CORINA FERNANDES DE SOUZA Docente e Pesquisadora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará - IFPA, Campus Itaituba, onde atuou como Coordenadora de Extensão e Integração (2014), Na Extensão, Projetos Experimentoteca - Ciência para Todos e Laboratório Virtual (Desde 2010). Graduação em Licenciatura Plena em Química pela Universidade Federal do Pará (2004), com especialização em Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal do Pará (2005). Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia – UFPA (2016/2017). Membro do Grupo de Pesquisa – CNPq: Meio Ambiente e Saúde na Amazônia, com projeto “Recuperação de Áreas Impactadas pela Ação Antrópica na Comunidade São João no Município de Itaituba – Pará” – CNPq.

DANIELA DE FREITAS LIMA Graduada em Bacharelado em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Mestranda em Planejamento e Dinâmicas Territoriais no Semiárido pela Universidade Estadual do Rio Grande do Norte (UERN). Graduada em Engenharia Civil pela Universidade Federal Rural do

Semi-Árido (UFERSA). Bolsista do programa Acesso à Terra Urbanizada. Integrante dos grupos de pesquisa Acesso à Terra Urbanizada, Grupo de Estudos e Pesquisas em Economia, Cultura e Território GEPECT, Sistemas de Gestão, Saúde e Segurança do Trabalho, Núcleo de Pesquisa de Políticas de Interesse Social: Processo de Regularização Fundiária, Núcleo de Estudo da Indústria Petrolífera no Semiárido Nordeste, Desempenho das Edificações.

DANIELY ALVES DE ALMADA Graduação em andamento em Ciências Biológicas pela Universidade da Amazônia – UNAMA.

DÉBORA COSTA BASTOS Graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Lavras, UFLA. Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Fundação de Ensino e Pesquisa do Sul de Minas - Varginha, FEPESMIG. Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP. Doutorado em Fitotecnia pela Universidade de São Paulo, USP. Pós-Doutorado pela Universidade Federal de Lavras, UFLA, Brasil. Pesquisadora da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA, CPATSA, Petrolina, Pernambuco. Pesquisadora colaboradora do Núcleo de Pesquisa em Citros (NPCitrus)

DELFRAN BATISTA DOS SANTOS Professor do Instituto Federal Baiano – IFBaiano, *Campus Serrinha*, Serrinha, BA; Membro do corpo docente do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal no Semiárido - IFBAIANO, Salvador, BA; Graduação em Agronomia pela Universidade Federal da Bahia - UFBA (1999), Salvador, BA; Mestrado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal da Paraíba - UFPB (2002), Campina Grande, PB; Doutorado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa – UFV (2005), Viçosa, MG. E-mail para contato: delfran.batista@ifbaiano.edu.br

EDILSON FREITAS DA-SILVA Possui graduação em Licenciatura Plena em Biologia pela Universidade Estadual do Maranhão (2010) e Mestrado em Botânica Tropical obtido no programa de pós-graduação da Universidade Federal Rural da Amazônia / Museu Paraense Emílio Goeldi, na área de Botânica estrutural, com ênfase em Anatomia Vegetal, atuando principalmente nos seguintes temas: anatomia foliar, anatomia da raiz, anatomia comparada e microquímica. Atualmente é aluno de doutorado da Rede de Biodiversidade e biotecnologia da Amazônia Legal-Bionorte, programa da Universidade Federal do Amazonas, atuando na grande área de conhecimento da biodiversidade vegetal.

EDSON HERMENEGILDO PEREIRA JUNIOR Graduação em Engenharia Elétrica com habilitação em Engenharia de Produção de pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Especialista em Integração da Manufatura pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, e em Administração da Produção, pela FAE Faculdades Integradas. Atualmente é docente no DAPRO – Departamento de Engenharia de Produção na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), campus Medianeira. Tem

experiência na área de Engenharia de Produção, atuando principalmente em gestão de processos.

EDWARD SEABRA JÚNIOR Graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Faculdade Dinâmica Cataratas - UDC, Mestre em Engenharia de Energia na Agricultura pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná, docente no DAPRO - Departamento de Engenharia de Produção da UTFPR-Medianeira. Experiências com planejamento e controle de produção, pesquisa operacional, métodos estocásticos, simulação de cenários, projetos de Engenharia de Segurança do Trabalho e monitoramento de plantas de biogás com foco em análises de composição química do gás. E-mail: seabra.edward@gmail.com

ELIENARA DE ALMEIDA RODRIGUES Engenheira Florestal formada pela Universidade do Estado do Pará. Estagiou na Embrapa Amazônia Oriental. Possui experiência em anatomia da madeira.

ELIZANA LORENZETTI TREIB Possui graduação em Nutrição pela Universidade Paranaense - UNIPAR (2005). É especialista em Vigilância Sanitária e Epidemiologia em Saúde pela Universidade Paranaense - UNIPAR (2007) e mestre em Biotecnologia Industrial (Linha de Pesquisa Agroalimentar) pela Universidade Positivo (2012). Possui experiência no setor de garantia da qualidade e no desenvolvimento de análises de controle de qualidade em carnes e cereais.

ELOISA LORENZETTI Possui graduação em Agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Campus Marechal Cândido Rondon (2010-2014). Mestra em Agronomia na área de Produção Vegetal pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE (2015-2017), Doutoranda em Agronomia na área de Produção Vegetal na Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, bolsista CAPES. Integrante do grupo de pesquisa Controles Biológico e Alternativo em Fitossanidade - COBALFI.

EXPEDITO CAVALCANTE DO NASCIMENTO NETO Graduação em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba; Grupo de pesquisa: Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita CCA / UFPB; E-mail para contato: expedito_cav@hotmail.com

EYDE CRISTIANNE SARAIVA-BONATTO Professora da Universidade Federal do Amazonas; Engenheira Agrônoma pela Universidade Federal do Amazonas; Especialista em Saúde Ambiental pela FIOCRUZ; Especialista em Educação Ambiental pelo SENAC; Mestre em Ciências Agrárias pela Universidade Federal do Amazonas; Doutora em Planejamento de Sistemas Energéticos pela Universidade Estadual de Campinas; Coordenadora do Laboratório de Bioenergia da Universidade Federal do Amazonas; Líder do Grupo de Pesquisa Núcleo de Estudos em Engenharia Agrícola Aplicada. eydesaraiva@ufam.edu.br

FABIO OLIVIERI DE NOBILE Professor do Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos - UNIFEB; Graduação em Engenharia Agrônômica pela Universidade Estadual Paulista - UNESP - Campus de Jaboticabal/SP; Mestrado em Ciência do Solo pela Universidade Estadual Paulista - UNESP - Campus de Jaboticabal/SP; Doutorado em Produção Vegetal pela Universidade Estadual Paulista - UNESP - Campus de Jaboticabal/SP; Pós Doutorado em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas pela Universidade Estadual Paulista - UNESP - Campus de Jaboticabal/SP; Grupo de pesquisa: Resíduos na Agricultura, Integração Agroindustrial. E-mail para contato: fonobile@feb.br

FERNANDA RUBIO Professor do Instituto Federal do Paraná; Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná; Mestrado em Agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná; E-mail para contato: fernanda.rubio@ifpr.edu.br

FLAVIO DANIEL SZEKUT Doutorando em Irrigação e Drenagem pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Campina Grande, PB; Graduação em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Cascavel, PR; Mestrado em Irrigação e Drenagem pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Campina Grande, PB; Grupo de pesquisa: Engenharia de Irrigação e Drenagem - UFCG. E-mail para contato: flaviodanielszekut@gmail.com

FRANCIELLY TORRES DO SANTOS Estudante de pós-doutorado - Programa de pós-graduação em Tecnologia de Bioprodutos agroindustriais. Graduação em Tecnologia de Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná; Mestrado em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná; Doutorado em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná; Pós Doutorado em Tecnologia de Bioprodutos agroindustriais pela Universidade Federal do Paraná; Grupo de pesquisa: Uso e manejo sustentável de água e solo UFPR; Bolsista: CAPES. E-mail para contato: francielly_torres@hotmail.com

FRANCISCO LEANDRO COSTA LOUREIRO Graduação em Agronomia pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). Mestrando em Fitotecnia (Melhoramento genético) pela Universidade Federal Rural do Semiárido, UFRSA. Membro do Núcleo de Pesquisa em Citros (NPCitrus) e do Grupo de Estudos em Agricultura Sustentável (GEAS)

GERÔNIMO BARBOSA ALEXANDRE Possui Graduação em Engenharia Elétrica (UFCG - 2013), Mestrado em Engenharia de Automação e Controle Industrial (2016) pela Universidade Federal de Campina Grande e especialização em Eficiência energética (2014) pela UFCG/ANP. Trabalhou como engenheiro de proteção de sistemas elétricos, atuou como consultor e projetista de plantas de secagem do caulim com uso de energia solar e diesel. Atualmente é professor EBTT, nível DI do Instituto Federal de Pernambuco (IFPE - *Campus Garanhuns*) suas áreas de interesse são: controle cooperativo de filtros ativos de potência, diagnóstico de falhas em sensores e atuadores, modelagem e simulação de processos industriais,

automação inteligente, redes elétricas inteligentes, projetos elétricos (BT e AT) e aplicações de fontes alternativas de energia.

GIRLENE SANTOS DE SOUZA Graduando em Agronomia, Mestre em Ciências pela Universidade de São Paulo, Doutora em Agronomia/ Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Lavras, Professora Associada 2 do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, Bahia, Membro do Grupo de Pesquisa Manejo de Nutrientes no Solo e em Plantas Cultivadas. Email: girlenessouza50@gmail50.com

GISELE CHAGAS MOREIRA Mestranda em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

GLEYCE MARINA MORAES DOS SANTOS Engenheira Agrônoma formada pela Universidade Federal Rural da Amazônia UFRA/BELÉM-PA. Foi bolsista de iniciação científica do Museu Paraense Emílio Goeldi de 2012 a 2015 na área de Botânica (Anatomia Vegetal Etnobotânica) e participante de um projeto de extensão na Ufra. Atualmente faz Mestrado em Ciências Biológicas, área de concentração Botânica Tropical (UFRA-MPEG).

HELENA JOSEANE RAIOL SOUZA Possui graduação em Química Industrial pela Universidade Federal do Pará (1997). Atualmente é Analista B - Embrapa Amazônia Oriental, com especialização em Oleoquímica. Trabalha com Gerenciamento de banco de dados de coleções de Herbário e Xiloteca.

IZABEL PASSOS BONETE Professora Assistente da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO) no departamento de Matemática; Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestais da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO); Graduação em Matemática pela Universidade Federal do Paraná; Mestrado em Educação pela Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO);

JAILTON GARCIA RAMOS Engenheiro de Biosistemas; Mestrando em Engenharia Agrícola; Área de concentração: Irrigação e Drenagem; Universidade Federal de Campina Grande, Departamento de Engenharia Agrícola (Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola) Campina Grande – PB

JANDERSON DO CARMO LIMA Mestre em Solos e Qualidade de Ecossistemas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, membro do Grupo de Pesquisa Manejo de Nutrientes no Solo e em Plantas Cultivadas.

JÉFYNE CAMPOS CARRERA Engenheira Florestal formada pela Universidade do Estado do Pará. Estagiou na Embrapa Amazônia Oriental. Possui experiência em anatomia e sistemática vegetal.

JOAO ANTONIO GALBIATTI Professor da Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus de Jaboticabal/SP; Membro do corpo docente do Programa de Pós-

Graduação em Ciência do Solo e Produção Vegetal da Universidade Estadual Paulista – UNESP – Campus de Jaboticabal/SP; Graduação em Engenharia Agrônômica pela Universidade Estadual Paulista – UNESP – Campus de Jaboticabal/SP; Mestrado em Produção Vegetal pela Universidade Estadual Paulista – UNESP – Campus de Jaboticabal/SP; Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade de São Paulo, USP, campus de Piracicaba/SP; Pós-Doutorado pela Universidade Técnica de Lisboa, UTL, Portugal; Grupo de pesquisa: Resíduos na Agricultura, Manejo sustentável de Bacias hidrográficas; Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível 2.

JORDÂNIO INÁCIO MARQUES Mestre em Engenharia Agrícola (2016), na área de concentração em Construções Rurais e Ambiente pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Graduado em Engenharia Agrícola pela mesma instituição de ensino. Atualmente é membro do Grupo de Pesquisa em Construções Rurais e Ambiente (GCAMB/UAEA/UFCG), sendo Doutorando em Engenharia Agrícola na área de construções rurais e ambiente também pela UFCG, onde desenvolve pesquisas básicas e aplicadas, envolvendo avaliação e modelagem matemáticas de sistemas biológicos, e identificação de padrões nas respostas fisiológicas de animais submetido a condições de estresse térmico.

JORGEANE VALÉRIA CASIQUE TAVARES Possui graduação em Licenciatura Plena em Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (2010), graduação em Ciências Biológicas Bacharel pela Universidade Federal do Pará (2013) e Mestre em Ciências Biológicas, área de concentração Botânica Tropical pela Universidade Federal Rural da Amazônia (2015). E Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Botânica pela Universidade federal do Rio Grande do Sul.

JOSÉ RENATO STANGARLIN Possui graduação em Engenharia Agrônômica pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (1992), mestrado em Fitopatologia pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (1995) e doutorado em Fitopatologia pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (1999). Atualmente é professor Associado C da Universidade Estadual do Oeste do Paraná. É líder do grupo de pesquisa Controles Biológico e Alternativo em Fitossanidade – COBALFI.

JOSICLÁUDIO PEREIRA DE FREITAS Acadêmico do Curso Superior de Tecnologia em Saneamento Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Campus Itaituba (2017). Membro do. Grupo de Pesquisa – CNPq: Meio Ambiente e Saúde na Amazônia, com projeto “Avaliação de contaminação de mercúrio em solos na Região do Tapajós, Amazônia Brasileira”. Tem experiência na área de Ciências Ambientais.

JULIO EDUARDO ARCE Professor Associado I da Universidade Federal do Paraná no Departamento de Ciências Florestais, Professor Permanente do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciências Florestais da Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná (UNICENTRO) e pesquisador da Fundação de Pesquisas

Florestais do Paraná; Graduação em Engenharia Florestal pela Universidad Nacional de La Plata; Mestrado em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Paraná; Doutorado em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Paraná; Bolsista Produtividade em Pesquisa pelo CNPq;

JÚLIO NONATO SILVA NASCIMENTO Docente, Pesquisador e Coordenador de Extensão e Integração do Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará - IFPA, Campus Itaituba (Desde 2010). Técnico em Agropecuária - Colégio Agrícola Caetano Costa, Santa Catarina - PR (1983). Licenciatura em História - Faculdade de Itaituba, Itaituba - PA (2007). Mestre em Desenvolvimento Rural e Gestão de Empreendimentos Agroalimentares IFPA, Campus Castanhal (2016). Doutorando em Geografia Humana - Universidade de São Paulo - USP - São Paulo - SP. Membro do Grupo de Pesquisa - CNPq: Meio Ambiente e Saúde na Amazônia, com projeto "Recuperação de áreas degradadas: uma proposta ambiental a partir de um sistema alternativo na comunidade São João Batista no Município de Itaituba - Pará. Tem experiência nas áreas de Agroecologia, Sistemas Agroflorestais, recuperação de áreas degradadas e Bacias Hidrográficas do Tapajós.

KARINA HENKEL PROCEKE DE DEUS Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestais da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO); Graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO) e Hochschule für Forstwirtschaft (HFR) Rottenburg; Mestrado em Ciências Florestais pela Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO); Bolsista de doutorado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior; E-mail para contato: karinahenkel@gmail.com

KÁSSIO EWERTON SANTOS SOMBRA Graduação em Agronomia pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). Mestrando em Fitotecnia (Fitossanidade) pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Membro do Núcleo de Pesquisa em Citros (NPCitrus) e do Grupo de Estudos em Agricultura Sustentável (GEAS). kassioewerton@hotmail.com

LAINA DE ANDRADE QUEIROZ Graduanda em Agronomia, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

LARISSA DA SILVA PEREIRA Engenheira Florestal formada pela Universidade do Estado do Pará. Estagiou na Embrapa Amazônia Oriental. Possui experiência em anatomia da madeira.

LETICIA ANE SIZUKI NOCITI DEZEM Professora do Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos - UNIFEB e Professora da Fundação Educacional de Ituverava - FEI; Graduação em Engenharia Agrônômica pela Faculdade de Agronomia Dr. Francisco Maeda, FAFRAM, Campus Ituverava/SP; Especialização em Especialização em Engenharia de Segurança no Trabalho pela Faculdades Anhanguera, UNIFIAN; Mestrado em Produção Vegetal pela Universidade Estadual Paulista - UNESP - Campus de Jaboticabal/SP; Doutorado em Produção Vegetal

pela Universidade Estadual Paulista – UNESP – Campus de Jaboticabal/SP; Pós Doutorado em Produção de Sementes pela Bioagri Sementes.

LIZ CARMEM SILVA-PEREIRA Docente, Pesquisadora e Coordenadora de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, do Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará - IFPA, Campus Itaituba (Desde 2010). Bacharelado em Genética e Licenciatura em Ciências Biológicas - UFRN (1995 e 1999). Especialista em Gestão e Planejamento do Desenvolvimento da Amazônia - UFPA (2005), Especialista em Ecologia - UFRN (2000) e Especialista em Perícias Criminais e Ciências Forenses – IPOG (2017). Mestra em Genética e Biologia Molecular - UFRN (1999) com estágio na Universidade de São Paulo (USP). Doutora em Neurociências e Biologia Celular – UFPA (2007), Mutagênese Ambiental e Metais Pesados. Líder do Grupo de Pesquisa – CNPq: Meio Ambiente e Saúde na Amazônia, com projeto “Mutagênese ambiental e Ecotoxicologia de Metais Pesados e Agrotóxicos na Região do Tapajós, Pará, Amazônia Brasileira”. e-Mail: liz.pereira@ifpa.edu.br ou lizcarne@hotmail.com

LUIZA HELENA SILVA DE SOUSA Licenciada Plena em Física pela Universidade Federal do Pará (2003), Especialista em Ensino de Física pela Universidade Federal do Pará (2006). Professora Efetiva do Instituto Federal do Pará - Campus Itaituba. Membro do grupo de pesquisa da Universidade Estadual do Pará - Ciências e Tecnologias Aplicadas à Educação, Saúde e Meio Ambiente, cadastrada no diretório do CNPq. Suas linhas de pesquisa são: Modelagem Ambiental e Ecológica; e Estudos Interdisciplinares em Ciências e Tecnologias e suas interfaces com a Educação, a Saúde, o Meio Ambiente e Física Aplicada. Na Docência Atuo: 1- Curso: Tecnólogo em Saneamento Ambiental, Nível: Superior; Ministrando a Disciplina: Física Aplicada; 2- Cursos: Técnico em Edificações; Técnico em Informática; Técnico em Saneamento; Nível: Médio/Integrado; Ministrando as Disciplinas: Física I; Física II; Física III; e, Física IV. Na Extensão, atuante nos Projetos Experimentoteca - Ciência para Todos; Física no Trânsito & Laboratório Virtual. Na pesquisa, atuamos em Projeto de Pesquisa, financiado pelo CNPQ, intitulado Recuperação de Áreas Impactadas pela Ação Antrópica na Comunidade São João no Município de Itaituba. Na Gestão: Coordenadora do ETEC/Brasil/Pólo: Itaituba.

LUIZ DIAS JÚNIOR Acadêmico do Curso de Agronomia da Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Amazonas. luiz.diasjunior@yahoo.com.br

MANOEL MARIANO NETO DA SILVA Bacharel em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Bolsista do programa Acesso à Terra Urbanizada, atuando no processo de Regularização Fundiária de Interesse Social em municípios do Semiárido Nordeste. Integrante dos grupos de pesquisa Acesso à Terra Urbanizada, Sistemas de Gestão, Saúde e Segurança do Trabalho, Núcleo de Pesquisa de Políticas de Interesse Social: Processo de Regularização Fundiária, Núcleo de

Estudo da Indústria Petrolífera no Semiárido Nordestino e Desempenho das Edificações.

MARCIA ALVES CHAVES Graduação em Tecnologia em Laticínios e Licenciatura em Biologia pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira; Especialista em Ciência de Alimentos, Modalidade Frutas e Hortaliças pela Universidade Federal de Pelotas; Mestrado em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Maringá; Doutorado em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Maringá; e-mail para contato: marcia_alves_chaves@hotmail.com

MÁRCIO ROBERTO KLEIN Professor do curso de Agronomia da Faculdade La Salle, Lucas do Rio Verde – MT; Graduação em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Cascavel, PR; Mestrado em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Cascavel, PR; Doutorado em Irrigação e Drenagem pela Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campina Grande, PB; E-mail para contato: engmarcioklein@gmail.com

MARIANA DE OLIVEIRA PEREIRA Engenheira Agrícola; Mestre em Engenharia de Biosistemas; Especialista em Gestão Ambiental; Doutoranda em Engenharia Agrícola; Área de Concentração: Irrigação e Drenagem; Universidade Federal de Campina Grande, Departamento de Engenharia Agrícola (Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola) Campina Grande – PB

MARTA CESAR FREIRE SILVA Técnica em Química formada pelo IFCE, e Bacharela em Biologia pela Universidade Federal do Pará. Em 1995 entrou na Embrapa Amazônia Oriental onde trabalha como Assistente de Pesquisa.

MAYCON DIEGO RIBEIRO Professor da Universidade Federal do Paraná – UFPR – campus avançado de Jandaia do Sul, Jandaia do Sul, PR; Graduação em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Cascavel, PR; Mestrado em Água e Solo pela Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas – FEAGRI/UNICAMP, Campinas, SP. Doutorado em Irrigação e Drenagem pela Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campina Grande, PB; Grupo de pesquisa: Tecnologias e produção agrícola – UFPR <dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/9566826709308643> E-mail para contato: mribeiro@ufpr.br

NERON ALIPIO CORTES BERGHAUSER Graduado em Administração pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Licenciado em Ensino de Administração pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Especialista em Formação Socioeconômica do Brasil pela Universidade Salgado de Oliveira e Mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina. É docente no DAPRO – Departamento de Engenharia de Produção e coordenador do curso de Engenharia de Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná campus

Medianeira. Atua também como mentoring na Divisão de Empreendedorismo e Inovação - DIEMI - da Incubadora de Inovações da UTFPR campus Medianeira.

NÍVIA BARREIRO Graduação em Engenharia de Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira; Especialização em andamento em Gestão da Qualidade pelo Instituto Graduarte; e-mail para contato: nivia.barreiro@gmail.com

ODAIR JOSÉ KUHN Possui graduação em Agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (2000), mestrado em Agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (2003) e doutorado em Agronomia (Fitopatologia) pela Universidade de São Paulo (2007), pós-doutorado pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Fisiologia e Bioquímica do Parasitismo) (2008). Professor da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE no curso de agronomia.

ORLANDO SAMPAIO PASSOS Graduação em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal da Bahia, UFBA. Especialização em Fitomelhoramento pela University of California System, UC System, Estados Unidos. Pesquisador II da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, EMBRAPA, Cruz das Almas, Bahia. Pesquisador colaborador do Núcleo de Pesquisa em Citros (NPCitrus)

PATRÍCIO GOMES LEITE Mestre em Engenharia Agrícola (2016), na área de concentração em Construções Rurais e Ambiente pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Graduado em Engenharia Agrícola pela mesma instituição de ensino (2013). Atualmente é membro do Grupo de Pesquisa em Construções Rurais e Ambiente (GCAMB/UAEA/UFCG), sendo Doutorando em Engenharia Agrícola na área de construções rurais e ambiente também pela UFCG, onde desenvolve pesquisas envolvendo águas salinas, conforto térmico, confinamento animal, escassez de água e estresse térmico.

POLIANA FERREIRA DA COSTA Professora da UEMS – UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MATO GROSSO DO SUL – Campus Coxim. Graduação em Tecnologia em Gestão Ambiental pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPr. Mestrado em Agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE. Doutorado em Ciência e Tecnologia Ambiental (Em andamento) pela Universidade Federal da Grande Dourados/MS – UFGD. E-mail: poliferreiradacosta@hotmail.com

RAILDA SANTOS DE JESUS Graduanda em Agronomia, bolsista do Programa de Educação Tutorial - PET Agronomia da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

RAÍSA DA SILVEIRA DA SILVA Graduanda em Agronomia, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

RAQUEL LEÃO SANTOS Graduação em andamento em Engenharia Florestal pela Universidade do Estado do Pará – UEPA.

RAYLSON DE SÁ MELO Graduação em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba; Mestrado em Agronomia, em Andamento, pela Universidade Federal da Paraíba; Grupo de pesquisa: Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita CCA / UFPB; E-mail para contato: raylsonmello@gmail.com

RENATO LIMA DANTAS Graduação em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba; Mestrado em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba; Doutorado em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba; Pós-Doutorado em Agronomia, em andamento, pela Universidade Federal da Paraíba; Grupo de pesquisa: Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita CCA / UFPB; E-mail para contato: renato_dantas@hotmail.com.br

RENATO PEREIRA LIMA Graduação em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba; Mestrado em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba; Doutorado em Agronomia, em Andamento, pela Universidade Federal da Paraíba; Grupo de pesquisa: Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita CCA / UFPB; E-mail para contato: renatolima.p@gmail.com

RICARDO DE SOUSA NASCIMENTO Graduação Agroecologia pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba; Mestrado em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba; Doutorado em Agronomia, em Andamento, pela Universidade Federal da Paraíba; Grupo de pesquisa: Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita CCA / UFPB; E-mail para contato: ricardosousapb@gmail.com

ROSANE DOS SANTOS GRIGNET Responsável Técnica dos Laboratórios do Centro Universitário Dinâmica das Cataratas; Graduação em Ciências Biológicas pela Faculdade Anglo Americano; E-mail para contato: ro2grignet@yahoo.com.br

SEBASTIÃO RIBEIRO XAVIER JÚNIOR Possui graduação em Ciências Biológicas Licenciatura pela Universidade Federal do Pará - UFPA (2008). Especialização em Perícia e Avaliação de Impactos Ambientais pelo Instituto de Estudos Superiores da Amazônia - IESAM (2010). Atualmente é professor da Rede Estadual de Ensino (SEDUC-PARÁ) e Analista B da EMBRAPA Amazônia Oriental. Supervisor do Laboratório de Botânica e Co-responsável pelo banco de dados do Herbário IAN (Embrapa Amazônia Oriental), atuando principalmente nos seguintes temas: Botânica Tropical, Meio Ambiente, Coleções Vegetais e Bioinformática.

SHALINE SEFARA LOPES FERNANDES Graduação em Agronomia pela Faculdade Anhanguera de Dourados; Mestrado em Biologia Geral pela Universidade Federal da Grande Dourados; Doutorado em Recursos Naturais pela Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul. E-mail: shaline_sefara@hotmail.com

SILVANDA DE MELO SILVA Professor da Universidade Federal da Paraíba; Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba; Graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal

de Pernambuco; Mestrado em Ciências dos Alimentos pela Universidade Federal de Lavras; Doutorado em Horticultura pela Michigan State University - Michigan - EUA; Pós-Doutorado em Horticultura pela Michigan State University - Michigan - EUA; Grupo de pesquisa: Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita CCA / UFPB; Bolsista Produtividade em Pesquisa pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). E-mail para contato: silvandasilva@gmail.com

SUZANE SILVA DE SANTA BRIGIDA Possui graduação em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal Rural da Amazônia (2014), mestranda em Ciências Biológicas, Botânica tropical no programa de pós-graduação da Universidade Federal Rural da Amazônia/Museu Paraense Emílio Goeldi, na área de botânica estrutural, com ênfase em anatomia vegetal.

THAIS BOTAMEDE SPADONI Graduação em Agronomia pelo Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos, UNIFEB – Campus Barretos; Mestrado em Horticultura pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Campus Botucatu/SP; Doutoranda em Horticultura pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Campus Botucatu/SP; Grupo de pesquisa: Resíduos na Agricultura

UASLEY CALDAS DE OLIVEIRA Graduanda em Agronomia, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, membro do Grupo de Pesquisa Manejo de Nutrientes no Solo e em Plantas Cultivadas.

VERA LÚCIA ANTUNES DE LIMA Engenheira Agrícola; Mestrado em Engenharia Civil; Doutorado em Engenharia Agrícola; Professora Titular da Universidade Federal de Campina Grande; Universidade Federal de Campina Grande, Departamento de Engenharia Agrícola Campina Grande – PB

VITÓRIA EDICLÉCIA BORGES Engenheira Agrícola; Mestranda em Engenharia Agrícola Área de concentração: Irrigação e Drenagem; Universidade Federal de Campina Grande, Departamento de Engenharia Agrícola (Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola) Campina Grande – PB

ZEFA VALDIVINA PEREIRA Professora da UFGD – UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS – Dourados-MS. Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul; Mestrado em Botânica pela Universidade Federal de Viçosa; Doutorado em Biologia Vegetal pela Universidade Estadual de Campinas. E-mail: zefapereira@ufgd.edu.br

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-93243-36-3



9 788593 243363