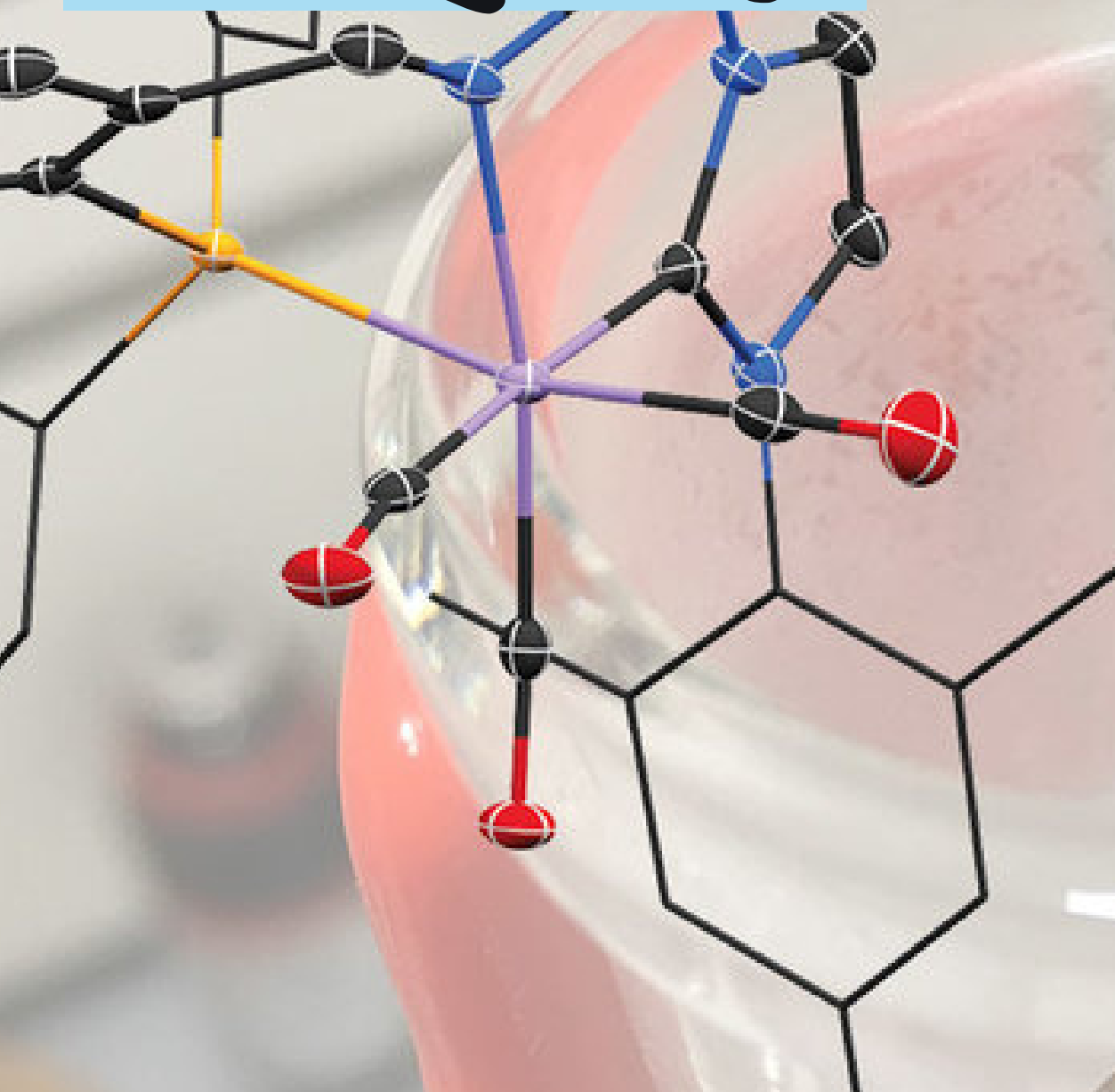


Revista de Engenharia Química e Petróleo

Requer

ANO 03 * EDIÇÃO 1 * DEZ/2023



**TRATAMENTO DE
EFLUENTES POR
TÉCNICA DE MBBR**

**ACADEMIZANDO
VERSÃO ESPECIAL
FOTOS DOS ALUNOS
NA APRESENTAÇÃO
DOS SEUS TRABALHOS
DE CONCLUSÃO DE
CURSO**

NOSSOS DOCENTES

Conheça um pouco mais sobre os
Professores Mauricio Ando e
Francisca de Souza do Depto de
Engenharia da FMU

FMU
CENTRO UNIVERSITÁRIO

**FIAM
FAAM**
CENTRO UNIVERSITÁRIO

Gerente da Escola: Angela T. Ninomia

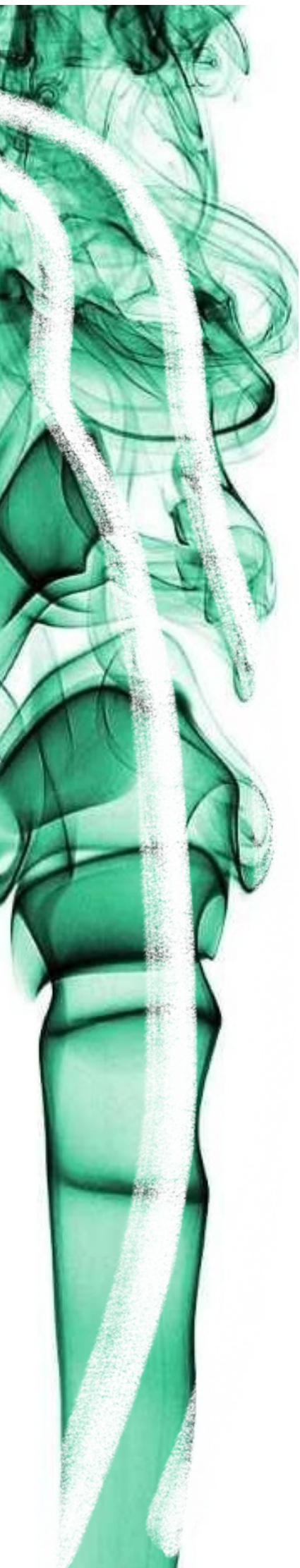
Coordenação: Suely de Medeiros Onofrio Gama

Projeto Gráfico: Suely de Medeiros Onofrio Gama/Jeferson Santos Santana

Contato: jeferson.santana@fmu.br | www.fmu.br

É proibida a duplicação ou reprodução desta revista, no todo ou em parte, sob quaisquer formas ou por quaisquer meios (eletrônico, mecânico, gravação, fotocópia, distribuição na internet e outros), sem permissão expressa da universidade

Todo o desenvolvimento, fotos e imagens utilizadas nesta publicação são de responsabilidade dos seus autores, não refletindo necessariamente a posição da universidade, que apenas patrocina sua distribuição à classe acadêmica. 2023 Centro Universitário das Faculdades Metropolitanas Unidas - FMU. Todos os direitos reservados



*Nosso corpo docente (Professores
Maurício Ando e Francisca Souza)*

04

*Tratamento de efluentes por técnica
MBBR*

06

Sistema Submarino de Manifolds

23

*Viabilidade industrial para produção
do etanol hidrolisado a partir da
casca de soja*

38

*Conhecendo um pouco mais...
Drogas - Aspectos bioquímicos e
terapêuticos*

65

*Entrevista com Profissional - Calixto
Fernandes*

68

SPE Student Chapter

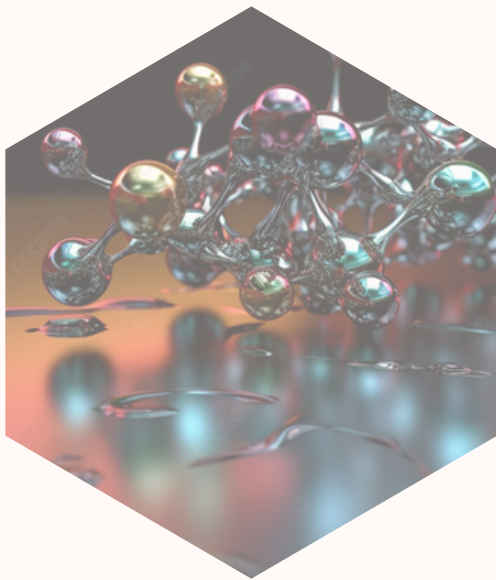
71

Eventos e Atividades

72

Academizando...

76



Nosso corpo docente



Maurício César Sampaio Ando

Sou farmacêutico industrial de formação, leciono desde 2005, adoro lecionar nas minhas áreas de formação: Química e Biologia.

Atualmente além de lecionar na FMU, sou responsável técnico do Laboratório Estratégico de Diagnóstico do Instituto Butantan, onde atuo desde 2010. Lá sou responsável por análises clínicas dos ensaios clínicos das vacinas desenvolvidas pelo Instituto como influenza, SARS-CoV-2, dengue, Chikungunya e Raiva. Tenho muito orgulho de ter atuado na linha de frente no desenvolvimento da vacina CORONAVAC que salvou muitas vidas.

Na FMU procuro trazer um pouco dessa vivência e passar para os alunos a importância do desenvolvimento profissional e pessoal mediante as dificuldades técnicas que todos nós teremos que enfrentar na vida.



Também acredito no poder desenvolvedor da Educação, atuo voluntariamente em cursinho popular para jovens que querem passar em um vestibular para as universidades públicas. A educação é a única porta de entrada para diminuir as desigualdades sociais.

Nas horas vagas gosto de estar com minha família e meu pet Zeus que amo muito, aliás adoro cachorros. O recado que deixo para todos que estão iniciando a vida acadêmica na engenharia ou em qualquer área é dizer que isso é um caminho sem volta, entretanto é um caminho que não se deve voltar mesmo, que é o caminho do conhecimento e do desenvolvimento profissional e de que seu trabalho fará a diferença na vida de muitas pessoas e que nunca pare de estudar e de se desenvolver como profissional e como pessoa.



Nosso corpo docente



Francisca de Souza

Sou uma professora que acredita que a educação tem o poder de mudar vidas. Originária de uma família de recursos limitados, tornei-me a primeira pessoa da minha família a concluir o ensino superior.

Ingressei na Licenciatura em Física na USP aos 17 anos, enfrentando desafios iniciais e, ao longo do curso, descobri a grandiosidade da licenciatura. Apesar das dificuldades, persisti, formei amizades duradouras e estagiei na Estação Ciência, onde a interação com alunos despertou minha paixão pela educação.

Após concluir a graduação, avancei para o mestrado em Geofísica Nuclear na USP e, posteriormente, para o doutorado em Geologia na UNESP de Rio Claro. Concluí as disciplinas, mas não me identifiquei com a pesquisa e o ambiente.

Retornei a São Paulo, ingressando na FMU em 2009, onde ministrei aulas em diversos cursos de graduação e pós-graduação, incluindo Ciência da Computação, Jogos Digitais, Ciências Econômicas, Administração e todas as Engenharias. Desde 2017, sou professora em tempo integral na FMU, atualmente envolvida em auxiliar docentes e coordenadores nas ações relacionadas ao ENADE.

Em 2012, fui chamada para no Banco do Brasil, onde havia prestado um concurso em 2008 e passei a conciliar o cargo bancário com o docente até pedir demissão e dedicar-me exclusivamente à carreira acadêmica em 2015. Além disso, atuei em escolas de ensino fundamental e médio, identificando-me especialmente com os adolescentes.

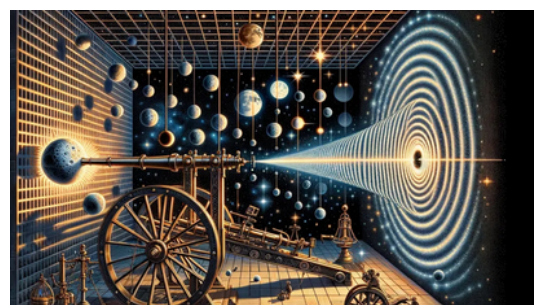
Em 2020 comecei a dar aulas para o curso de Licenciatura em Matemática e busquei uma graduação na área para agregar aos meu currículo e conseguir compreender melhor a Educação Matemática.

Ao ingressar na Física, percebi a predominância masculina, mas ao longo de 25 anos, testemunhei a crescente presença feminina, enriquecendo os campos do conhecimento. Valorizo a diversidade de habilidades e perspectivas que ambos os gêneros podem oferecer.

Além de meu trabalho, aprecio atividades físicas como musculação e Pilates, sou entusiasta de séries (principalmente doramas) e filmes de Marvel e DC. Também desfruto de viagens e passeios com amigos e meu namorado, que também é professor.

Busco envelhecer com saúde física e mental, continuando a aprender com as experiências e permanecendo feliz em qualquer lugar que esteja.

Para aqueles que estão começando na área de engenharia, não desistam de seus sonhos, mesmo diante de desafios. É natural sentir-se incapaz em alguns momentos; permitam-se chorar, mas no dia seguinte, ergam-se e sigam em frente. Sacrifícios temporários serão necessários, mas o futuro reserva recompensas valiosas.



TRATAMENTO DE EFLUENTES POR TÉCNICA MBBR

GEOVANA FERREIRA CARVALHO COSTA

JULIANA SILVA SIMPLICIO

KAIQUE CABRERA DE ALMEIDA

RESUMO

O crescimento agravante, da população em todo o mundo, gerou grandes problemas políticos como o saneamento básico. O maior número de pessoas dentro das metrópoles gerou um acúmulo de resíduos que conseqüentemente são descartados de maneira incorreta nos esgotos, gerando uma alta taxa de contaminação dos efluentes. Foram então, criadas técnicas de tratamento de água que diminuíssem a quantidade de impurezas presentes nos efluentes, uma dessas técnicas é a dos reatores biológicos de leito móvel (MBBR), neste tipo de tratamento são utilizadas as mídias que servem como suporte para o tratamento e criação do biofilme. Esta forma de tratamento vem ganhando muito espaço no setor agrícola como forma de recirculação de água, já que este tipo de tratamento tem características positivas como ser mais compacto, eficiente e ter um menor gasto energético. Podem complementar estações de tratamento habituais.

Palavras chaves: MBBR; tratamento; mídias; biofilme, água, fungos, bactérias, inovação.

INTRODUÇÃO

A água é o elemento mais importante e imprescindível, dado que todos os outros, sejam de origem animal ou vegetal, necessitam dela para serem produzidos. A quantidade disponível dela afeta o avanço de uma região ou país, com consequências diretas na saúde, economia e na cultura da população. A água é um recurso precioso, e ao contrário de outros recursos consumíveis escassos, é utilizada para atender diversas necessidades das sociedades, como as biológicas, econômicas, estéticas etc. A regulação da água tem várias aplicações e é baseada na coexistência de interesses competitivos. Em um território, estes interesses incluem o doméstico, agricultura, geração de energia elétrica, atividades de lazer e ambiental. Dependendo da sua utilização sempre haverá conflito à medida que mais interesses econômicos e sociais estão envolvidos.

O saneamento básico é um tema de grande relevância para a saúde pública e para a preservação do meio ambiente. A falta de acesso à água potável ao tratamento adequado de esgoto e resíduos sólidos pode levar à proliferação de doenças e à contaminação do solo e dos recursos hídricos. No Brasil, o saneamento básico é um direito assegurado pela Constituição, mas ainda há muitas regiões do país que enfrentam problemas na área. A disseminação do mosquito da dengue é um exemplo dos impactos negativos da falta de saneamento básico.

No Brasil existem muitas formas de tratamento de esgoto, como os lagos de estabilização, que são técnicas favorecidas por conta do clima, com baixa efetividade de remoção de matéria orgânica, grande área de atuação e elevada taxa de tempo de conversão. Os processos de lodo ativado, já realizam um tratamento com maior eficácia mais com um maior custo de operação e de controle.

T

Tratando-se de inovações tecnológicas ao saneamento básico, sistemas de gerenciamento de resíduos, tratamento descentralizado de esgoto, tecnologia de tratamento de água, sistemas inteligentes de gestão da água e reúso de água entram em pauta. Estas inovações tornam o saneamento básico mais sustentável, mas para implementá-las é necessário entender as necessidades básicas como educação, em higiene e saneamento, controle de vetores de doenças, drenagem urbana, coleta e tratamento de esgoto e abastecimento de água potável. O acesso à água limpa e saneamento adequado é crucial para as comunidades.

Nesse contexto, a tecnologia de sistema de tratamento de esgoto do tipo

Moving Bed Biofilm Reactors (MBBR) surge como uma das opções disponíveis no mercado para o tratamento de água. Este trabalho tem como objetivo explorar os benefícios do saneamento básico e a tecnologia MBBR como uma das soluções para enfrentar os desafios na área.

METODOLOGIA

Foi realizado um levantamento de referências bibliográficas com base em revisões literárias em artigos científicos, monografias e teses, em bases de dados como Google Acadêmico, Scielo e Periódicos Capes, e o portal da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Foram consultadas publicações nos períodos 1993 a 2022 a partir das pesquisas: conceito de saneamento básico e sua história, planos futuros para o saneamento básico, utilização da água e sua distribuição no mundo, Biofilme e métodos de tratamentos de efluentes.

Saneamento Básico

O fundamento de saneamento básico é a junção de medidas com a pretensão de preservar ou modificar as condições de meio ambiente. É a preservação de doenças e, conseqüentemente, a promoção da saúde, melhorando a qualidade de vida, afetando indiretamente, a produtividade do indivíduo no que tange elementos socioeconômicos e políticos, isto é, o saneamento é um fator social construído através de condições materiais, apropriação e conhecimento da população da presente época (RIBEIRO, 2010).

As principais medidas de saneamento básico incluem o abastecimento de água potável, sendo a distribuição de água limpa e tratada para o consumo humano, evidenciando qualidade e quantidade para o atendimento das necessidades de toda a população, coleta e tratamento de esgotos, aplicáveis as medidas destinadas a recolher e tratar os resíduos líquidos produzidos pelas atividades humanas, de modo a evitar a contaminação da água e do solo e prevenir doenças, coleta e destinação de resíduos sólidos, que é definida pela recolha e destinação de resíduos sólidos produzidos pela atividade humana, incluindo lixo doméstico, resíduos de construção, demolição e resíduos

industriais, controle de vetores e pragas humanas, que são medidas destinadas a prevenir a proliferação de insetos e animais que podem causar doenças como mosquitos, ratos e baratas (SILVA, 2014).

A Figura 1 apresenta uma contextualização histórica envolvendo a evolução do saneamento básico sob uma perspectiva sanitária. Atualmente, há muito a ser feito para garantir que todas as pessoas tenham acesso a esse serviço essencial como o avanço nas últimas décadas é significativo e mostra a importância desse tema para o desenvolvimento humano e social, visto que o sistema acarretou inúmeros benefícios além da promoção da saúde pública, como por exemplo qualidade de vida, reduzindo o risco de doenças e melhorando o bem-estar dos cidadãos, a disposição adequada dos resíduos sólidos contribui para a redução da poluição do ar, do solo e da água, beneficiando também o quesito sustentabilidade ambiental, promovendo a redução da poluição de recursos hídricos, do solo e conservação da biodiversidade (BORJA, 2014).

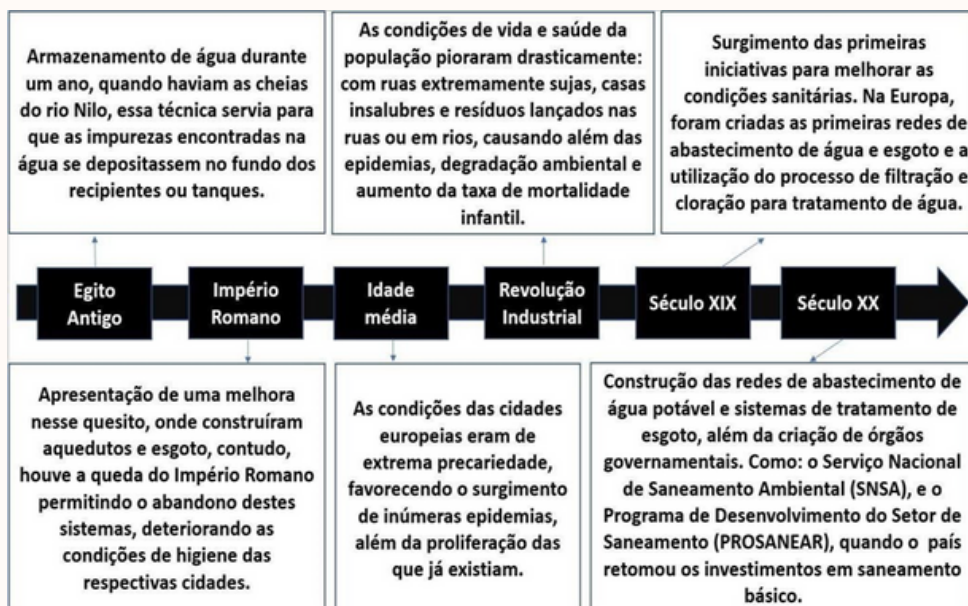


Figura 01 – História do Saneamento Básico

No ano de 2022, a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico prevê que em 2033 aproximadamente 99% dos brasileiros deverão contar com água tratada em suas residências, enquanto 90% deles terão acesso à coleta e o tratamento de esgoto. O PLANSAB (Plano Nacional de Saneamento Básico) estabelece metas, que envolvem Infraestrutura Urbana, Saneamento Rural e Saneamento Estruturante, como demonstrado pelo indicador da Tabela 01 abaixo.

Tabela 01 - Metas do PLANSAB

Indicador	Fonte	Ano	Brasil	N	NE	SE	S	CO
A1 % de domicílios urbanos e rurais abastecidos por rede de distribuição ou por poço de nascente	Censo IBGE	2010	92,6	76,5	83,3	97,8	98,6	96,1
		2017	94,5	84,1	87,5	98,3	99,1	97,2
		2023	96,1	90,7	91,0	98,6	99,5	98,2
		2033	99,0	94,0	97,0	100,0	100,0	100,0
E1 % de domicílios urbanos e rurais abastecidos por rede coletora ou fossa séptica para as excretas ou esgotos sanitários	Censo IBGE	2010	67,0	33,5	45,2	86,9	72,0	52,1
		2017	73,6	35,9	54,3	90,6	78,1	74,8
		2023	80,5	55,1	65,8	92,6	86,0	78,3
		2033	92,0	87,0	85,0	96,0	99,0	84,0
R1 % de domicílios urbanos e rurais atendidos por coleta direta ou indireta de resíduos sólidos	Censo IBGE	2010	87,4	74,3	75,0	95,0	91,6	89,7
		2017	89,6	76,2	79,4	95,8	94,6	92,2
		2023	90,6	78,5	82,0	97,4	95,8	93,6
		2033	95,4	88,1	89,4	99,4	98,7	96,6
D2 % de domicílios não sujeitos a risco de inundações da área urbana	SNIS	2017	96,3	94,8	97,4	96,1	95,6	97,1
		2023	97,0	96,5	98,0	96,5	96,5	98,0
		2033	97,9	98,2	98,7	97,3	97,2	98,7

Fonte: PLANSAB (2022).

Outro fator benéfico para o sistema é o desenvolvimento econômico, pois melhora as condições de saúde pública, reduzindo-se os gastos com saúde, e adicionalmente oportunizando a geração de negócios e empregos na área de reciclagem e tratamento de resíduos (MACHADO, 2021).

Por finalidade, podemos abordar a igualdade social como outro fator benéfico oriundo do sistema pois promove a inclusão social e a equidade entre os cidadãos, a universalização dos serviços de saneamento básico é um objetivo importante para garantir que todas as pessoas possam usufruir desse altruísmo (LEONETTI, 2009).

Com a deficiência do saneamento básico, aumenta-se a incidência de poluição nas águas e o descarte incorreto de lixo em lixões a céu aberto ou em áreas inadequadas resultando na lixiviação de substâncias tóxicas para o solo e águas subterrâneas contaminando assim os corpos d'água próximos (CASTANHETTI, 2017).

Distribuição da água no Mundo

Existem cerca de 1.386 milhões de quilômetros cúbicos de água no planeta, formando oceanos, mares, rios, aquíferos, gelo, neve e vapor d'água. Deste volume 97,5% são de águas salgadas e 2,5% são de águas doces. Dentre as reservas de águas doces, somente 30,5% estão disponíveis como águas subterrâneas e superficiais, enquanto a maior parte 69,5%, está indisponível na forma de geleiras, neves, gelo e permanentemente congelada no subsolo (CLARKE e KING, 2004).

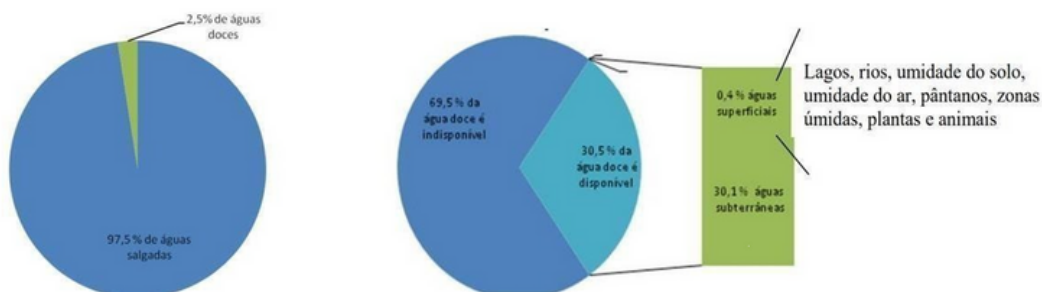


Figura 2: a) Esquerda, Percentual de água doce e salgada; b) Direita, Disponibilidade da água doce no planeta. FONTE: CLARKE e KING (2004)

Segundo a Figura 2, do volume de água doce 30,5% são utilizáveis, sendo que 30,1% são subterrâneas e somente 0,4% são identificados em superfícies formadoras, lagos, pântanos, córregos, zonas úmidas, umidade do ar, umidade do solo, animais e plantas.

A crise no suprimento de água doce no mundo é resultado do baixo percentual disponível e a situação tende a piorar também por conta da poluição hídrica que tem aumentado. A carência de água é um dos principais desafios para o desenvolvimento e uma das razões pelas quais muitas pessoas em países pobres ainda vivem na pobreza. Na grande parte dos locais a agricultura responde pelo maior uso da água (figura 3), sendo responsável pela utilização de 70% de toda água, depois a produção de energia e a indústria gastam 20%, e o uso doméstico de água que é essencial à vida, para beber, preparar alimentos, higiene e banho, permanecendo como o menor percentual da água em relação aos dois anteriores. O mais preocupante é, que parte dessa água é devolvida tão poluída para os mananciais, quando não é mais adequada para o consumo humano (CLARKE e KING, 2004).

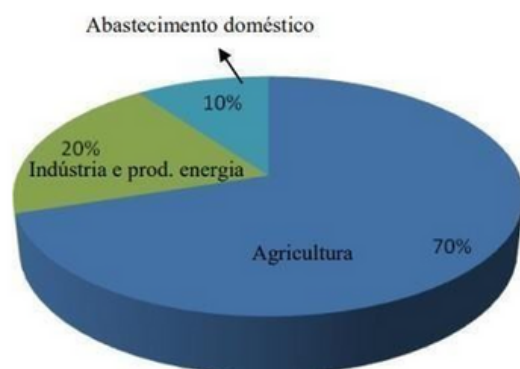


Figura 3: Demanda de água por tipo de uso. Fonte: CLARKE & KING (2004)

Fungos e a água

Encontrados em todos os possíveis habitats, os fungos são ubíquos, hábitos que vão de micro predadores e patógenos a sapróbios e simbiontes (WEBSTER, 2007). Fungos no ar e no solo conseguem alcançar um número alto, podendo assim entrar na distribuição de água por vários locais e vice-versa (GONÇALVES, 2006). Segundo Paterson e Lima (2005) os fungos hifomicetos são encontrados naturalmente em águas em geral, mas não possuem relação com os problemas causados por fungos na água, exceto por um aumento ocasional de indivíduos. Os fungos zoospóricos são abundantes no filo Chytridiomycota, mas existem outros fungos do reino Eumycota que podem ser encontrados em diferentes ambientes, como ar, solo, matéria orgânica, entre outros, e conseguem entrar nos sistemas de

água por diversas vias, apesar de serem ambiente considerado (HAGESKAL, 2009). Nos sistemas de distribuição, as bactérias e fungos sobrevivem e se multiplicam tanto nas superfícies em biofilmes quanto nos sedimentos, especialmente em temperaturas mais altas ou onde o fluxo é limitado. Os fungos detectados na água podem ser de origem externa e a maioria pode passar transitoriamente como esporos. Para que este esporo sobreviva, será necessário que ele tenha a habilidade de suportar uma variedade de condições até encontrar um ambiente propício (KINSEY, 2003).

Kelley (1997) descreve que é possível que os fungos se desenvolvam em sistemas de abastecimento e em todas as categorias de água, desde água bruta até águas tratadas, engarrafadas, ultrapuras ou destiladas, mesmo as mais contaminadas.

O crescimento aderido pode ser encontrado em superfícies, nos biofilmes dentro das

canalizações, em detritos ou sedimentos e mais provavelmente se estabelecem onde haja rachaduras, corrosão e áreas mortas e fim de rede. Para entender como os fungos sobrevivem na água, é necessário conhecer as características desse ambiente e os fatores que a afetam, como pH, temperatura, cloro residual, entre outros.

Amostras de água coletadas em praias brasileiras, apresentaram crescimento em cultura de três tipos de fungos patogênicos diferentes, sendo eles transmitidos por vias aéreas, contato com a pele e ingestão DE SOUZA (2019).

Biofilme

De acordo com Lens (2003) os biofilmes se formam naturalmente em superfícies sólidas que estão em contato com a água não esterilizada, eles são definidos como membros de células de microrganismos agrupados em uma matriz autoproduzida de substâncias de polímeros extracelulares (EPS). São compostas especialmente por polissacarídeos de estruturação e interação entre os microrganismos, proteínas e enzimas extracelulares, DNA extracelular, ácidos nucleicos, lipídios que confirmam as propriedades hidrofóbicas e água para a proteção contra a dessecação, formando um sistema biológico com nível alto de organização onde bactérias formam comunidades funcionais, estruturadas e coordenadas. O crescimento do biofilme passa por diversas etapas, sendo que uma das condições necessárias é a fixação das células microbianas na superfície sólida. Diversos fatores físico-químicos auxiliam para esse processo de aderência, sendo eles a hidrofobicidade da superfície sólida e da superfície celular, presença de polímeros extracelulares e carga elétrica da superfície bacteriana, os polímeros extracelulares, não são apenas importantes para o processo de aderência, mas também determinam a estrutura do biofilme.

Restos celulares e produtos extracelulares de atividades hidrolíticas também fazem parte da matriz do biofilme, juntamente com exopolímeros (componentes da matriz polimérica, liberados pelas células microbianas, incluindo: lipopolissacarídeos (LPS), lipídeos, polissacarídeos, proteínas, glicoproteínas, entre outros), e essa matriz é capaz de realizar a absorção de partículas e substâncias químicas (figura 4).

Microrganismos que crescem relacionados às comunidades de superfície denominadas biofilmes são fisiologicamente distintos daqueles que crescem no meio líquido. A proporção em que as células bacterianas se adaptam nessas comunidades, elas exibem traços genéticos que são diferentes daqueles expressados em crescimento planctônico (STEWART, 2008). Durante alguns estágios do desenvolvimento, quase 50% do proteoma pode ser produzido distintamente daquele comparado com as mesmas células na cultura planctônica.

Na superfície sólida, o biofilme pode crescer em camadas uniformes ou em aglomerados descontínuos, não necessariamente planos. A textura da superfície influencia a hidrodinâmica do fluxo, o transporte de massa do líquido próximo para o interior do biofilme e o desprendimento de biomassa por atrito (BISHOP, 2007).

Estudando a termodinâmica do fenômeno de adesão entre um microrganismo, uma bactéria e uma superfície sólida em solução aquosa e considerando que a barreira de energia imposta pelas interações repulsivas é superada, passando as interações de curto alcance a assumir um papel dominante na interação total. As interações polares e apolares são as únicas consideradas na energia livre total.

A teoria da termodinâmica indica que a adesão será benéfica caso a interação leve a uma diminuição da energia livre total, como expresso na equação de Dupré:

$$\Delta G_{adesão} = \gamma_{bs} - \gamma_{bl} - \gamma_{sl}$$

Em que:

γ_{bs} – *tensão interfacial bactéria/superfície de adesão;*

γ_{bl} – *tensão interfacial bactéria/líquido;*

γ_{sl} – *tensão interfacial superfície de adesão/líquido.*

O filme bacteriano se desenvolve em um processo de cinco etapas, conforme descrito por Stoodley (2002). Figura: aderência das células à superfície (1); produção de EPS (2); que leva a uma aderência “irreversível” (3); maturação da arquitetura do biofilme (4); e dispersão de células individuais (5).

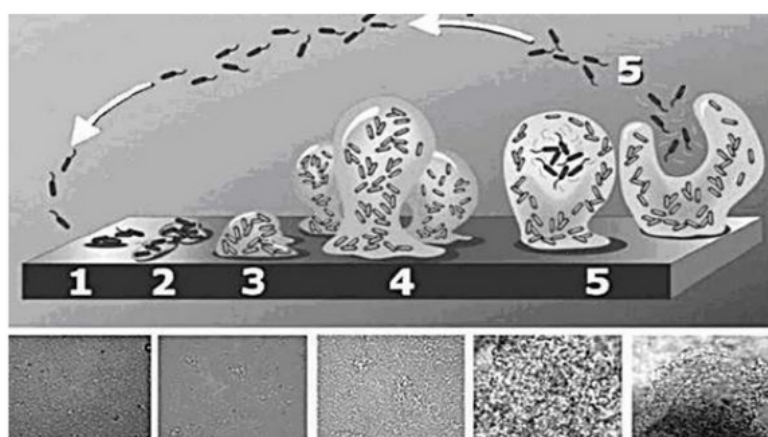


Figura 4: Desenvolvimento do biofilme. Fonte: STOODLEY (2002)

O processo difusional junto com a atividade metabólica das células, torna-se em gradientes de concentrações de nutrientes, compostos sinalizantes e excreção de metabólicos. Conforme as bactérias respondem a esses gradientes de concentrações de nutrientes, elas se adaptam às condições locais, que podem mudar à medida em que se desenvolve o biofilme. Com isso, o biofilme exibe considerável heterogeneidade estrutural, química e biológica (STOODLEY, 2002).

Métodos de Tratamento de Efluentes

A poluição das águas superficiais é ocasionada, frequentemente, através da emissão direta ou indireta de efluentes domésticos e industriais, não tratados ou tratados de forma inadequada (TERRA, 2016). Grande parte das nações desenvolvidas conseguiram vencer obstáculos relacionados à poluição hídrica e estão aprimorando o controle de poluentes e seus efeitos em ecossistemas delicados. (OLIVEIRA, 2006). Em países em desenvolvimento, os efluentes domésticos e industriais não recebem o tratamento primário, antes de serem lançados nos corpos hídricos, transportando matéria orgânica e poluentes, sendo os principais responsáveis pela poluição e pela eutrofização destes ambientes (ZANINI, 2009).

O processo da eutrofização é desencadeado pelo aumento das concentrações de nutrientes, sendo eles fósforo e nitrogênio, nos ecossistemas aquáticos. O aparecimento desses nutrientes, a multiplicação exagerada de algas pode trazer uma série de efeitos danosos à qualidade da água e ao meio ambiente, tais como: redução do oxigênio dissolvido no meio aquático, mortalidade de peixes, odor e sabor desagradável, mudanças na biodiversidade aquática, comprometimento da água destinada ao abastecimento público, entre outros (GALLI; ABE, 2010; PÉREZ, 2015; POÇAS, 2015).

Uma maneira de gerenciar e reduzir a entrada de poluentes e nutrientes nos ambientes aquáticos, e assim minimizar o processo de eutrofização, é a melhoria no saneamento básico e a implementação de sistemas de tratamento de efluentes, para diminuir os danos causados ao ambiente (BRANDÃO, 2008, SOUSA, 2015).

As Resoluções CONAMA nº 357/2005 e nº 430/2011 no Brasil tratam sobre a classificação e enquadramento dos corpos de água definem condições e padrões característicos para o lançamento de efluentes nos corpos hídricos receptores, com o intuito de controlar e garantir a qualidade da água. As estações de tratamento de esgoto (ETES) devem manter os parâmetros dos efluentes dentro dos limites estabelecidos pelas resoluções (POÇAS, 2015).

Normalmente, o processo de tratamento de efluentes em uma ETE, é realizado seguindo quatro níveis (VON SPERLING, 1996):

• Tratamento preliminar: visa remover os sólidos grosseiros através de mecanismos físicos, além de proteger as unidades de tratamento subsequentes, impedindo a sua obstrução e entupimento. Normalmente é feito através de unidades de gradeamento.

- Tratamento primário: objetiva a retirada dos sólidos sedimentáveis, e por consequência, parte da matéria orgânica, através de mecanismos físicos. Neste tratamento são utilizadas lagoas anaeróbias/reatores anaeróbios ou decantadores primários.
- Tratamento secundário: procura remover a matéria orgânica em suspensão fina, que não foi removida no tratamento primário, e provavelmente alguns nutrientes, como o nitrogênio e fósforo. Lagoas de estabilização e estabilização facultativas e aeróbias pertencem a este nível de tratamento.
- Tratamento terciário: tem como prioridade remover poluentes não biodegradáveis e tóxicos, organismos patogênicos e a retirada complementar de poluentes que não foram suficientemente depurados no tratamento secundário.

Como principal objetivo a ser alcançado dentro das ETES, é a redução e depuração das substâncias orgânicas e inorgânicas, sendo a carga de microrganismos patogênicos (OLIVEIRA, 2017). Portanto, em seguida de ser tratado, o efluente pode ser lançado no corpo hídrico receptor sem causar danos à saúde ambiental aquática, e conforme os parâmetros físico-químicos e microbiológicos sugeridos pela legislação em vigor. Mas, em muitos casos, isso não ocorre, principalmente devido à falta de fiscalização (TERRA, 2016). Mesmo com os investimentos e melhorias feitos no setor de saneamento, apenas 46,3% do esgoto gerado no Brasil recebe tratamento, muitas vezes incompleto e sem o tratamento terciário (SNIS, 2018). Os efluentes industriais e domésticos que precisam ser descartados passam por processos de tratamento, com o objetivo de evitar prejuízo ao meio ambiente e à saúde da fauna e da população. Cada tipo de efluente possui um método de tratamento adequado e tais métodos podem ser descritos em três principais grupos: tratamento físico, químico e biológico, (JERÔNIMO, 2010; ver tabela 02). Embora apresentem diferenças, é possível combinar os tratamentos em diversos casos, como, por exemplo, realizar o tratamento biológico mesmo em efluentes industriais que já passaram pelos processos físico e químico. Este procedimento torna-se uma maneira ainda mais segura de garantir o cumprimento da legislação ambiental (PERALTA, 2014).

Tabela 02: Comparativo entre os tratamentos dos efluentes.

Tratamentos	Descrição	Vantagens	Desvantagens
Físico	Uso de grades, peneiras, caixas separadoras de gorduras, desarenadores e flotação.	Separação de sólidos em suspensão e de fundo, além de óleos e gorduras.	Não trata substâncias químicas e sólidos dissolvidos.
Químico	Uso de produtos químicos para a remoção de poluentes por meio da alteração da composição das moléculas deles.	Remover material coloidal, cor, turbidez, odor, óleos, metais pesados, correção do pH.	Alto consumo de produtos químicos.
Biológico – digestão aeróbia	Uso de bactérias heterotróficas aeróbicas e facultativas e aeração forçada para remoção de material orgânico.	Alta taxa de remoção de matéria orgânica; reduzindo risco de emissão de odor.	Necessita de área extensa para implantação e alto custo energético.
Biológico – digestão anaeróbia	Uso de bactérias anaeróbicas para remoção de matéria orgânica e substâncias químicas diversas.	Baixo custo energético; menor área de implantação; tratamento de altas concentrações de material orgânico e baixa produção de Iodo; produção de biogás (CH ₄ e H ₂) para uso energético.	Necessidade de temperatura relativamente alta; lenta taxa de crescimento das bactérias produtoras de CH ₄ ; risco de emissão de odor.

Fonte: JESUS ANDRÉ, 2023.

Tratamento Físico

O tratamento físico consiste na remoção de contaminantes sólidos, sólidos em suspensão, óleos, gorduras, areias, entre outros que sejam flutuantes e que possam realizar separações físicas. Neste processo, são utilizados o gradeamento, peneiramento, caixas separadoras de óleos e gorduras, desarenadores e flotação (BRAILE & CAVALCANTI, 1993)



Figura 5 – Tratamento físico por meio de grades.

Fonte: SANTOS(2012)

Tratamento Químico

O tratamento químico depende do uso de produtos específicos em seu processo para remoção dos poluentes pela alteração de sua composição molecular. E com isso, esse processo é capaz de remover material coloidal, cor, turbidez, odor, óleos e metais pesados, esse processo também tem a capacidade de neutralizar ácidos e álcalis (BRAILE & CAVALCANTI, 1993).

Os processos químicos mais comuns aplicados, são: floculação, precipitação, cloração, oxidação, redução, correção do pH e condicionamento químico do lodo. (ver figura 6) Estes processos podem utilizar os seguintes métodos: a) a clarificação química que remove a matéria orgânica coloidal, em especial os coliformes fecais; b) a eletrocoagulação que remove a matéria orgânica, em especial os compostos coloidais, corantes e óleos/gorduras; c) a precipitação de fosfatos e outros sais que removem os nutrientes por meio da adição de coagulantes químicos contendo ferro e/ou alumínio; d) cloração e oxidação (por meio de ozônio) para desinfecção de microrganismos; e) redução do cromo hexavalente; f) oxidação de cianetos; g) precipitação de metais tóxicos e h) trocas iônicas (ROCHA, 2013).

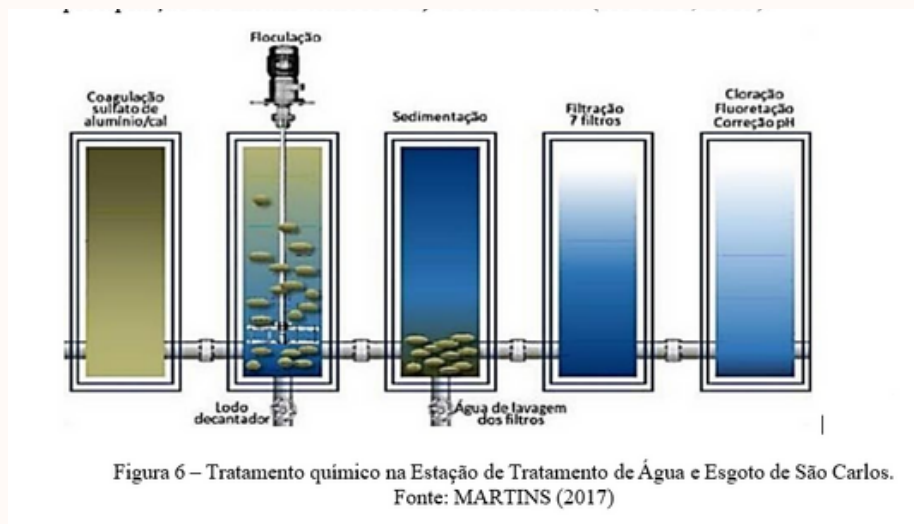


Figura 6 – Tratamento químico na Estação de Tratamento de Água e Esgoto de São Carlos.
Fonte: MARTINS (2017)

Tratamento Biológico

O tratamento biológico é um processo por meio de microrganismos e bactérias que consomem a matéria orgânica poluente por meio do seu metabolismo respiratório, seja ele aeróbio ou anaeróbio (BRAILE & CAVALCANTI, 1993).

Tratamento aeróbio

O tratamento biológico aeróbio consiste no uso de microrganismos (heterotróficos, aeróbios e facultativos) que degradam as substâncias orgânicas através de processos oxidativos, que necessitam de oxigênio. Este processo, o efluente precisa ser submetido às adequadas temperaturas e ter um pequeno controle do pH e oxigênio dissolvido.

Os processos aeróbios podem ser classificados pela forma de crescimento dos microrganismos: a) crescimento aderido (filtros percoladores e contactores biológicos rotatórios) ou b) crescimento não aderido (tanques ou lagoas, ambos de aeração forçada – ver figura 7). Em outro caso, o efluente é encaminhado para as lagoas de decantação, onde o material sólido, como por exemplo, os flocos biológicos, decantam-se e formam lodo de esgoto (BRAILE & CAVALCANTI, 1993). Estes processos aeróbios de tratamentos diminuem as elevadas concentrações da Demanda Química de Oxigênio (DQO); uma das funções mais importantes é a capacidade de nitrificação de elevadas concentrações de N-amoniacal, pela ação de intensa aeração na planta de tratamento. De outro modo, o ponto negativo é o alto custo energético devido à necessidade de movimentação de grande massa líquida, tal como a quantidade de lodo gerado durante o tratamento (normalmente até cinco vezes superiores ao lodo gerado no tratamento anaeróbio). Os resíduos tratados nesse método são os comumente advindos das caixas de gordura e fossas sépticas, dos aterros sanitários (chorume) e das empresas que geram efluentes industriais biodegradáveis (BRAILE & CAVALCANTI, 1993).



Tratamento Anaeróbico

O tratamento anaeróbio é um processo biológico que trata resíduos com alta carga orgânica e que produz dióxido de carbono (CO₂) e o metano (CH₄) por meio das reações químicas na ausência de oxigênio. A quantidade de biogás produzida obtida depende principalmente da tecnologia para digestão e dos substratos, e a produção destes gases pode ser realizada com diferentes tipos de substratos (EPE, 2020; DINCER, 2012).

De acordo com Chernicharo (2000), a rota metabólica do tratamento anaeróbio pode ser dividida em quatro etapas. As etapas, são as seguintes:

- Hidrólise: O primeiro passo no processo é a hidrólise na qual as bactérias atacam as partículas orgânicas mais complexas (carboidratos, proteínas e lipídios), transformando-as em materiais dissolvidos mais simples (açúcares, aminoácidos e peptídeos). Quando a matéria orgânica é complexa e difícil de degradar, a hidrólise tem responsabilidade na velocidade da taxa global de degradação sendo a etapa limitante da reação.

- Acidogênese: O segundo estágio do tratamento consiste na digestão anaeróbica por meio de bactérias acidogênicas que transformam os produtos da hidrólise em ácidos orgânicos de cadeia pequena (ácido fórmico, ácido acético, ácido propiônico, ácido butírico, ácido valérico), álcoois, óxidos de nitrogênio, CO₂ e H₂.





- Acetogênese: É uma etapa crítica do processo e realizada por bactérias acetogênicas. Durante esta fase, os ácidos de cadeia mais longa são convertidos em ácidos fórmico e acético enquanto ocorre a produção de CO₂ e H₂. Sendo a produção de acetato (composto derivado do ácido acético) extremamente influenciada pela concentração de H₂, quanto maior a concentração de hidrogênio menor será o pH, e conseqüentemente, menor a produção de acetato. Ainda, o acúmulo de ácidos orgânicos inibe a ação das bactérias metanogênicas, atrapalhando a geração de biogás na próxima etapa.

MBBR

O método de tratamento de efluente por técnica MBBR, surgiu da necessidade de criação de uma nova técnica de tratamento de efluentes para conter o controle da poluição de um vilarejo em uma cidade norueguesa. Esse método, visava a eliminação de compostos orgânicos e de impurezas indesejadas na rede de abastecimento de água da região. Após a criação e utilização desse novo método, foram apresentadas melhorias significativas nas amostras coletadas, havendo uma redução de nitrogênio e fósforo encontradas (RUSTEN, 2006). Segundo a Agência Nacional das Águas e o Ministério das Cidades, no ano de 2016 havia apenas seis estações de tratamento dentro dos municípios que utilizavam essa tecnologia. Esse método utiliza técnicas de aeração de pequenas peças de polietileno (mídias) que tem a capacidade de flutuação por terem uma densidade ligeiramente menor que a água, fazendo assim que permaneça em movimento constante por serem liberadas em leitos móveis. Logo tendo uma alta eficiência por terem alta disponibilidade de área para atuação, gerando uma elevada taxa de conversão de compostos nitrogenados e decompondo maior número de matérias orgânicas. A melhora de desempenho é significativa e imediata já que o processo permite o aumento da carga e melhor nitrificação comparada ao sistema de LA (FALÅS, 2013). A primeira utilização de meios suportes para tratamento de água em reatores foi em 1870, onde uma pedra foi alocada em um reator para criação de biofilme (O'REEILLY, 2008). A alta demanda e procura de tratamento de efluentes por tecnologia MBBR, fez com que empresas se dedicassem a criação e produção de diferentes tipos de meio suporte, gerando uma grande variedade de produtos no mercado.

Segundo SOUZA, Flavia (2019), o bom desempenho de um reator depende da formação estável do biofilme, logo o meio suporte que será utilizado irá impactar no tratamento. Determinados tipos de microrganismos necessitam de um habitat adequado para o desenvolvimento, logo o meio suporte utilizado deve conter espaço suficiente para o crescimento dos microrganismos.

Tabela 03 – Modelo e características de diferentes meios suporte

Fabricante	Nome	Área Superficial Específica	Dimensões (profundidade; diâmetro)	Fotografia do suporte
Veolia Inc.	AnoxKaldnes™K1	500 m ² /m ³	7 mm; 10 mm	
	AnoxKaldnes™K3	500 m ² /m ³	12 mm; 25 mm	
	AnoxKaldnes™Biofilm Chip (M)	1.200 m ² /m ³	2 mm; 48 mm	
	ActiveCell™920	680 m ² /m ³	15 x 15 x 10 mm	

A utilização de tratamento via MBBR apresentaram algumas vantagens e desvantagens comparadas a formas de tratamentos de esgoto convencionais Oliveira (2013) e Almada (2012), como descrito no Quadro 2.

Com a utilização do MBBR outros processos foram sendo adicionados visando a melhoria da água obtida no final do processo, como o a etapa de nitrificação e desnitrificação pós-anóxica. Essas etapas geravam condições de processos diferentes as utilizadas e diferentes rendimentos. Segundo Bengtson (2015), o tratamento MBBR tem melhor desempenho em escala de tempo médio de retenção hidráulica no fluxo médio de água residual compara ao processo MBBR de nitrificação em estágio único, porém o processo de nitrificação necessita de um menor volume mínimo de transportador e de tanque que o processo MBBR convencional, pelo processo de nitrificação exigiu uma quantidade menor de biofilme formado para realização da alcalinidade.

AqWise	ABC5™	650 m ² /m ³	12 mm; 12 mm	
Entex echnologies, Inc.	Bioportz™	589 m ² /m ³	14 mm; 18 mm	
Siemens Water Technologies Corp.	CM-10D™	750 m ² /m ³	9 mm; 13 mm	
Biowater Technology	BWT15™	828 m ² /m ³	15 x 15 x 5 mm	
Biowater Technology	BWT15™	828 m ² /m ³	15 x 15 x 5 mm	
	BWTX™	640 m ² /m ³	15 x 15 x 10 mm	
Poluição zero	PZE	614 m ² /m ³	15 x 26 mm	
AMBIO	MOD940	687 m ² /m ³	25 x 25 mm	

Fonte: MCQUARRIE e BOLTZ (2011)

Relações positivas sobre uso do MBBR	Consequências do uso do MBBR
Redução de espaços, já que o sistema pode ser aplicado em reatores convencionais;	O elevado custo das mídias, elas são objetos patenteados gerando uma restrição no mercado;
Minimização de custos com obras;	
Adaptação de ETEs antigas para complementação na forma de tratamento;	
alta resistência às condições extremas dos efluentes, como temperatura, pressão e pH da água;	
Apresenta maior efetividade energética, comparada à biorreatores em leito fixo;	A alta taxa de colisões das biomídias com as hélices do sistema fazem com que a realocação do material necessite uma frequente troca;
Melhor escoamento.	
Maior estabilidade em casos de sobrecargas;	
Apresenta maior facilidade de sedimentação do que a técnica de lodo convencional;	

inovações envolvendo MBBR

A utilização do MBBR vem tendo grande nicho de aplicações, como em tratamento de águas para abastecimento, descontaminação de efluentes para uso em indústrias, fazendas e criações de peixes (ØDEGAARD, 2004). Referente ao tratamento de matéria orgânica os reatores podem receber cargas três vezes maiores e ocupando um menor espaço, comparado aos reatores de lodos ativado (CANLER, 2010). Sendo mais viável sua utilização dentro das indústrias e para sistemas de irrigação em fazendas agrícolas, vendo em conta que nesses processos a água é utilizada em grande quantidade. A água utilizada nesse processo serve para a produção e crescimento de alimentos como frutas, verduras e legumes, já nas indústrias, sua utilização tem por objetivo controlar a temperatura de máquinas e peças.

Segundo a revista GWI, (2020) 39-24, vem surgindo outras novas técnicas de tratamento de efluentes no mercado como o Lodo Granular Aeróbico, que promete as mesmas vantagens de MBBR, porém sem a utilização das mídias, um ponto crítico negativo é que tem uma menor área de superfície, isso faz com que a procura de MBBR no mercado seja ainda maior.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a realização deste trabalho, foi possível compreender a importância do saneamento básico para a saúde e o bem-estar da população. O acesso a serviços de abastecimento de água potável, coleta e tratamento de esgoto e gerenciamento adequado de resíduos é fundamental para prevenir doenças, promover a qualidade de vida e preservar o meio ambiente. Nesse aspecto, é fundamental adotar abordagens integradas e sustentáveis no planejamento e na implementação de projetos de saneamento básico. Isso envolve a coordenação entre os setores de água, esgoto e resíduos sólidos, a consideração de fatores sociais, ambientais e econômicos, e a busca por soluções inovadoras e de baixo impacto ambiental.

Nesse contexto, introduzimos a técnica altamente eficiente para o tratamento de efluentes

– MBBR. Ao utilizar um biofilme em movimento como suporte para a biomassa, o sistema promove uma alta taxa de remoção de matéria orgânica, nutrientes e poluentes presentes no efluente, resultando em uma qualidade superior da água tratada. Uma das principais vantagens do MBBR é sua flexibilidade e adaptabilidade a diferentes tipos de efluentes. O sistema pode ser facilmente ajustado e modulado para lidar com variações de carga orgânica, concentração de nutrientes e composição do efluente. Essa capacidade de adaptação torna o MBBR uma opção viável para diferentes setores industriais e estações de tratamento de águas residuais municipais.

É importante mencionar os desafios e as oportunidades relacionadas ao uso do MBBR. Embora seja uma tecnologia bem estabelecida, existem áreas em que o aprimoramento e a pesquisa contínua podem ser explorados, como a otimização dos processos de aeração, controle de biofilme e maximização da remoção de nutrientes específicos. Além disso, a aplicação do MBBR em combinação com tecnologias emergentes, como a remoção de micropoluentes, pode abrir novas possibilidades para aprimorar ainda mais a eficiência do tratamento, se as interfaces que incluem a população e o governo, estiverem com o mesmo objetivo.

REFERÊNCIAS

- IAARON, T. W. 2010. *Sharing Water, Sharing Benefits: working towards effective transboundary water resources management*. Paris: Unesco Cld.
- ARAÚJO, E. A. Aspectos Coloidais da Adesão de Micro-organismos. *Quim. Nova*, v.33, n.9, 2010.
- BENGTON, H. H. *Biological Wastewater Treatment Processes II: MBBR Processes*. New York, United States: CED engineering, 2015.
- BORJA, P. C. Revisitando o Conceito de Saneamento Básico no Brasil e em Portugal. *Revista do Instituto Politécnico da Bahia*, n.20-E, p.5-11, Jun 2014.
- BRAILE, P. M.; CAVALCANTI, J. E. W. A. *Manual de Tratamento de Águas Residuárias*. São Paulo: CETESB, 1993.
- BRANDÃO, E. T. P. *Cianobactérias e saúde pública no Brasil*. 2008. 76f. Dissertação (Mestrado em Biologia Humana e Meio Ambiente). Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa, 2008.
- CASTANHETTI, F.J. *A Falta de Sistemas de Tratamento de Esgoto Doméstico em Zona Rural e suas Consequências*. Universidade do Sul de Santa Catarina, Itajaí, 2017.
- CHERNICHARO, C.A.L. *Reatores Anaeróbios. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias)*. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Minas Gerais. 1ª ed. 2ª reimpressão. Belo Horizonte: UFMG, 2000.
- CLARKE, R., King, J. 2004. *The Atlas of Water: mapping the world's most critical resource*. Londres: Earthscan Publications Ltd, 2004.
- DE SOUZA, F. V. R., LEITO, D. D. R. B. C., & ANAERÓBIO, M. N. P. D.
- R. MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.
- DE SOUZA PEREIRA, Luan Filipe et al. Avaliação da presença de fungos no ar, água e areia de duas praias de Outeiro, Pará, Brasil/Evaluation of the presence of fungi in the air, water and sand from two beaches at Outeiro, Pará, Brazil. *Brazilian Journal of Health Review*, v. 2, n. 5, p. 4174-4187, 2019.
- FALÁS, P. et al. "Micropollutant removal by attached and suspended growth in a hybrid biofilm-activated sludge process". *Water Research*, v. 47, n. 13, p. 4498-4506. 2013.
- ØDEGAARD, H. "State of the art in Europe of the Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR) process". WEFTEC. Anais. 2004
- GALLI, C. S.; ABE, D. S. *Águas do Brasil: análises estratégicas*. São Paulo: Instituto Botânica, 2010.
- HAGESKAL, G., Lima, N., Skaar, I. 2009. *The study of fungi in drinking water*. *Mycological research* 113: 165-172.
- HERNÁNDEZ, M.; RODRÍGUEZ, M. Hydrogen production by anaerobic digestion of pig manure: Effect of operating conditions. *Renewable Energy*, 53, 18792, 2013. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2012.11.024>.
- JERÔNIMO, C. E. M. *Estudos de técnicas para o tratamento alternativo de efluentes oleosos oriundos da industrialização da castanha de caju*. 148f. Tese de Doutorado (Engenharia Química) Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 2010.
- KELLEY, J. 1997. Identification, significance, and control of fungi in water distribution systems. In: *Water Quality Technology Conference Proceedings*. Denver, CO. Public American Water Works Association, 1-20.
- KINSEY, G. Paterson, R., Kelley, J. 2003. Filamentous fungi in water systems. In: Mara, D., Horan, N. (eds) *Handbook of Water and Wastewater Microbiology*. Academic Press, pp 77-98.

REFERÊNCIAS

- LENS, P. et al. (2003). *Biofilms in medicine, industry, and environmental biotechnology – characteristics, analysis, and control*. London: IWA.
- LEONETI, A.B. *Saneamento Básico no Brasil: Considerações sobre Investimentos e Sustentabilidade para o Século XXI*. *Revista de Administração Pública*. Jul, 2009.
- LIU, Y, Xu HL, Yang SF, Tay JH. *Mechanisms and models for anaerobic granulation in upflow anaerobic sludge blanket reactor*. *Water Res.* 2003;37:661–73.
- MACHADO, G. C. X. M. P. *O Comum e os Desdobramentos na Economia Solidária a Partir do Saneamento Básico*. Universidade Federal do Rio de Janeiro. v.30, n.1, 2021.
- MARTINS, A. L. N. *Estudo da variação de concentração de cloreto de sódio no processo de eletrocoagulação aplicado ao tratamento de água*. 2017. 80f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná. 2017.
- OLIVEIRA, K. M. P.; et al. *Efficiency analysis of the Australian Wastewater Treatment System in a pig slaughterhouse*. *Biosci. J., Uberlândia*, v. 33. n. 1, p. 183-192, 2017.
- OLIVEIRA, S. M. A. C. *Análise do desempenho e confiabilidade de Estações de Tratamento de Esgoto*. 2006. 232f. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos). Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2006).
- PAROLIN,
- PATERSON, R.R.M., Lima N. 2005. *Fungal contamination of drinking water*. In.: Lehr J, Keeley J, Lehr J, Kingery TB (Eds.) *Water Encyclopedia: Water Quality Control*. New Jersey, Hoboken.
- PERALTA, A.H. *Tratamento de efluente de indústria alimentícia por processos físico- químicos e biológicos*. 2014. 75f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2014.
- PÉREZ, M. J. *Biofilme e Macrófitas como Ferramenta de Biorremediação em Ecossistemas Aquáticos e Tratamento de Esgotos*. 2015. 164f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2015.
- PLANSAB. *Metas PLANSAB, 2022*. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/plansab>.
- POÇAS, C. D. *Utilização da tecnologia de wetlands para o tratamento terciário: controle de nutrientes*. 2015. 93f. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.
- RIBEIRO, J.W. *Saneamento Básico e sua Relação com o Meio Ambiente e Saúde Pública*. Faculdade de Engenharia de Juíz de Fora, 2010.
- ROCHA, E. E. M. *Precipitação química associada aos processos de tratamento de lixiviados*. 2013. 139 f. Tese de Doutorado (Engenharia Civil). Universidade Federal do Pernambuco. Recife, Pernambuco. 2013.
- SANTOS, A.S.P. *Tratamento de Águas Residuárias*. Notas de aula - Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Juiz de Fora, 2012.
- SILVA, D. D. *Falta de Saneamento Básico e as Águas Subterrâneas em Aquífero Freático: Região do Bairro Pedra Noventa, Cuiabá (MT)*, 2014. v.19 n.1. Jan/mar, 2014. SNIS – Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento. *Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos-2018*. 2018. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-aguae-esgotos/diagnostico-dos-servicos-de-agua-e-esgotos-2018>.

REFERÊNCIAS

- SOUSA, C. E. *Avaliação de Sistemas Biorremediadores em Efluentes da Lagoa Facultativa da Estação de Tratamentos de Esgotos em Mangabeira, João Pessoa/PB*. 2015. 75 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Programa de PósGraduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2015.
- STEWART, P.S.; FRANKLIN, M.J. (2008). *Physiological heterogeneity in biofilms*. *Nature Reviews Microbiology*, London, v.6, n.3, p.199-210, Mar.
- STOODLEY, P. et al. (2002). *Biofilms as complex differentiated communities*. *Annual Review of Microbiology*, Palo Alto, v.56, p.187-209, Oct.
- TERRA, V. C. *Avaliação da eficiência da biorremediação na redução da carga orgânica de Estações de Tratamento de Esgoto: o caso da ETE Neblina em Araguaína/TO*. *Revista Eixo*. v. 5. n. 2, p. 98-105, 2016.
- TOSI, D.A.; LAGE FILHO, F. *Comparação de eficiência no tratamento de esgotos domésticos: aeração superficial x aeração submersa*. *Rev Acadêmica Oswaldo Cruz*, 12, p.1-13.
- VARO, S.D., Martins, C.H.G., Cardoso, M.J.O., Sartori, F.G., Montanari, L.B., Gonçalves, R.H.P. 2007. *Isolamento de fungos filamentosos em água utilizada em uma unidade de hemodiálise*. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 40 (3): 326-33.
- VON SPERLING, M. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 2.ed., v.1. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - DESA; Universidade Federal de Minas Gerais, 1996, 243 p.
- WEBSTER, J., Weber, R.W.S. 2007. *Introduction to fungi*. 3rd edition. Cambridge, Cambridge University Press.
- ZHANG, T.C.; BISHOP, P.L. (1996). *Evaluation of substrate and pH effects in a nitrifying biofilm*. *Water Environment Research*, Alexandria, v.68, n.7, p.1107- 1115, Nov./Dec.
- ZANINI, H. L. H. T. *Caracterização limnológica e microbiológica do córrego rico que abastece Jaboticabal (SP)*. 2009. 75f. Tese (Doutorado em Microbiologia Agropecuária). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo, 2009.

SISTEMA SUBMARINO DE MANIFOLDS

Fernanda Ataíde Silva
Carlos Henrique Quarello de Moraes

RESUMO

O objetivo deste trabalho é incluir o leitor ao cenário petrolífero atual dando ênfase ao Sistema Submarino de Manifold, que foi projetado para simplificar a produção de vários poços a apenas um flowline (linhas flexíveis que fazem conexão com os equipamentos submarinos). Percebe-se otimização na produção, proporcionando um aumento da mesma, entretanto, é importante apresentar algumas de suas desvantagens. Para que haja um bom entendimento sobre o tema, o trabalho também abrangerá, mas de forma breve, a estrutura de um poço em produção ou seja, os equipamentos necessários para extração e distribuição de óleo e gás até chegar ao manifold. Além de levantamentos bibliográficos, para trazer a realidade o mais próxima possível, foram realizadas algumas entrevistas com o Engenheiro de Produto especialista em estruturas de poços da empresa Baker Hughes, Anilton Santos dos Anjos. Diante destas referências, é crível encontrar diversas conclusões sobre o tema e entender melhor como o equipamento funciona, quais os tipos existentes e mais utilizados, além de ter um parecer em relação à sua instalação.

Palavras - chave: manifold; poço; equipamento; instalação.

ABSTRACT

The objective of this work is to include the reader in the current oil scenario, emphasizing the Subsea Manifold System, which was designed to simplify the production of several wells to just one flowline (flexible lines that connect to subsea equipment). Optimization in production is noticed, providing an increase in it, however, it is important to present some of its disadvantages. So that there is a good understanding of the subject, the work will also cover, but briefly, the structure of a well in production, that is, the equipment necessary for extracting and distributing oil and gas until reaching the manifold. In addition to bibliographic surveys, to bring reality as close as possible, some interviews were conducted with the Product Engineer, specialist in well structures at Baker Hughes, Anilton Santos dos Anjos. In view of these references, it is possible to find several conclusions on the subject and better understand how the equipment works, which types exist and are most used, in addition to having an opinion regarding its installation.

Key words: manifold; well; equipment; installation

INTRODUÇÃO

Além da existência de um Manifold nos poços de produção, ainda são encontrados outros equipamentos que contribuem positivamente para a extração de óleo e gás e, em certos momentos, com a injeção de gás. Isto impacta na manutenção de verdadeiras cidades submarinas aparelhadas com equipamentos de alta tecnologia, além da grande quantidade de capital humano, indispensável para suas construções.

Essas cidades situam-se a mais de dois mil metros abaixo da superfície e contam com estruturas de grande porte, sendo elas interdependentes e capazes de realizar tarefas complexas. Basta haver tecnologias inteligentes e conectadas para detectar, monitorar, controlar e inspecionar. (PETROBRAS, 2019)

- Descreve-se a seguir, os equipamentos que compõem esse cenário:
- Árvore de Natal Molhada – conjunto de válvulas que, um pouco mais básicas àquelas existentes no manifold, têm a função de controlar o fluxo de fluídos produzidos ou injetados. É um equipamento mais básico justamente por controlar a produção de apenas um poço. (PETROBRAS, 2019)
- Recebeu este nome nos EUA, quando o equipamento ainda era usado apenas para produções on-shore e, quando coberto pela neve, poderia facilmente ser associado a um pinheiro de Natal. Quando passou a ser utilizado no fundo do mar, ganhou o adjetivo “molhada”. (PETROBRAS, 2019)
-



Fonte: <http://fisicaquanticaeclassicanavida.com/2017/08/07/petroleo/>

- Linhas flexíveis – são dutos responsáveis pela ligação entre as unidades. Por eles, escoam os fluidos coletados para as unidades de produção. (PETROBRAS, 2019)
- Risers – são trechos suspensos das tubulações responsáveis por interligar as linhas de produção às plataformas. (PETROBRAS, 2019)

Equipamentos de interligação dos tipos PLET (Pipeline End Termination) e PLEM (Pipeline End Manifold) – pelos PLETs são feitas interligações submarinas entre os dutos rígidos e os flexíveis, ou entre um duto e um equipamento. E pelos PLEMs são feitas as interligações com outros trechos, já que estes são instalados na extremidade de um dos trechos. (PETROBRAS, 2019)

Manifolds - sendo foco do trabalho; é um conjunto de válvulas e acessórios que tem como função direcionar a produção de vários poços para um único duto coletor, que deve conduzir a produção total para uma unidade de produção. Esse equipamento ajuda a reduzir o número de linhas (dutos) que são conectadas à plataforma, além de, também, diminuir o comprimento total das linhas de poços usadas num sistema de produção.

O Manifold também pode ser usado para aceder que uma fação de poços compartilhe sistemas de injeção de água e gas lift - elevação artificial. (., PETER, 2017)

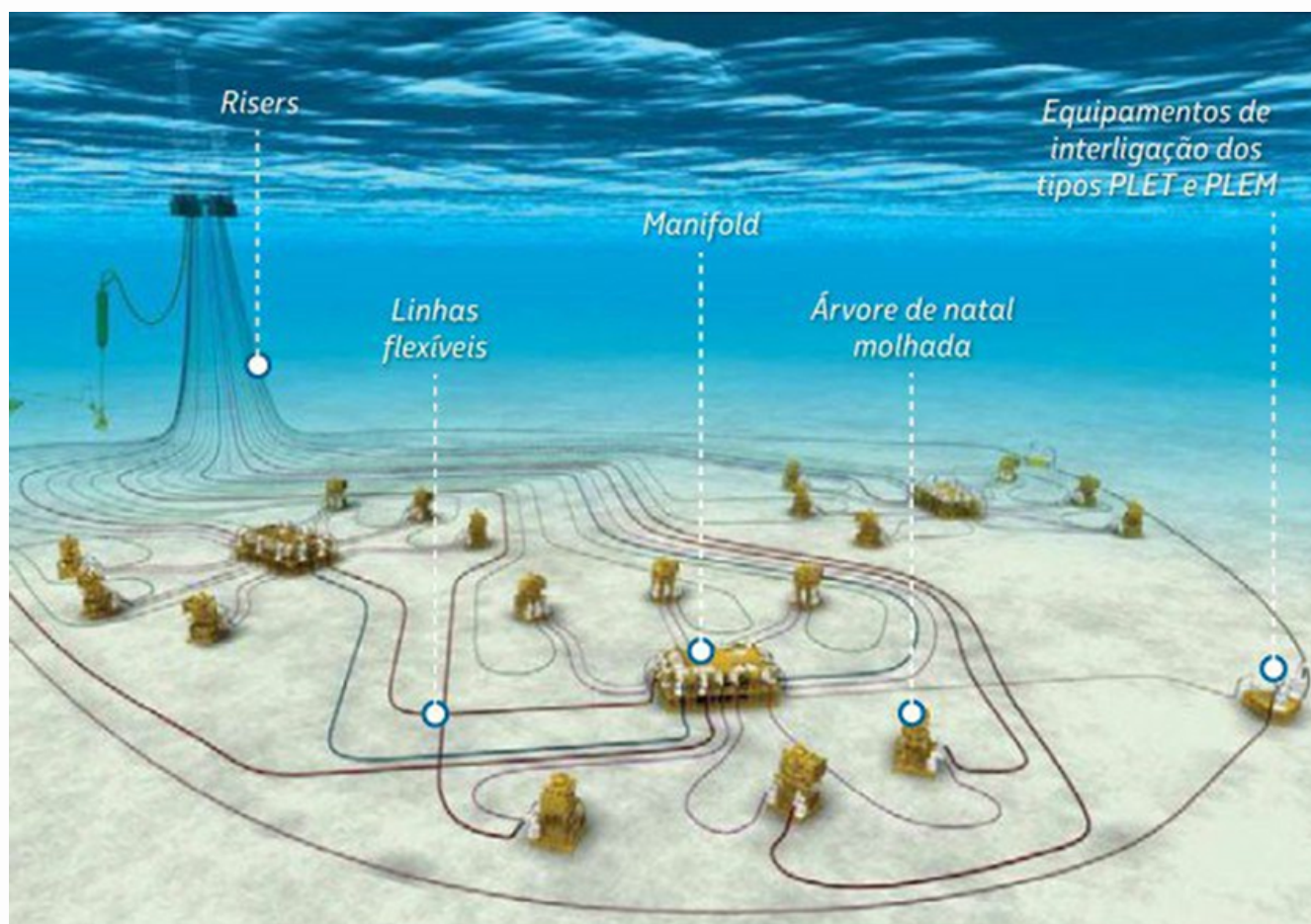


Figura 2 - Composição submarina do sistema de exploração de petróleo

Seu nome pode ter duas traduções: coletor ou distribuidor. Dessa forma, um Manifold de injeção é aquele que funciona como distribuidor e o de produção funciona como um coletor. Este último coleta a produção de vários poços e envia por meio de uma única flowline para a plataforma de produção. (PETROBRAS, 2019)

O principal motivo de se construir um Manifold é a redução de linhas no Turret (corpo central cilíndrico conectado ao FPSO), configurando-se uma decisão economicamente importante no caso de lâminas d'água profundas. (., PETER, 2017)

- É o equipamento do arranjo submarino que, além de coletar e distribuir fluído para os poços, possui os componentes ativos que viabilizam as flexibilidades operacionais para a otimização da produção. (., PETER, 2017)
- É um conjunto de tubos com objetivo de interligar vários dutos e um duto tronco header (tubulação principal), que pode ter um duto coletor se ele recebe o fluxo de diversos dutos. (., PETER, 2017)

O Manifold é composto por uma fundação, que pode ser um tapete de lama ou estaca de sucção; e sua base, que é a estrutura para transporte e instalação e possui, também, sistemas de tubulação e conexão. (., PETER, 2017)

Funções:

- Receber a produção dos poços;
- Distribuir a injeção de gaslift;
- Distribuir produtos químicos e potência hidráulica de controle dos poços.
- Distribuir a injeção de água (para o caso do manifold de injeção de água ou misto);
- Permitir acesso ao anular;
- Permitir teste de produção e injeção dos poços. (., PETER, 2017)

Tipos de Manifold – Baseados em sua função

- Manifold Submarino de Produção (MSP) – O fluído dos poços é coletado para o header principal e posteriormente enviado para a plataforma. Possui ainda o header para a distribuição do gás lift e o sistema de controle/aquisição de dados do sistema submarino;
- Manifold Submarino de Gas Lift (MSGL) – Tem a função de distribuir o gás lift para os poços e fazer o controle/aquisição de dados do sistema submarino. O duto de óleo dos poços vai direto para a UEP; (., PETER, 2017)

Avaliando o uso do equipamento

A seguir, vantagens e desvantagens referentes ao uso do equipamento:

Vantagens do uso de Manifold

- Redução do custo de dutos e de umbilicais;
- Redução do número de risers na UEP (carga e espaço físico da chegada) podendo viabilizar outras interligações (sejam poços ou manifolds) que aumentariam a produção da unidade;
- Bloco de válvulas suportando maiores esforços durante a instalação da linha, reduzindo a função da estrutura apenas à fundação.
- Não há componente soldado exposto aos altos esforços de linha, aumentando a confiabilidade do sistema.
- Atende um número maior de poços de petróleo simultaneamente. (BARBOZA SANTOS, A.; MOURA GOMES, A.; SANTOS, G.; DANTAS ANDRADE, L. F.; RIBEIRO FREITAS, F. G., 2015)

Desvantagens do uso de Manifold

- Início da produção: o manifold é um equipamento de extensão desmensurada, portanto sua produção e construção são complexas e demandam bastante tempo, de modo que os planejadores devem considerar um atraso considerável na instalação do mesmo e, conseqüentemente, perda da vantagem planejada (coleta simultânea da produção de diversos poços);
- Manutenção: requer mobilização de recursos complexos e caros, nem sempre disponíveis;
- Disponibilidade Operacional: deficiência na coleta de dados do poço; para fazer o uso do equipamento, faz-se necessária a coleta diversos dados que, em determinados locais, são difíceis de alcançar, são eles: métodos sísmicos, modelagem geológica e caracterização do reservatório. (PETER, 2017)

Possível obstáculo:

- Número alto de umbilicais: levando em consideração que uma ANM possui 11 funções, um Manifold que reúne a produção de 8 poços necessitaria de um umbilical de controle (conjunto de mangueiras e cabos elétricos) de 88 mangueiras até o FPSO, o que, nesse caso, tornaria o uso inviável. Mas, para isso, há uma solução: o controle existente entre o FPSO e o Manifold é elétrico, sendo assim, só se permanece hidráulico o controle entre o Manifold e a ANM. Tendo contornado esse problema, o número máximo de mangueiras utilizadas num Manifold são 6. (SANTOS, A., 2023)
- Dito isso, há uma forma de fazer conversão do controle elétrico para o hidráulico, e esta é feita por meio do SCM (Módulo de Controle Submarino). Ele funciona da seguinte forma: um sinal elétrico comanda a abertura ou fechamento de válvulas instaladas no SCM, estas válvulas são permanentemente abastecidas por acumuladores. Quando as válvulas são abertas, liberam essa pressão que comandará, por exemplo, uma ANM. (SANTOS, A., 2023)
- Este módulo é instalado por meio de um cabo com uma ferramenta apropriada denominada (nome por extenso da ferramenta) (SCMRT). Seu travamento é mecânico realizado por meio do giro da haste de travamento e não há teste de selagem. (SANTOS, A., 2023)

Interligações de um Manifold

Descreve-se a seguir, as duas formas de interligações para que o equipamento possa executar suas funções:

Aos poços

A interligação do poço ao equipamento é feita por um MCVI inserido em suas extremidades. A primeira ponta é, normalmente, feita no equipamento uma vez que, o MCVI não possui braços rotativos e a segunda ponta, feita diretamente no poço. Em poços mais antigos, podem ser usados os MLF. (SPE FMU STUDENT CHAPTER, 2022)

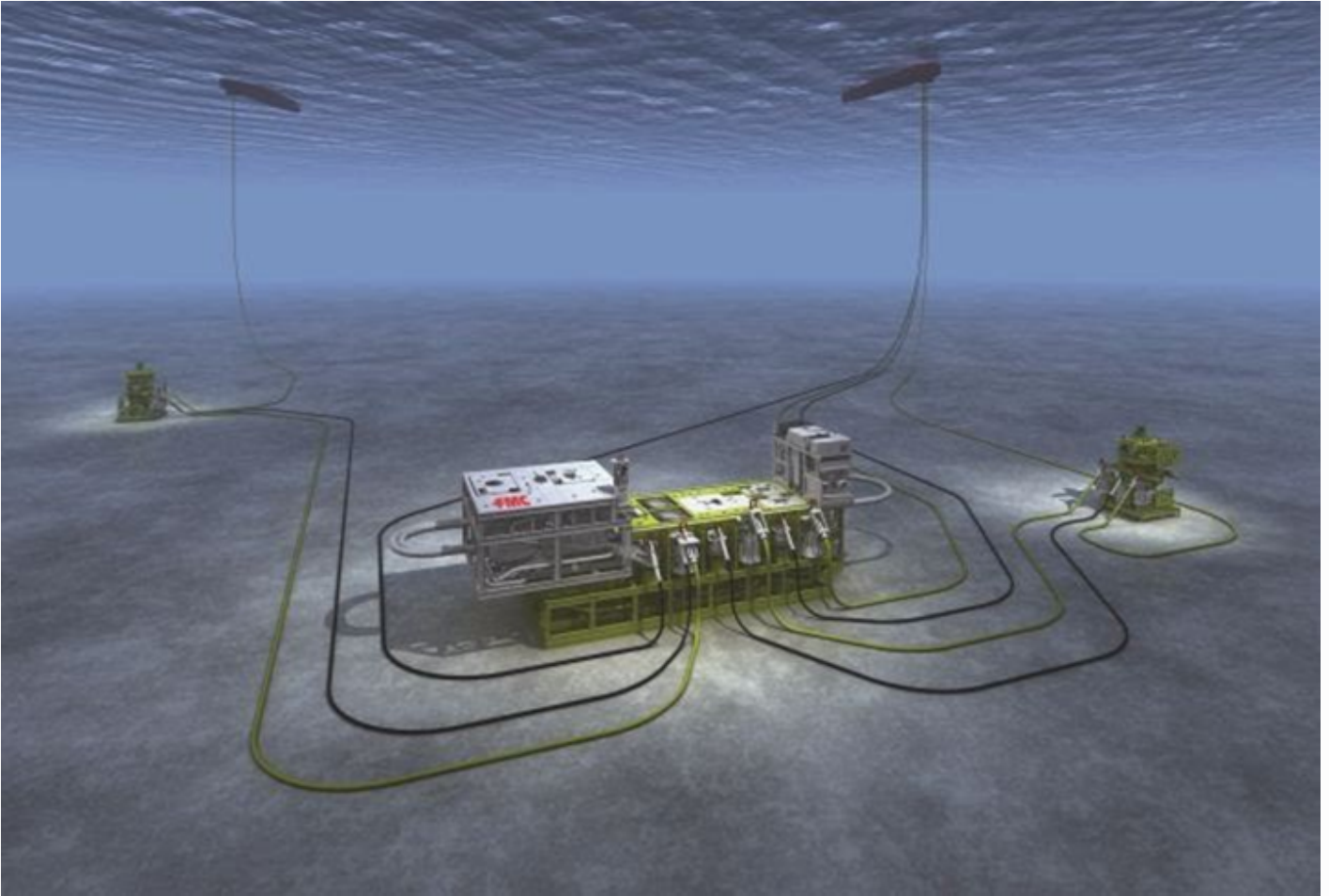
O fato de que a forma ideal de conexão ao Manifold seja de primeira ponta, não descarta a possibilidade da conexão ser feita de segunda ponta, isso ocorre às vezes. E, muitas das vezes, a distância entre o Manifold e o poço é menor do que a lâmina d'água. (SPE FMU STUDENT CHAPTER, 2022)

Ao FPSO

Ao contrário da interligação aos poços, essa é feita por meio de MCVE's. Mas em relação ao controle elétrico, sua interligação é feita por meio do EHDM; este fornece a alimentação hidráulica e elétrica e por meio do próprio cabo elétrico vem os sinais de controle. (SPE FMU STUDENT CHAPTER, 2022)

É necessário destacar a importância de conhecer as siglas usadas, uma vez que, em um Manifold de injeção, os MCVE's não exportam água do FPSO e sim, importam. Quando neste caso, os MCVI's são entendidos apenas como MCV's de Injeção. (SPE FMU STUDENT CHAPTER, 2022)

Figura 3 - Demonstrativo das interligações de um Manifold



Fonte: <http://www.ogrinformatica.com.br/o-que-fazemos/interface-com-manifold-submarino>

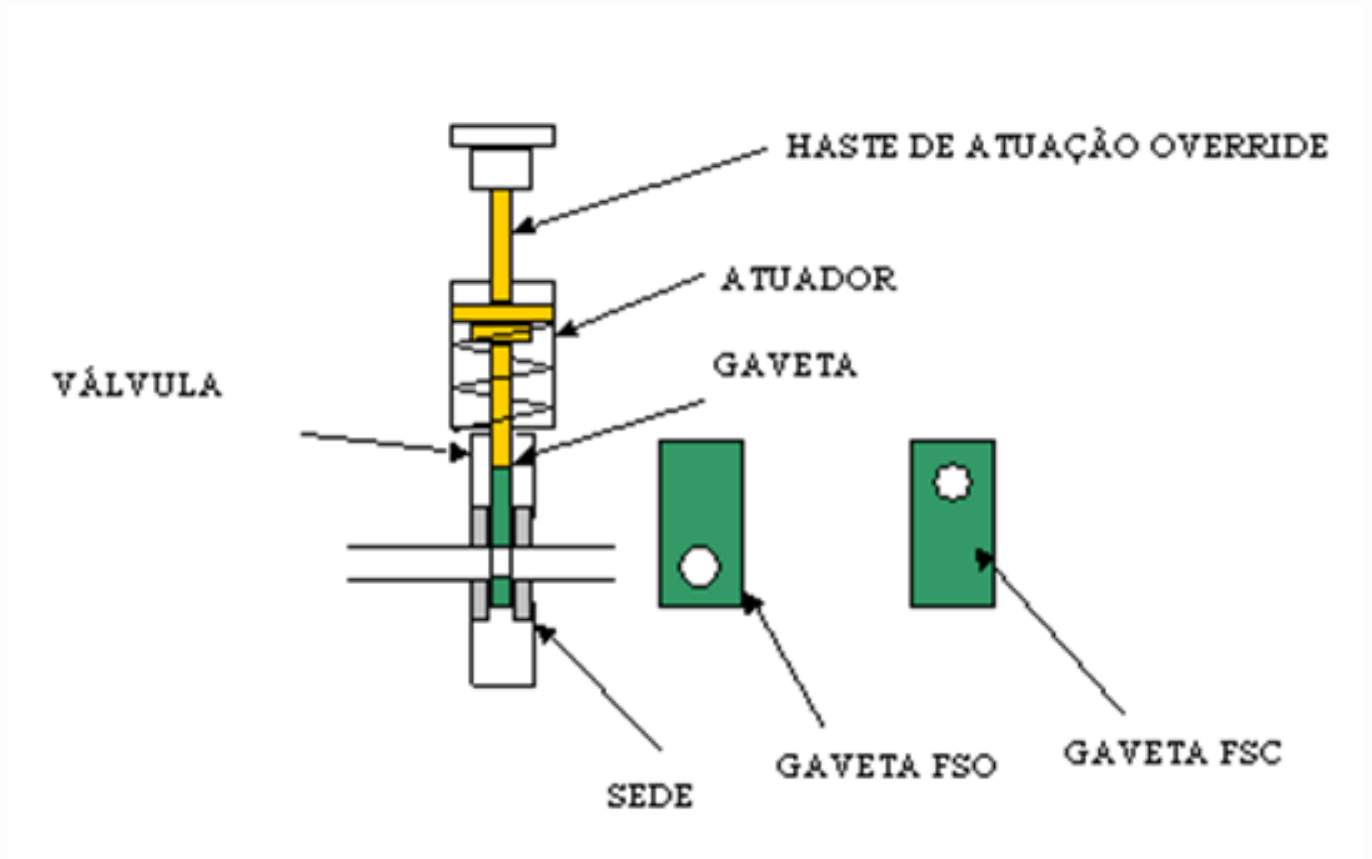
Composição

- Sub base;
- Estrutura;
- Tubulação;
- Válvulas e chokes: o Manifold possui válvulas que podem isolar a vazão de um poço temporariamente, denominadas válvulas-gaveta (conhecidas também como válvulas de produção, válvulas de gás e válvulas de água). E há ainda aquelas que controlam a vazão do poço, chamadas de Válvulas Choke, possuindo as mesmas opções da anterior. As choke são agrupadas em módulos, sendo chamadas de Choke Module. Enquanto os CM podem ser retirados do equipamento, as válvulas gaveta são soldadas na tubulação, portanto, são residentes ao Manifold. (NOV)

As válvulas gavetas podem ser operadas hidráulicamente ou no modo over ride por meio de ROV. Aqui nós temos outra subdivisão: as válvulas gaveta e o atuador. A primeira é penetrada na sede (parte fixa) e a vedação entre elas é metal-metal. (PERFECT VALVE, 2015-2019)

E o atuador nada mais é que um cilindro de ação simples de retorno por mola, quando pressurizado é atuado e com isso move a gaveta e, quando a pressão é drenada, a mola atua retornando a gaveta à posição inicial. (FERNANDEZ Y FERNANDEZ, E.; PEDROSA JUNIOR, O. A.; PINHO, A. C., 2018)

Figura 4 - Posicionamento da composição de um Manifold



Fonte: SANTOS, A., 2023

A válvula pode ser normal aberta (FSO) ou normal fechada (FSC). Isto significa que, quando não há pressão no atuador e a válvula não está atuada no modo over ride, a gaveta está na sua posição inicial ou, também chamada, na sua posição de falha.

Ao ser atuada no modo over ride, a válvula não pode ser operada hidráulicamente, pois há possibilidade de danificar seus componentes internos. Existe uma válvula no qual a mola não é comprimida quando no modo over ride, então o torque resistente ao movimento não é crescente, e sim constante. (DA SILVA, L. C.; DIAS PEREIRA, L.; MALDONADO BENTES, F., 2020)

- Sistema de Controle;
- Sistema de Conexão Submarina

Tipos de Manifold

Existem variados tipos de manifold quando se diz respeito à sua forma e ao seu tamanho. Cada um deles possui especificações as quais deve seguir para que possa ser aplicado ao projeto, e é dessa forma que deve-se caracterizá-los.

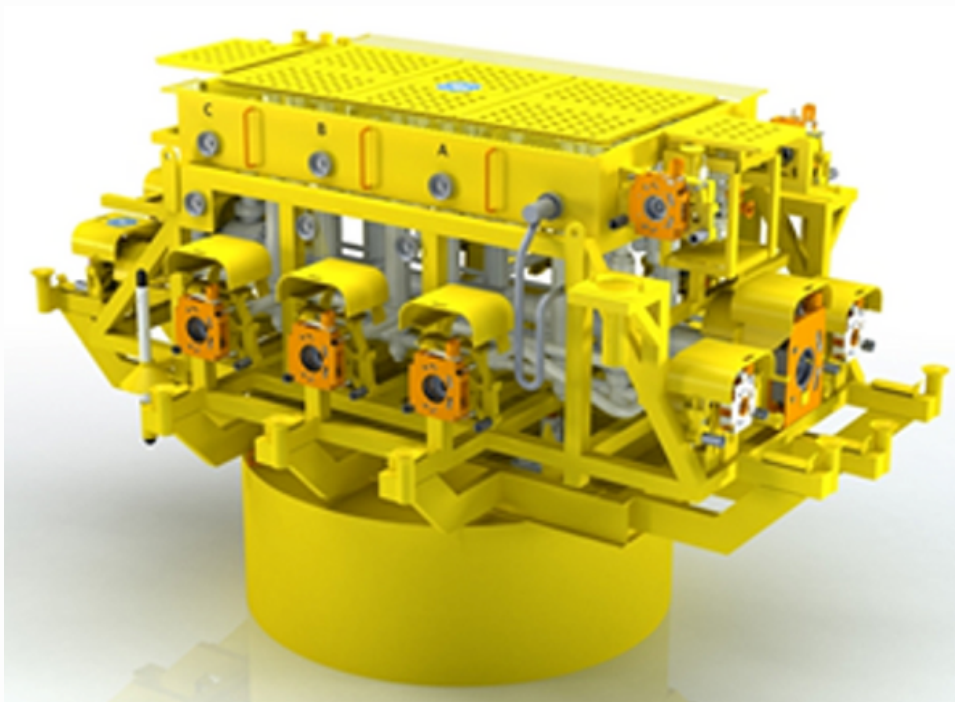
Abaixo são listados os quatro tipos de manifolds principais, os quais levam foco ao seu posicionamento no fundo do mar, onde devem ser instalados. Cada um deles desempenha funções diferentes:

Manifold Cluster

O manifold cluster é o tipo mais utilizados nos layouts de produções submarinas. Isso porque ele é capaz tanto de receber a produção dos poços (seja gás ou fluido) por meio de jumpers quanto ser o principal mecanismo de condução dos fluidos de injeção artificial de várias Árvores de Natal Molhadas até as cabeças de poços.

Este tipo permite que suas estruturas sejam instaladas antes ou durante a perfuração dos poços, uma vez que, viabiliza a coleta antecipada da produção daqueles locais que já foram perfurados, além de ter um custo inicial reduzido em seu projeto. (GALDINO PESSANHA, M., 2019)

Figura 5 - Manifold Cluster



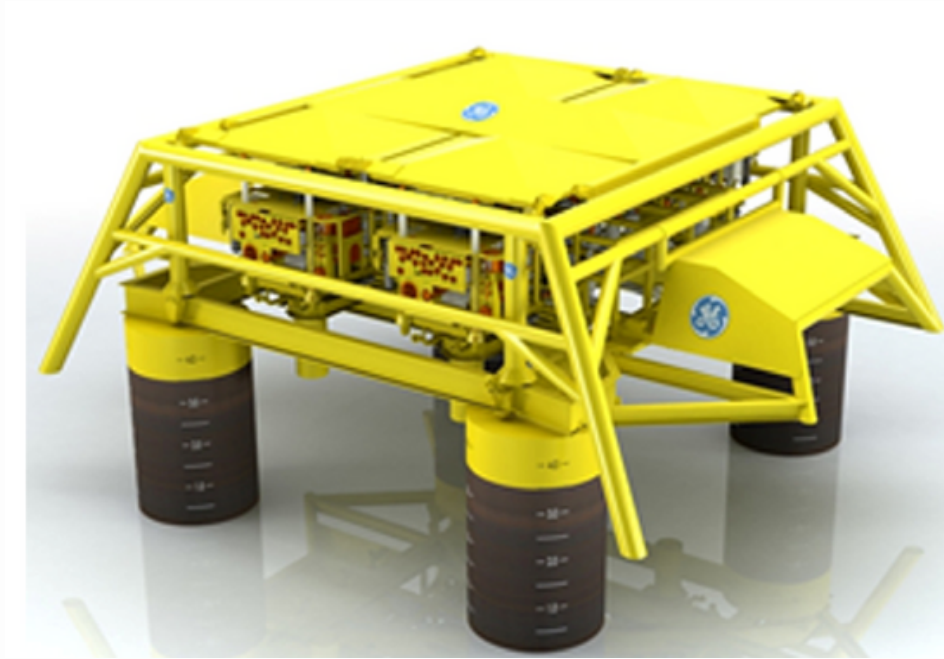
Fonte: <https://d3i71xaburhd42.cloudfront.net/28e556dda85186e743b7fdccd6ed709a1c3ec993/2-Figure1-1.png>

Manifold Template

Por ser um equipamento muito complexo, sua aplicação é limitada. Isso ocorre devido ao trabalho simultâneo que realiza entre suportar outros equipamentos que fazem parte do layout submarino e fornecer orientação para a perfuração. Ou seja, ele possui pontos de conexão tanto para coleta de hidrocarbonetos e distribuição de fluidos injetores quanto para a ligação de risers, que são condutores de perfuração.

Este tipo deve ser diretamente conectado às cabeças de poços e integrado ao poço. (GALDINO PESSANHA, M., 2019)

Figura 6 - Manifold Template



Fonte:
<https://d3i71xaburhd42.cloudfront.net/28e556dda85186e743b7fdccd6ed709a1c3ec993/2-Figure1-1.png>

Manifold Tipo Modular

O manifold modular possui disposição na arquitetura submarina bem semelhante ao manifold cluster. O que os diferencia é a flexibilidade operacional do tipo modular, sendo que, alguns de seus componentes suportam substituições durante sua vida útil. Esta característica acaba tornando-o maior em relação aos outros manifolds. (GALDINO PESSANHA, M., 2019)

Figura 7 - Manifold Modular (OneSubsea)



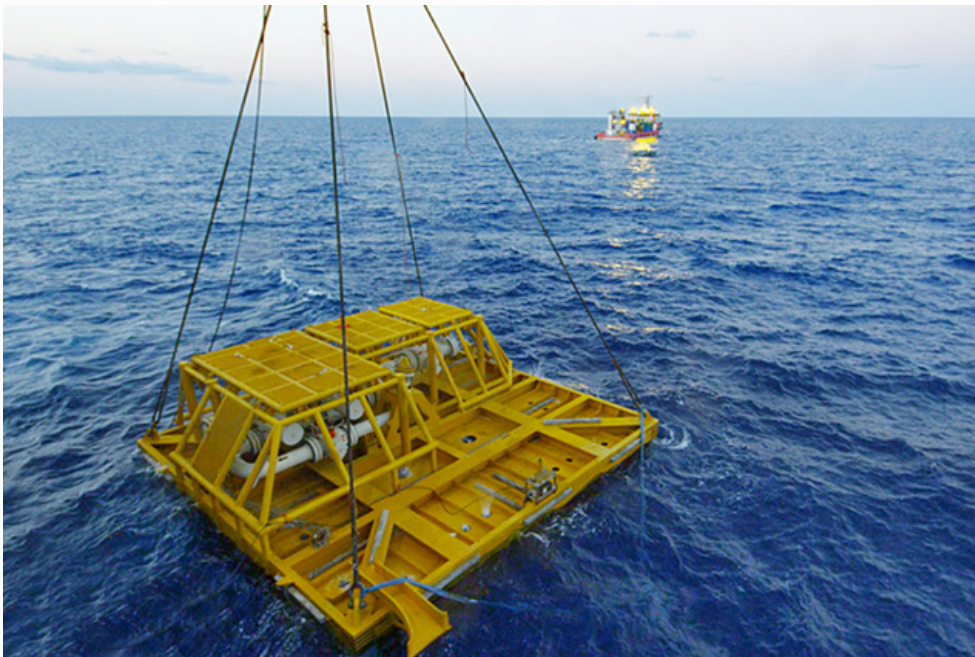
Fonte:
<https://www.onesubsea.slb.com/subsea-services/life-of-field/subsea-modular-injection-system>

Pipeline End Manifold (PLEM)

O PLEM tem como função, coletar a produção do poço e encaminhar o fluxo do produto bruto por várias rotas, que são capazes de alimentar conjuntamente um FPSO, refinarias e tanques de contenção. Estes devem ser instalados nos confins de um trecho de duto. (GALDINO PESSANHA, M., 2019)

Trata-se de uma ótima opção para instalação em águas profundas. Entretanto, apesar de proporcionar redução de custos e no risco de cenários de desenvolvimentos dos campos, depende de meses a anos de estudos envolvendo engenheiros com vasta experiência, uma vez que, existem várias incertezas envolvendo os fatores de influência, sendo eles técnicos e financeiros. (WANG, Y.; DUAN, M.; FENG, J.; MAO, D.; XU, M.; ESTEFEN, S. F., 2014)

Figura 8 - Manifold tipo PLEM a ser instalado



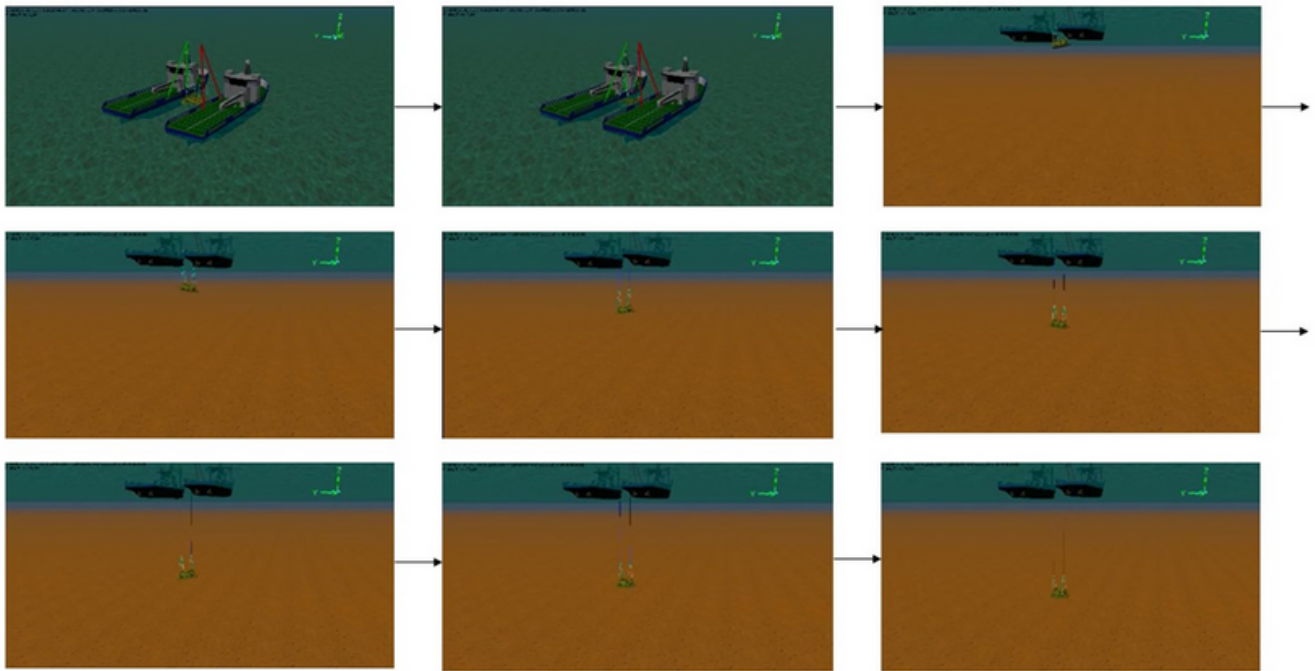
Fonte: <http://nfatmala.blogspot.com/2016/02/pipeline-ending-manifold-plemplet.html>

Instalação hidrodinâmica

Antes de serem apresentados os tipos de instalação hidrodinâmica, é importante ter o conhecimento da existência de uma altura estimada, em que a onda do mar pode alcançar para que a operação seja segura, tanto para a qualidade do equipamento quanto para os envolvidos em sua instalação. Então, a partir do momento em que a onda ultrapassa esse limite, a operação deve ser suspensa e adiada.

Isso pode acontecer sem que ocorra qualquer intervenção na suspensão da operação, porque esse fenômeno não pode ser previsto, é um carregamento aleatório que não pode ser descrito matematicamente. (GALDINO PESSANHA, M., 2019)

Figura 9 - Apresentação da força hidrodinâmica sobre a instalação de manifold



Fonte: SANTOS, A., 2023

Método de instalação via navio sonda

Trata-se de um método bastante caro, por se tratar de um procedimento lento e a diária para o afretamento do navio ser elevada. Esse se torna um grande ponto negativo a ser destacado, apesar de oferecer estabilidade produzindo baixas cargas dinâmicas no sistema.

A instalação via navio sonda funciona de forma em que deve conduzir, por sua coluna do riser, o equipamento até o leito marinho. Uma barça transporta o manifold até o moonpool (abertura na base da plataforma que dá acesso à água abaixo) da plataforma em questão, onde é elevado e conectado à coluna de perfuração. (GALDINO PESSANHA, M., 2019)

Método de instalação por roldanas

Método que, assim como o anterior, possui um custo operacional elevado, porque vai de encontro com a necessidade de afretar três embarcações para que seja realizado. E por permitir a instalação em lâminas d'água mais extensas, existe um risco grande de ressonância quando atinge certa profundidade.

Nesse método, o manifold é movimentado por meio de um cabo que possui seus extremos conectados à plataforma e a uma embarcação de apoio. O movimento do equipamento necessita de uma roldana e um guincho que é ligado a ela, podendo, dessa forma, auxiliar a suspensão deste. E, por fim, para que o método seja concluído com sucesso, o manifold é conectado, por meio de um cabo, à terceira embarcação, para que esta o impeça de rotacionar ao longo de sua trajetória até o fundo do mar. (GALDINO PESSANHA, M., 2019)

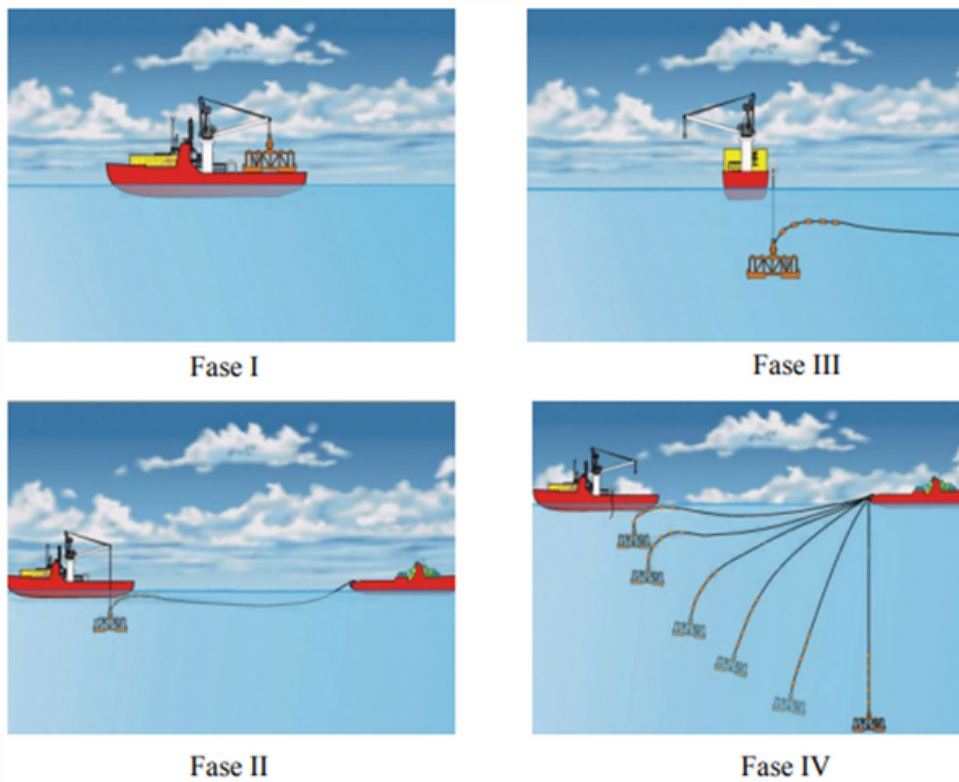
Método de instalação pendular

Nesse procedimento, são envolvidos um barco de transporte e uma embarcação de apoio. O barco de transporte deve içar o equipamento por meio de um guindaste, então é posicionado na altura do costado (lateral) do barco de transporte e se mantém erguido por uma corrente formada por elos.

Na embarcação de apoio, existe um cabo de poliéster, que possui comprimento um pouco menor à profundidade do local, que se conecta ao manifold. Em seguida, ele se desprende dessas amarras e forma uma trajetória pendular suave, isso se dá por conta do efeito do arrasto hidrodinâmico.

Assim que o cabo atinge uma localização perpendicular à lâmina d'água, o manifold estará a poucos metros do fundo do mar, onde será apoiado com a ajuda do desenrolar de um trecho de amarras do guincho da embarcação inicial. (GALDINO PESSANHA, M., 2019)

Figura 10 - Lançamento pendular do manifold



Fonte:
<http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10028536.pdf>

Método de instalação via cabo

Comparado aos métodos citados anteriormente, este é o mais prático, rápido e econômico, já que um dos pontos a colaborar com essas características é apenas necessitar do auxílio de barcos, balsas ou plataformas semi-submersíveis, ou seja, não é necessário adquirir diárias de barcos de apoio (fretamento).

O manifold é lançado até o leito marinho por meio de um cabo, seja de aço ou poliéster, içado por um guindaste. (GALDINO PESSANHA, M., 2019)

Curiosidades e informações que envolvem o manifold

Tempo de vida útil e reparos

O Manifold passou por diversas evoluções ao longo do tempo, para que ele se adequasse ao cenário de cada época. Na evolução atual, ele passou a ser fabricado de forma que seus módulos pudessem ser recuperados, ou seja, eles permitem serem coletados para fazer um reparo na superfície, se necessário, de forma que não precise parar a produção do poço. Esses módulos que se tornaram possíveis de serem reparados, são aqueles com necessidade de manutenção em um intervalo de tempo menor, enquanto que aqueles módulos que passam confiabilidade, permanecem fixos na estrutura no manifold, permitindo chegar à conclusão de que os mesmos possuem a mesma vida útil do conjunto de válvulas (20 a 30 anos). (BARBOZA SANTOS, A.; MOURA GOMES, A.; SANTOS, G.; DANTAS ANDRADE, L. F.; RIBEIRO FREITAS, F. G., 2015)

Benefícios para uma empresa capturar projetos de Manifold

Por ser um equipamento de grandes dimensões, é necessário disponibilizar muitas horas de engenharia e fabricação para o projeto. Por isso, um grande contrato de Manifold oferece várias oportunidades para as seguintes disciplinas: soldagem, projeto de tubulação, roteamento de tubulação, flexibilidade, cálculos de tensão, análise dinâmica, instalação, fundação e análise de elevação. (SANTOS, A., 2023)

Motivo para ser chamado de "Cluster" por muitas referências

"Cluster" é um termo em inglês que significa "aglomerar" que pode ser aplicado a vários contextos, inclusive como característica de um Manifold, já que o nome absorve sua função, que é aglomerar diversos poços para um único duto coletor.

Exemplo real e especificações de um Manifold

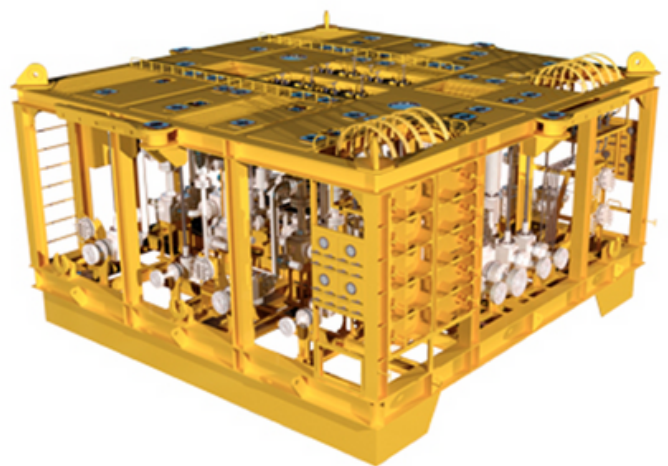
"Manifold Submarino de Produção DA (MSP-DA) para a produção de petróleo, em lâmina d'água de até 300 m." (WEB NORDESTE, 2022)

Este equipamento possui como função de coletar até 4 poços de produção de óleo e realizar a injeção de gás para elevação artificial. Possui 4 cabeçalhos independentes para teste de produção e gas-lift. Projetado para uma vida útil de 20 anos.

O projeto e sua construção estão de acordo com a norma ISO 13628-15-2011.

- Profundidade máxima de água: 300m.
- Pressão de trabalho: 3000 libras por polegada quadrada.
- Número de poços: 04.
- Pressão de válvula hidráulica de atuação: 1500 libras por polegada quadrada.
- Tipo de limpeza: NAS 10 .
- Saída máxima (por poço): 1500 m³/dia.
- Injeção máxima (por poço): 110000 Nm³/dia.
- Classe de temperatura: -18°C a 66°C (classe S).
- DI de Headers Principais: 06 e 4 in.
- DI de Derivações: 04 e 2 in.

Figura 11 - Manifold MSP-DA



Fonte: <https://webnordeste.com.br/produtos/produtos-offshore/manifold-submarino>

Sistema de controle submarino

Compreende todo o monitoramento e acionamento remoto de equipamentos submarinos. Existem dois tipos principais de controle para atuação dos equipamentos: hidráulico direto e multiplexado.

Hidráulico direto: adequado para curta distância e equipamentos simples (poucas funções hidráulicas).

Sistema Multiplexado: é mais indicado para deslocamentos longos da plataforma e sistemas complexos. (DA SILVA, L. C.; DIAS PEREIRA, L.; MALDONADO BENTES, F., 2020)

Acidente Plataforma P-36 – Possível causa: manifold

O acidente ocorreu em 2001, no dia 14 de Março. Foi quando duas operações incomuns ocorreram na plataforma:

Aconteceu um fluxo reverso de óleo e gás devido a dificuldades na partida da bomba durante o esgotamento de um tanque de drenagem de emergência. Isso levou à entrada dessas substâncias em outro tanque, que também estava com problemas na bomba de esgotamento. A pressão no segundo tanque continuou aumentando até que ele se rompeu, liberando óleo, gás e água para o interior da plataforma. O incidente desencadeou a parada de emergência da planta de processo.

O gás foi liberado em diversas áreas da plataforma, mas, por algumas destas não serem consideradas zonas de risco, o mesmo não foi detectado de imediato. A brigada de emergência foi contatada e enviada para o local e, enquanto faziam a inspeção, acabou ocorrendo uma segunda explosão que foi causada pela ignição do gás.

Houveram 11 mortes, sendo eles membros da brigada e grandes danos na área. Apesar de serem realizadas diversas tentativas de estabilizar a plataforma, a mesma acabou afundando por completo dias depois do acidente. (GONÇALVES FIGUEIREDO, M.; ALVAREZ, D.; NUNES ADAMS, R., 2018)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo deste trabalho, exploramos o uso de Manifolds Submarinos e suas diversas facilidades, considerando os benefícios que essa tecnologia oferece para a indústria offshore. Com base nas informações coletadas, é percebido que o uso desse equipamento é altamente vantajoso e promissor.

A principal característica do Manifold é a capacidade de facilitar e otimizar o processo de exploração e produção de petróleo e gás. Esses sistemas permitem a conexão de múltiplos poços submarinos a uma única unidade de produção, simplificando as operações e reduzindo custos. Além disso, o equipamento permite o controle e a monitoração remota dos poços, aumentando a eficiência operacional e melhorando a segurança das operações.

No entanto, é importante ressaltar que o uso de Manifolds Submarinos também apresenta desafios e considerações a serem levadas em conta. A engenharia submarina é uma área complexa, que exige conhecimento especializado e cuidados na concepção e instalação dos sistemas. Além disso, é necessário um investimento inicial significativo para implementar esse equipamento, este pode ser um obstáculo para algumas empresas.

Dessa forma, infere-se que o uso de Manifolds Submarinos é uma solução promissora para a indústria de óleo e gás em ambientes submarinos. Essa tecnologia oferece facilidades que impulsionam a eficiência operacional e a rentabilidade.

[1] PETER. Você sabe o que é um manifold?. Linked-In. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <<https://www.linkedin.com/pulse/voc%C3%AA-sabe-o-que-%C3%A9-um-manifold-peter-pereira-/?originalSubdomain=pt>>. Acesso em: Setembro de 2022

[2] ZARAGOZA LABES, A.; DA SILVA BONFIM, J.L.; DE ARAUJO BERNARDO, L.; DOS SANTOS BARRETO, R. R., Equipamento para conexão de dutos submarinos em arquitetura debloco e sistema de exploração de petróleo, Rio de Janeiro: Organização Mundial da Propriedade Intelectual, 2017.

[3] BARBOZA SANTOS, A.; MOURA GOMES, A.; SANTOS, G.; DANTAS ANDRADE, L. F.; RIBEIRO FREITAS, F. G., Avaliação dos impactos técnicos da aplicação de manifolds em sistemas de coleta offshore, 2015.

[4] IANNOTTA, F.. O que é um ROV. Hibbard Inshore. 2013. Disponível em: <<https://www.hibbardinshore.com/o-que-e-um-rov/>>. Acesso em: Setembro de 2022.

[5] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, ISO 13628-15:2011, Petroleum and natural gas industries — Design and operation of subsea production systems — Part 15: Subsea structures and manifolds, 1. ed., 2011.

[6] WEB NORDESTE. Manifold Submarino de Produção DA (MSP-DA) para a produção de petróleo, em lâmina d'água de até 300 m. Bahia, 2022. Disponível em: <<https://webnordeste.com.br/produtos/produtos-offshore/manifold-submarino>>. Acesso em: Outubro de 2022.

[7] NOSSA ENERGIA PETROBRAS. Cidades submarinas: nossa tecnologia no fundo do oceano. Petrobras. 2019. Disponível em: <<https://nossaenergia.petrobras.com.br/energia/cidades-submarinas-nossa-tecnologia-no-fundo-do-oceano/>>. Acesso em:

[8] GALDINO PESSANHA, M., Instalação de manifold: análise das forças devido a ondas utilizando análise dinâmica no domínio do tempo, Rio de Janeiro: Escola Politécnica UFRJ, 2019.

[9] GOUVEIA, J. H., A física na indústria – petróleo e gás natural. Física Quântica e Clássica na Vida. 2017. Disponível em: <<http://fisicaquanticaeclassicanavida.com/2017/08/07/petroleo/>>. Acesso em: Abril de 2023

[10] SPE FMU STUDENT CHAPTER, IV PetroFMU: Cidades Offshore, com Danielle Reis. YouTube, 7 de Novembro de 2022. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=1-ZVosQCvGQ&t=2720s>>. Acesso em: Novembro de 2022

[11] PERFECT VALVE. Válvulas submarinas. Perfect Valve. Xi-An, 2015-2019. Disponível em: <<https://perfect-valve.com/pt/product/subsea-valves/>>. Acesso em: Maio de 2023.

[12] FERNANDEZ Y FERNANDEZ, E.; PEDROSA JUNIOR, O. A.; PINHO, A. C., Dicionário do Petróleo em Língua Portuguesa: Exploração e Produção de Petróleo e Gás, 2. ed., Rio de Janeiro: Editora Lexikon, 2018.

[13] NOV. Choke Valves. Nov. Disponível em: <<https://www.nov.com/products/choke-valves>>. Acesso em: Maio de 2023.

[14] DA SILVA, L. C.; DIAS PEREIRA, L.; MALDONADO BENTES, F., Estudo da utilização da válvula gaveta submarina de águas profundas em poços produtores de baixa lâmina d'água, 1. ed., Rio de Janeiro: TEC-USU, 2020.

[15] WANG, Y.; DUAN, M.; FENG, J.; MAO, D.; XU, M.; ESTEFEN, S. F., Modeling for the optimization of layout scenarios of cluster manifolds with pipeline end manifolds, vol. 46, Beijing: Applied Ocean Research, 2014.

[16] GONÇALVES FIGUEIREDO, M.; ALVAREZ, D.; NUNES ADAMS, R., O acidente da plataforma de petróleo P-36 revisitado 15 anos depois: da gestão de situações incidentais e acidentais aos fatores organizacionais. Rio de Janeiro: Escola de Engenharia, Universidade Federal Fluminense, 2018.

[17] SANTOS, A., Catch-up – Sistema Submarino de Manifolds, Microsoft Teams Meeting. [Entrevista concedida a Fernanda Ataíde Silva]. São Paulo, Fevereiro de 2023.

VIABILIDADE INDUSTRIAL PARA PRODUÇÃO DO ETANOL HIDROLISADO A PARTIR DA CASCA DE SOJA

Isabelle Rodrigues dos Santos
Thais Bonatto Manzano
Jeferson Santos Santana

RESUMO

Atualmente, os biocombustíveis são fontes de energia renováveis por meio da queima de biomassa ou de seus derivados, tais como etanol, bioetanol, biogás, óleo vegetal e entre outros. Dentre as vantagens dos biocombustíveis, destacam-se: menor índice de poluição. com sua queima e processamento, podem ser cultivados e assim obtém menor dependência em relação aos combustíveis fósseis. A biomassa pode-se referir a toda matéria orgânica, de origem animal ou vegetal, que pode ser utilizada para produção de energia, e que através disso pode ser considerada como uma fonte renovável e limpa. A bioindústria é uma das principais áreas que utiliza a biomassa como matéria-prima para produção de diversos produtos, assim como também contribui para a economia circular. A indústria de processamento de alimentos produz grandes quantidades de resíduos que são desperdiçados, mas que possuem grandes valores nutritivos potenciais e que podem ser utilizados na alimentação animal. Atualmente, há grandes vantagens aparentes na utilização da casca do grão de soja. A soja é uma leguminosa cultivada em todo o mundo, sendo uma importante fonte de proteína vegetal, composta com propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e hormonais. Esta leguminosa é utilizada para o preparo de diversos produtos, como óleos vegetais, leite de soja, tofu e ração animal. Entre os principais resíduos gerados pelo processamento da soja destacam-se a casca, o farelo e a glicerina. A casca da soja é uma parte do grão que geralmente é removida durante a extração do óleo e do farelo, considerada um subproduto valioso. A produção de bioetanol, especialmente através da biomassa lignocelulósica tem sido bastante estudada para encontrar técnicas mais eficientes e economicamente viáveis. Dentre os meios de estudos e técnicas, tem-se destacado a hidrólise enzimática, sendo considerada uma técnica promissora. A produção do etanol a partir da casca de soja se dá através de quatro etapas: pré-tratamento, hidrólise da celulose, fermentação do açúcar e por fim a destilação para obtenção do etanol. Diante disso, a viabilidade para a produção do etanol a partir da casca de soja em escala industrial possui diversos fatores que influenciam a viabilidade como: a capacidade instalada, o custo de insumos e preço de venda dos produtos e tecnologia disponível, assim como também os equipamentos utilizados.

Palavras-Chave: Etanol; Biocombustíveis; Soja; Hidrólise; Biomassa; Casca de Soja.

INTRODUÇÃO

O etanol desde sempre, despertou de um modo crescente a atenção de pesquisadores, empresas e governo. De acordo com Bastos (2007), isso decorre devido as pressões de preços e perspectivas de esgotamento das fontes não-renováveis de combustíveis fósseis, assim como de preocupações de natureza ambiental, relacionadas à emissão de substâncias que comprometem o meio ambiente. O etanol é o álcool etílico (C_2H_5OH), onde é produzido através da fermentação dos açúcares encontrado em produtos vegetais, tais como cereais, beterraba e a mais conhecida a cana de açúcar.

Moraes (2014) relatou que a cana-de-açúcar foi introduzida no Brasil em 1532, pelos portugueses, e essa inserção foi fundamental para a formação econômica e a inserção do país no mercado internacional. Por aproximadamente 400 anos, o principal produto extraído da cana-de-açúcar no Brasil foi o açúcar, entretanto, independente de choques externos ou questões ambientais o álcool-motor começou a ser utilizado há aproximadamente 100 anos.

Até os dias de hoje, boa parte do etanol é produzido pelo processo de fermentação podendo ser feito também de forma sintética. O Brasil ocupa a segunda posição mundial na produção. Diante disso, tais matérias-primas provenientes de sobras e resíduos de produtos naturais e o conceito de biorrefinarias (unidade industrial que integra equipamento e processos de conversão de biomassa), emergem como fundamentais para a ampliação da produção do etanol, conseqüentemente dentre as espécies de leguminosas candidatas, a soja destaca-se por conter um alto teor de proteínas onde seus derivados são amplamente utilizados para a alimentação animal. Neste grão também são encontrados outros componentes fundamentais que incluem fosfolípidios, vitaminas, saponinas e isoflavonas, e através disso a soja se tornou um alimento funcional já que por uma vez contribui na melhoria da saúde e qualidade de vida (FISHER, 2006). Dentre os resíduos provenientes das indústrias, na maioria dos casos subutilizados, são denominados de biomassa residual. Esta é constituída basicamente por três componentes principais: a celulose, hemicelulose e lignina (GONÇALVES, 2014). As lignocelulósicos mais abundantes da agroindústria brasileira, destaca-se a casca da soja, onde a sua composição varia em função da eficiência no processo da extração, mas representa uma fonte atrativa de açúcares fermentáveis para a produção de etanol de segunda geração. Os resíduos da produção de soja são uma preocupação importante devido aos diferentes elementos envolvidos, como o uso de pesticidas e fertilizantes, além dos compostos que afetam diretamente a emissão de gases de efeito estufa durante o processo

de cultivo e colheita. O cultivo de soja é uma atividade agrícola significativa em todo o mundo, com ampla demanda industrial para diversos fins. No entanto, as práticas agrícolas empregadas e o manejo dos resíduos resultantes podem ter impactos significativos no meio ambiente, incluindo a emissão de gases de efeito estufa. Estudos têm analisado essas emissões e apontado para a importância de práticas sustentáveis para mitigar os efeitos negativos. É essencial entender essas questões para promover uma produção de soja mais sustentável e com menor impacto ambiental.

METODOLOGIA

O método utilizado neste estudo é a revisão bibliográfica, que envolve método sistemático e abrangente de coletar e analisar a literatura existente sobre produção de etanol hidrolisado de casca de soja. As etapas do método consistiram, em definir o planejamento de pesquisa, nesta etapa, as questões referentes aos estudos pesquisa foram formuladas para orientar a revisão. Em seguida foram realizadas pesquisa bibliográfica de estudos primários, utilizando bases de dados selecionadas, como PubMed, CINAHL, Web of Science, Scopus e SciELO. As estratégias de busca utilizam palavras-chave e descritores exatos associados ao tema de busca, combinados de acordo com os requisitos de cada base de dados. Os estudos foram selecionados de acordo com critérios de inclusão e exclusão pré-especificados. Foram considerados como referência os estudos publicados entre 2013 e 2023 nos idiomas inglês, português e espanhol. Com base nos resultados identificados, os dados relevantes dos estudos incluídos foram extraídos e organizados. Uma análise crítica e comparativa dos resultados será apresentada, destacando as principais conclusões observadas. Os resultados da revisão são apresentados de forma clara e objetiva por meio de resumos, tabelas, gráficos. É importante ressaltar que a revisão bibliográfica é uma metodologia flexível que permite que suas etapas se adaptem ao objetivo e escopo do estudo. A metodologia descrita neste caso específico foi utilizada para realizar uma revisão abrangente do assunto etanol hidrolisado.

LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

Cadeia Produtiva da Soja

A soja (*Glycine max*) é uma leguminosa cultivada em todo o mundo, principalmente em regiões de clima temperado. Além de ser uma fonte importante de proteína vegetal, a soja também é rica em isoflavonas, compostos com propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e hormonais. (ESTEVEZ, 2001).

Atualmente é considerada uma cultura de grande importância na economia mundial, sendo cultivada massivamente, por exemplo, no Brasil, nos Estados Unidos e na Argentina. Além de seu valor nutritivo, também é utilizada no preparo de diversos produtos, como óleos vegetais, leite de soja, tofu e ração animal. No entanto, o processamento desses produtos gera uma grande quantidade de resíduos, que devem ser tratados adequadamente para evitar efeitos ambientais negativos, conforme demonstrado na figura 1. (CARVALHO, 2019).

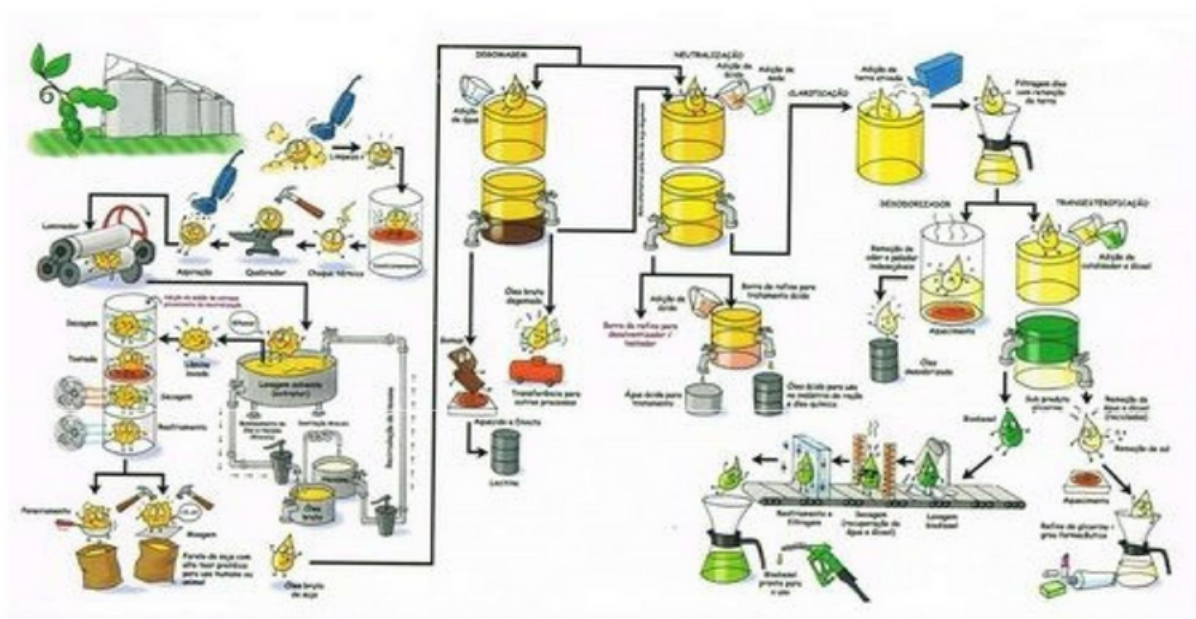


Figura 1. Cadeia produtiva da soja (Bsbios Renewable Energy)

O cultivo global dessa cultura é praticado em todo o mundo. Embora seus grãos vegetais não sejam comumente encontrados na mesa e no dia a dia dos consumidores, eles estão presentes na alimentação de várias formas devido à alta demanda industrial. Uma grande porcentagem desses grãos é processada por diversas indústrias, resultando em uma variedade de produtos entregues aos consumidores. Esses produtos podem ser encontrados

nas cozinhas, em forma de óleos, leite, proteína vegetal, carne animal e até mesmo na produção de biocombustíveis. (SILVA, 2021).

Dentre os interesses de estudo sobre a soja, a produção de biocombustíveis a partir de seus óleos também tem sido objeto de interesse científico, como alternativa sustentável aos combustíveis fósseis (YAN, 2019).

Como em toda cadeia produtiva, resíduos são gerados durante diferentes etapas do processamento da cultura em questão. Algumas das principais etapas onde os resíduos de soja são gerados, incluem: Durante a colheita, partes indesejadas da planta, como folhas, caules e raízes, são removidas e geralmente se tornam resíduos; após a colheita, os grãos são submetidos a processos de limpeza e classificação para remover impurezas e separar os grãos de qualidade inferior. Durante esse processo, as impurezas removidas, como palha, pedras e sementes danificadas, são consideradas resíduos; se os grãos forem processados para a produção de farinha, óleo ou outros derivados, ocorrerão etapas de moagem e extração.

Durante esses processos, subprodutos como farelo, cascas e bagaço podem ser gerados e tratados como resíduos; dependendo do produto desejado, podem ser necessárias etapas de refino e purificação dos componentes extraídos dos grãos, subprodutos e resíduos, como borra, resíduos de filtração ou resíduos de purificação, podem ser gerados após a finalização do processo. É importante ressaltar que os resíduos gerados durante o processamento podem variar dependendo do tipo de cultivo e das práticas específicas de processamento utilizadas em diferentes indústrias. Além disso, muitos desses resíduos podem ser reutilizados ou reciclados para outros fins, como ração animal, adubo orgânico ou produção de energia. (ZHANG, 2020)

A produção de soja pode contribuir para a degradação do solo e da água, especialmente em áreas onde a monocultura é predominante. (MEHMOOD, 2019), além da emissão de gases do efeito estufa em seu cultivo (STOCK, 2017). Para minimizar os impactos ambientais da produção de soja, várias práticas agrícolas sustentáveis foram desenvolvidas, como a rotação de culturas, o uso de técnicas de plantio direto e a adoção de sistemas integrados de produção agropecuária. Essas práticas ajudam a manter a fertilidade do solo e reduzem a necessidade de fertilizantes e pesticidas químicos. (CERRI, 2019).

De acordo com a tabela 1, estudos comparativos e analíticos sobre combustíveis fósseis e etanol proveniente de soja podem fornecer informações valiosas sobre suas características, impacto ambiental, eficiência energética e viabilidade como alternativas aos combustíveis tradicionais. Aqui estão alguns aspectos comumente analisados nesses estudos:

É importante ressaltar que a comparação entre combustíveis fósseis e etanol de soja pode depender de várias variáveis, como localização geográfica, métodos de produção, infraestrutura disponível e políticas governamentais. Portanto, os resultados dos estudos podem variar e é necessário considerar o contexto específico ao analisar as informações fornecidas por essas pesquisas comparativas.

Tabela 1. Comparativo analítico.

	<i>Biocombustível</i>	<i>Combustíveis Fóssil</i>
<i>Origem</i>	O etanol de soja é uma fonte renovável, uma vez que é produzido a partir de biomassa vegetal;	Os combustíveis fósseis são derivados de fontes não renováveis, como petróleo, gás natural e carvão;
<i>Emissões de carbono</i>	O etanol de soja, por sua vez, é considerado uma fonte de energia mais limpa, pois suas emissões de carbono são compensadas pela absorção de CO ₂ durante o crescimento das plantas de soja;	Os combustíveis fósseis são conhecidos por suas altas emissões de carbono, contribuindo para o aumento do efeito estufa e as mudanças climáticas;
<i>Disponibilidade, produção em escala</i>	O etanol de soja, embora seja uma fonte renovável, pode enfrentar desafios em termos de produção em escala e infraestrutura adequada para atender à demanda;	Os combustíveis fósseis têm uma infraestrutura estabelecida para extração, processamento e distribuição, o que facilita sua disponibilidade em larga escala;
<i>Impactos ambientais adicionais</i>	O cultivo de soja para produção de etanol pode ter impactos indiretos, como o desmatamento de áreas florestais para expansão de plantações;	Além das emissões de carbono, os combustíveis fósseis também estão associados a outros impactos ambientais, como poluição do ar e derramamentos de óleo;
<i>Custos</i>	Os custos dos combustíveis fósseis e do etanol de soja podem variar dependendo de vários fatores, como o preço do petróleo, o custo da produção de etanol e as políticas de incentivo governamentais.	

CHIODI, 2019 A comparative analysis of the CO₂ emissions intensity of ethanol, gasoline, and natural gás. Energy Policy.

Casca da Soja

A casca de soja é uma parte do grão de soja que geralmente é removida durante o processo de extração do óleo e do farelo. De acordo com a tabela 2, a casca de soja é considerada um subproduto valioso, pois possui potencial para ser utilizado em diversas aplicações industriais e agrícolas. O processo de extração por solvente é comumente empregado para obter óleo e farelo de soja a partir do grão de soja, com uma proporção de 20% e 80%, respectivamente. (SANTOS, 2019).

Tabela 2. Percentuais relativos dos componentes na composição do grão de soja, subprodutos e resíduos.

<i>Composição relativa (%)</i>	<i>Grão</i>	<i>Óleo</i>	<i>Farelo</i>	<i>Casca</i>	<i>Resíduo</i>	<i>Lecitina III</i>
<i>Umidade(1)</i>	12,5	0,15	12,5	7,25	11	0
<i>Óleo(2)</i>	19,5	99,7	2	0,77	0,9	24,2
<i>Proteínas(3)</i>	36,6	0	47	8,88	20	0
<i>Fibras(4)</i>	5,5	0	3,92	34,88	0	0
<i>Impurezas(5)</i>	0,2	0	0	0	30	0
<i>Fosfato(6)</i>	1,0	0,15	0,8	0,72	0	75,8
<i>Carboidratos(7)</i>	24,7	0	33,78	51,78	20	0
<i>Produção final(8)</i>	100%	18,13%	70,74%	2,81%	0	0,48%

*Como na indústria em questão não é produzida a lecitina, a bora da qual se extrai este subproduto é adicionada ao farelo, então no modelo soma-se o percentual do subproduto lecitina com percentual do subproduto farelo.

(SBARDELOTTO, 2008)

O farelo de soja é amplamente utilizado como fonte de proteínas na ração animal, especialmente para suínos e aves. Esse farelo é submetido a um processo de torrefação ou aquecimento para inativar os fatores antinutricionais naturalmente presentes na soja, como inibidor de tripsina, estaquiose, rafinose e fitato (PENG, 2020), a tripsina é considerada um fator indesejado em diversos alimentos, A maioria dos produtos de soja processada comercialmente apresenta alguma atividade residual (5-20%do valor inicial) do inibidor de tripsina, uma vez que, para eliminá-lo totalmente, o tratamento térmico necessário poderia provocar diminuição do valor nutricional das proteínas, bem como perda de suas propriedades funcionais (tecnológicas). Para promover a inativação do inibidor de tripsina,

utilizando-se de fonte de calor, aplica-se o tratamento térmico no processamento. Ele depende de vários fatores como: tempo de aquecimento, umidade do material e do meio, tamanho das partículas e temperatura utilizada. Em relação ao mecanismo de ação, o calor úmido é mais eficiente do que o calor seco na inativação do inibidor de tripsina. A fervura dos grãos inteiros, em água, por 20 minutos, inativa a maior parte dos inibidores de tripsina e, se os grãos forem macerados em água por 8 horas, 5 minutos de fervura são suficientes. Métodos usando calor seco, como tostagem e extrusão também são efetivos. Num processo de extrusão a seco, a 135-145°C, velocidade de rosca de 550 rpm, bastam 30 segundos. (PACHECO, 2014).

A casca de soja (CS) é o principal subproduto da indústria de processamento de soja, sendo derivada principalmente da produção de óleo de soja, lecitina e outros produtos com alto teor proteico. A CS corresponde a cerca de 8 a 10% do peso total do grão de soja (Jiang, 2019) e é atendida nas primeiras etapas do processamento, quando os grãos são quebrados e as cascas são removidas por aspiração. (FERNANDES, 2021). Atualmente, um separador de ar – coluna de aspiração ou aspirador – pode ser mais adequado para o trabalho. Finalmente, uma coluna de aspiração e uma peneira podem ser usadas juntas para assim alcançar os melhores efeitos, para um sistema básico, é requerido um alimentador (espalhador rotatório de corrente, alimentador rotatório de ventoinha etc.), uma fonte de sucção (ventilador centrifugo com controle de damper), um receptor/separador (ciclone separador coletor ou filtro de manga), um selo de ar para descarregar os finos (válvula de câmara rotatória) e um duto de conexão, conforme demonstrado na figura 2. Todos estes componentes são avaliados e combinados para obter em conjunto a máxima eficiência. A seguir temos uma visualização destes componentes em um sistema básico de limpeza (PIVATTO, 2013).

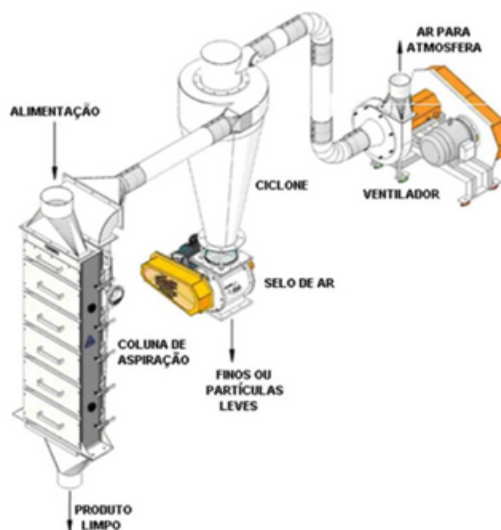


Figura 2. Sistema básico de limpeza por Aspiração. (PIVATTO, 2013).

A coluna de aspiração tem sido aplicada no produto acabado para remover finos e pó (pellets, cereais, grânulos), durante o processo de redução do farelo (finos explosivos, infestação, limpeza e corrente de produtos etc.), e para fazer melhorias em produtos. A coluna de aspiração tem também sido usada para separar diferentes tipos de polímeros em sistemas de “retificas/recuperados”, remoção de pó de grânulos de fertilizantes, limpeza e melhora de grãos – removendo núcleos danificados e material estranho, separação de casca ou conchas das sementes ou castanhas, e muitas outras aplicações. (PANDYA, 2012).

Para uma separação efetiva via classificação com ar, é necessário ter o controle de fluxo do produto dentro da coluna de aspiração, ter uma distribuição do produto através de toda a largura da unidade e o ajuste da vazão de ar para fazer a separação requerida. A coluna de aspiração tem uma série de 4 ou 6 declives que permitem ao produto cair para trás e para frente sob a ação da gravidade através do equipamento. Em cada passagem, ar ambiente é puxado através do produto, elevando a partícula mais leve para dentro de uma câmara seletora para determinar se está qualificado para ser transportado ou se deve permanecer com as mais pesadas. Estas partículas mais leves que têm sido “selecionadas” são removidas da corrente de produto. O produto então cai dentro da próxima câmara de seleção onde todas as partículas remanescentes são novamente expostas ao processo de seleção. Este processo é repetido um total de quatro ou seis vezes todas em uma só máquina, conforme demonstrado na figura 3. (KICE, 2011)

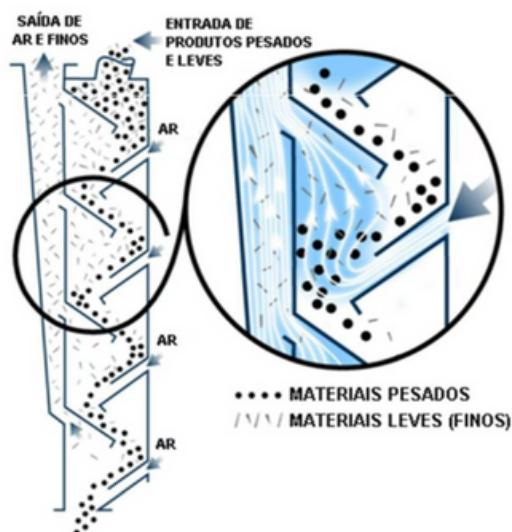


Figura 3. Funcionamento da Coluna de Aspiração. (KICE, 2011).

O processo de separação da casca de soja tem como objetivo principal aumentar a concentração de proteínas no farelo, originado em um produto com teor de proteína bruta (PB) entre 48% e 50%, em comparação com farelos que possuem entre 42% e 45 % de PB. A composição da casca de soja varia de acordo com a eficiência do processo de garantia. Quando se deseja obter um farelo com maior teor de proteínas, a remoção da casca de soja é realizada de forma mais intensa, evitando assim a contaminação por fragmentos do grão ou do farelo (WANG, 2022).

Os sistemas utilizados na comparação são a FEDNA (Fundação Espanhola para o Desenvolvimento da Nutrição Animal), seu objetivo é o desenvolvimento da nutrição no âmbito espanhol e a difusão do conhecimento científico sobre os últimos avanços em Nutrição e Alimentação Animal; o NRC (National Research Council), conhecido como a principal base de informações para a formulação nutricional e conta com uma matriz de dados de análises de composição de diversos grãos; e no Brasil, o Ministério da Agricultura é responsável pela regulação nutricional dos grãos tanto para alimentação animal, consumo humano e descarte de resíduos provindos da indústria produtiva. Os sistemas regulatórios realizam estudos comparativos para definir valores nutricionais da soja bruta e de subprodutos como o farelo, conforme evidenciado na tabela 3. (GARCIA, 2020).

Tabela 3. Estudo comparativo dos valores nutricionais da soja e farelo de soja composta por 44-48% de Proteína Bruta. (ORIOL, 2021)

	<i>FEDNA</i> (44)	<i>FEDNA</i> (48)	<i>CVB</i> (44)	<i>CVB</i> (48)	<i>INRA</i> (46)	<i>INRA</i> (50)	<i>NRC</i> (44)	<i>NRC</i> (48)	<i>BRASIL</i> (44)	<i>BRASIL</i> (47)
<i>MS</i> (%)	88,0	87,9	87,7	87,2	87,6	87,6	88,8	89,0	88,1	88,8
Valor energético (kcal/kg)										
<i>Proteína Bruta</i> (%)	44,0	48,5	42,6	48,5	43,3	47,2	43,9	47,7	44,1	48,1
<i>Extrato Etéreo</i> (%)	1,9	1,9	2,2	1,9	1,7	1,5	1,2	1,5	1,1	1,1
<i>Fibra Bruta</i> (%)	5,9	3,2	6,0	3,7	6,1	3,9	6,6	3,9	5,4	4,6
<i>Amido</i> (%)	0,1	0,5	0,9	0,8	0,0	0,0	1,9	1,9	1,9	3,0
<i>Açúcares</i> (%)	7,0	7,0	9,1	10,3	8,5	9,2	-	-	-	-
<i>EM crescimento</i>	3070	3265	-	-	3170	3290	3382	3294	3118	3253
<i>EL crescimento</i>	1950	2025	1964	2048	1920	2000	2148	2087	1947	2043
<i>EL fêmeas</i>	2110	2195	1964	2048	2070	2120	2148	2087	2036	2120
Valor proteico										
<i>Digestibilidade proteína bruta</i> (%)	85	87	86	88	87	90	85	87	90	91
Composição Aminoácidos (%)										
<i>Lys</i>	6,08	6,16	6,20	6,20	6,10	6,10	6,29	6,20	6,17	6,05
<i>Met</i>	1,35	1,46	1,40	1,40	1,40	1,40	1,37	1,38	1,34	1,31
<i>Met + Cys</i>	2,83	2,97	2,90	2,90	2,90	2,90	2,92	2,85	2,81	2,83
<i>Tre</i>	3,91	3,96	3,90	3,90	3,90	3,90	4,01	3,90	3,92	3,89
<i>Trp</i>	1,30	1,35	1,30	1,30	1,30	1,30	1,34	1,38	1,41	1,39
<i>Ile</i>	4,45	4,56	4,60	4,60	4,60	4,60	4,46	4,48	4,69	4,64
<i>Val</i>	4,70	4,90	4,80	4,80	4,80	4,80	4,40	4,67	4,89	4,76
<i>Arg</i>	7,22	7,30	7,50	7,50	7,40	7,40	7,22	7,23	7,38	7,26
Digestibilidade ileal Estandartizada (%)										
<i>Lys</i>	88	91	88	90	90	92	88	89	90,1	91,2
<i>Met</i>	89	92	89	91	91	93	89	90	91,8	92,5
<i>Met + Cys</i>	86	90	85,5	87,5	89	91	87	87	90,3	90
<i>Tre</i>	85	88	84	86	86	89	83	85	86,4	87,5
<i>Trp</i>	86	90	87	89	89	91	90	91	89,2	90,3
<i>Ile</i>	87	90	87	89	89	91	88	89	89,4	90,2
<i>Val</i>	86	90	86	88	88	90	80	87	88,1	89,5
<i>Arg</i>	92	95	92	94	94	95	92	94	94	94,7
Minerais (%)										
<i>Ca</i>	0,29	0,29	0,31	0,30	0,34	0,34	0,35	0,33	0,24	0,35
<i>P</i>	0,61	0,65	0,66	0,64	0,62	0,62	0,64	0,71	0,59	0,59
<i>Pfítico</i>	0,40	0,43	0,46	0,45	0,37	0,37	0,36	0,38	0,37	0,36
<i>Pdisponível</i>	0,19	0,21	-	-	-	-	-	-	0,22	0,23
<i>Pdigestível</i>	0,24	0,26	0,28	0,27	0,20	0,20	0,25	0,28	0,27	0,27
<i>Na</i>	0,02	0,02	0,02	0,02	0,00	0,03	0,01	0,08	0,02	0,02
<i>Cl</i>	0,02	0,06	0,04	0,04	0,04	0,09	0,05	0,49	0,05	0,05
<i>K</i>	2,20	2,20	2,19	2,18	2,12	2,11	1,96	2,24	1,83	2,11
<i>Mg</i>	0,27	0,27	0,30	0,29	0,29	0,29	0,29	0,27	-	0,23

Legenda:

ED = Energia digestível;
EM = Energia metabolizável;
EL = energia líquida; *PB* = Proteína Bruta;
FD = Fibra bruta;

FEDNA = Fundação Espanhola para o Desenvolvimento da Nutrição Animal;
NRC = National Research Council;
FDN = Fibra em detergente neutro;
FDA = Fibra em detergente ácido;
INRA = Institut National de la Recherche Agronomique;

Ca = Calcio; *P* = Fósforo;
Cl = Cloro; *K* = Potássio;
Na = Sódio; *Mg* = Magnésio;
Pfítico = Ácido Fítico

Devido ao seu baixo teor de lignina e alto teor de celulose, a casca de soja apresenta-se como uma fonte de açúcares fermentescíveis para a produção de etanol de segunda geração. A bioconversão dessa biomassa em etanol requer um pré-tratamento termoquímico para facilitar a hidrólise enzimática dos complexos de carboidratos em açúcares simples, que podem ser fermentados para a produção de etanol (LI, 2020).

A CS é um resíduo fibroso que é gerado durante a separação do grão da casca. Esse resíduo é pouco utilizado na produção de ração animal, devido ao seu baixo valor nutricional, alto teor de lignina e baixa digestibilidade. No entanto, a casca de soja pode ser utilizada como substrato para a produção de etanol hidrolisado. (SILVA, 2020).

Biomassa

Os resíduos provenientes das indústrias de grãos, madeira, papel, entre outras, e que são, na maioria dos casos subutilizados, são denominados de biomassa residual. A biomassa é constituída basicamente por três componentes principais, a celulose, a hemicelulose e a lignina (Gonçalves, 2014). Nessa situação, toneladas de grãos sendo produzidas e toneladas de resíduos agrícolas são descartados diariamente, incluindo casca, palha, bagaço, sabugo, entre outros (Salazar, 2005).

Utiliza-se o termo Biomassa para se referir a toda a matéria orgânica, de origem animal ou vegetal, que pode ser utilizada para produção de energia. É uma fonte de energia renovável e limpa. A bioindústria é uma das principais áreas que utiliza a biomassa como matéria-prima para a produção de diversos produtos, como biocombustíveis, produtos químicos, fibras têxteis, alimentos e outros. (DEMIRBAS, 2019). A bioindústria utiliza diferentes tipos de biomassa, como resíduos agroindustriais, resíduos florestais, culturas agrícolas e microalgas. A produção de biomassa para a bioindústria também contribui para a economia circular, já que muitos dos resíduos gerados por outras indústrias podem ser reaproveitados como matéria-prima. (EZECHIÁS, 2019).

A indústria de processamento de alimentos produz grandes quantidades de resíduos que são desperdiçados, mas possuem valores nutritivos potenciais e, podem ser utilizados na alimentação animal. Há vantagens aparentes na utilização de casca do grão de soja (CS), resíduo de soja (RS) na alimentação animal, constituindo-se em uma ótima estratégia de redução nos custos com alimentação. A CS é um resíduo obtido no processamento de extração do óleo do grão dessa oleaginosa. A cada tonelada de soja que entra para ser

processado, cerca de 2% são transformados em casquinha de soja, essa porcentagem pode variar de 0% a 3%, de acordo com os objetivos de produção de farelo de soja.

O processamento da soja envolve a extração do óleo, que é utilizado na produção de diversos produtos alimentícios e industriais, como bioetanol. Durante o processamento, são geradas grandes quantidades de resíduos que precisam ser gerenciados adequadamente. Entre os principais resíduos gerados pelo processamento da soja destacam-se a casca, o farelo e a glicerina.

Quando se necessita de farelo de soja com maior concentração de proteína, há necessidade de retirar mais a casca de soja do farelo, ocorrendo maior disponibilidade de casquinha de soja. A CS é um resíduo de alto valor nutricional e, apesar de apresentar altos teores de FDN e FDA, estes são de alta digestibilidade (Zambom, 2001).

De acordo com Goldemberg (2009), atualmente há muitas tecnologias de conversão energética da biomassa, adequadas para aplicações em pequenas e grande escala. Dentre elas incluem processos como gaseificação, métodos de produção de calor e eletricidade, recuperação de energia de resíduos sólidos urbanos e gás de aterros sanitários, além claro dos biocombustíveis para o setor de transportes como etanol e bioetanol.

Dentre as opções de produção do uso da energia de biomassa, o etanol da cana-de-açúcar é o maior sucesso comercial dos combustíveis de biomassa em produção atualmente. No qual vem sendo considerado uma alternativa para diminuir problemas ambientais e energéticos no mundo em razão da escassez e alta dos preços dos combustíveis fósseis e da poluição por eles causada. De acordo com Pacheco (2011), o etanol contribui para a redução das emissões de dióxido de carbono, além do que o Brasil se encontra em uma posição favorável no que se refere à produção de etanol, por apresentar vantagens tecnológicas de produção, possibilidade de liderança na agricultura de energia e mercado de biocombustíveis sem ampliar área desmatada. Além disso, a matriz energética brasileira já é um exemplo de sustentabilidade, pois enquanto a média mundial é o uso de apenas 14% de fontes renováveis, o Brasil utiliza 46,8% (BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL, 2010).

Viegas (2010), relatou que a cana-de-açúcar para a produção de álcool é o insumo que garante a maior produtividade com custo de produção consideravelmente inferior ao etanol produzido nos demais países. O custo de produção do etanol brasileiro é de US\$ 0,22/L contra US\$ 0,35/L para esse combustível produzido pelos Estados Unidos, a partir do milho, por exemplo.

Etanol De Segunda Geração ou Celulósico

Quando discutimos o etanol de segunda geração, também conhecido como etanol celulósico, é fundamental estabelecer previamente o conceito de biocombustível. Os biocombustíveis são fontes de energia renováveis por meio da queima de biomassa ou de seus derivados, tais como o etanol, bioetanol, biogás, óleo vegetal, dentre outros. São considerados uma das formas sob as quais a biomassa pode ser utilizada, no qual na maioria das vezes os tipos utilizados como matérias-primas dos biocombustíveis são as plantas oleaginosas. Entre as vantagens dos biocombustíveis, destacam-se: menor índice de poluição com sua queima e processamento, podem ser cultivados, diminui a dependência em relação aos combustíveis fósseis e proporcionam o aumento dos índices de exportação do País favorecendo a balança comercial. No entanto, o biocombustível possui desvantagens como a necessidade de amplas áreas agricultáveis e podendo exercer uma pressão sobre o preço dos alimentos. (AZEVEDO, 2016).

Etanol A Partir Da Casca De Soja

A produção de bioetanol, especialmente a partir de biomassa lignocelulósica, é difícil devido à baixa eficiência do processo e aos altos custos de produção. No entanto, pesquisas recentes têm se concentrado em encontrar técnicas mais eficientes e economicamente viáveis para a produção de bioetanol. (ZAMBOM, 2001). Uma das tecnologias em desenvolvimento para a produção de bioetanol a partir da biomassa lignocelulósica é a hidrólise enzimática. Esse processo consiste na quebra de polímeros de biomassa em açúcares simples, que são fermentados para produzir bioetanol. Alguns estudos mostram que a hidrólise enzimática é uma tecnologia promissora para a produção de bioetanol, pois pode aumentar significativamente a eficiência do processo em comparação com os métodos tradicionais de hidrólise ácida, conforme ilustrado na figura 4. Além da hidrólise enzimática, outras tecnologias estão sendo desenvolvidas para melhorar o processo de produção do bioetanol, como o uso de microrganismos geneticamente modificados e biomassa de algas. (BASSO, 2010).

De acordo com Lima (2022), a produção de etanol de segunda geração envolve basicamente quatro etapas: pré-tratamento para remover a lignina e hemiceluloses; hidrólise

da celulose para obtenção da glicose; fermentação do açúcar e pôr fim a destilação para a obtenção do etanol.

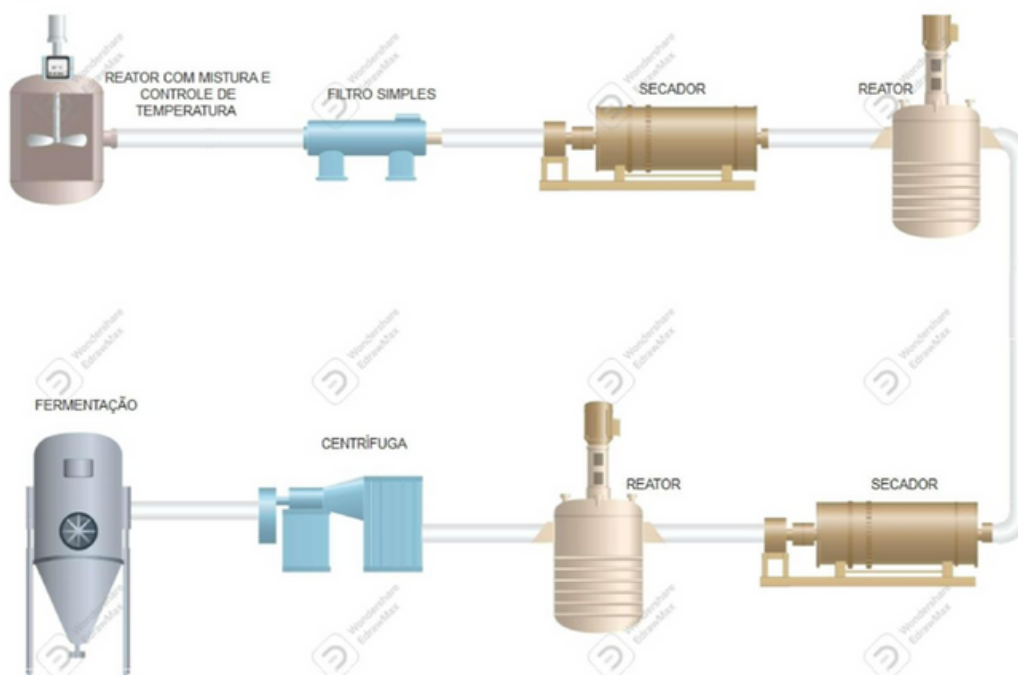


Figura 4. Fluxograma do processo de obtenção do etanol a partir da casca de soja

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Inicialmente deve-se realizar o tratamento da casca de soja, onde é necessário separar caso haja casca de outros resíduos contidos, a partir disso realizar o peneiramento e trituração para obtenção de casca menores com o pré-tratamento físico.

Inicia-se o processo com a hidrólise da casca da soja com a adição de uma enzima proteolítica. Bourscheid (2015), de acordo com a figura 5, Tardioli (2003) relatou que o processo de hidrólise enzimática resulta na formação de duas fases sendo uma parte insolúvel, geralmente utilizada em ração animal e a outra solúvel, rica em proteína hidrolisada podendo ser convertida em ingrediente a ser incorporado em alimentos processados. Ao final da hidrólise, a fração sólida deve ser recuperada por filtração, onde deve ser lavado, filtrado e secado.

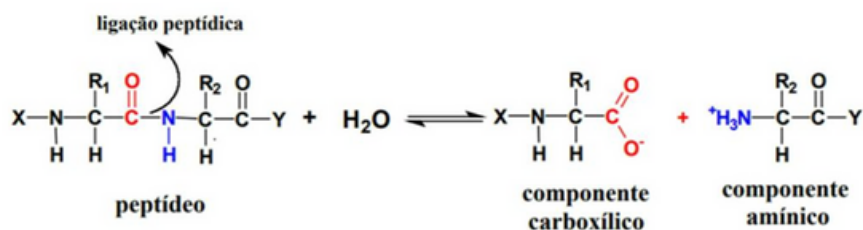


Figura 5. Reação química do processo de hidrólise com adição de enzima proteolítica. (TARDOLLI, 2003).

Em sequência esse material deve ser pré-tratado com a adição de ácido sulfúrico, processo esse denominado por extração de hemicelulose por hidrólise ácida suave, de acordo com a figura 6, onde acarreta a quebra da ligação polimérica e fazendo com que a molécula fique susceptível a entrada de novos grupos funcionais. Essa amostra testada, deve ser autoclavado por 40 min a 120°C (ROJAS, 2012). Assim como na etapa anterior, após os 40 min, o material sólido era resfriado a temperatura ambiente, recuperado por filtração e lavado com água destilada até pH neutro.

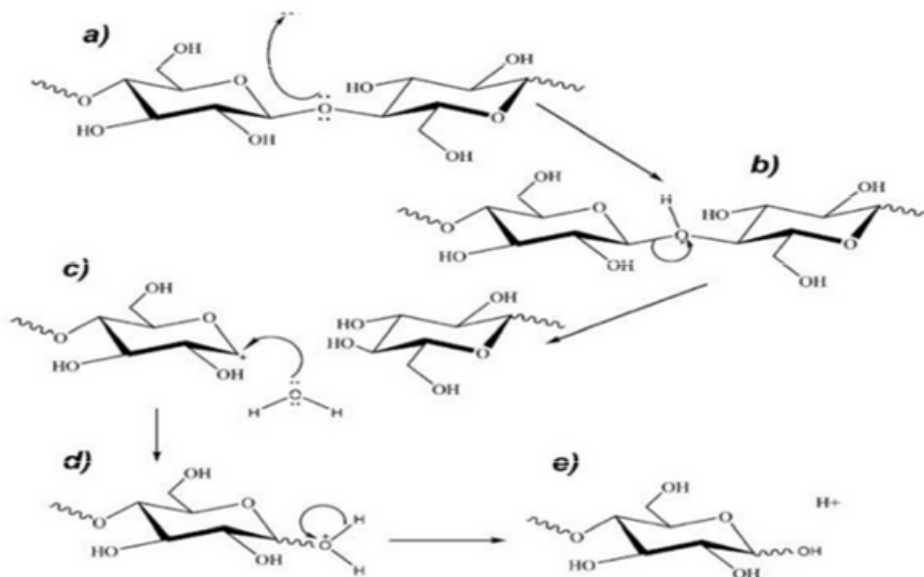


Figura 6. Mecanismo reacional da hidrólise ácida. (OGEDA E PETRI, 2021).

Esta fração sólida deve passar por uma sacarificação enzimática, processo onde através de uma reação de um agente catalisador (enzimas) e um substrato (celulose) que

reagem, e assim quebrando longas cadeias de moléculas de celulose e transformando em monossacarídeos (SANTOS, 2020).

Por fim o licor que foi sacarificado, deve ser submetido a um processo de fermentação alcoólica usando a levedura *Sacharomyces Cerevisiae*, sendo este método utilizado por Wolf (2011) e assim ocorrendo a conversão de açúcares fermentescíveis para o etanol, como demonstra a figura 7.

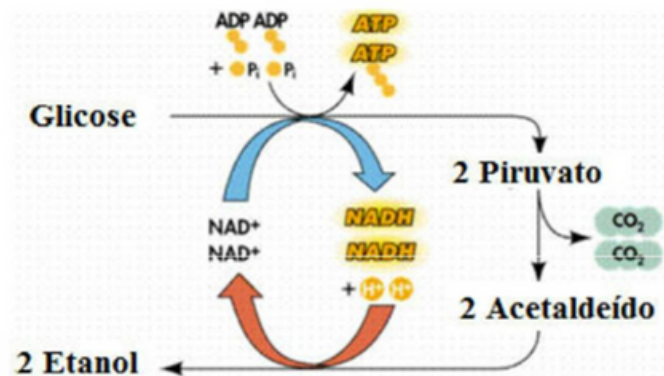


Figura 7. Reação da fermentação alcoólica. (ROJAS, 2012).

Assim, o etanol de segunda geração ou conhecido também como etanol celulósico, pode ser definido como o álcool extraído das fibras de um vegetal, obtido através do de resíduos lignocelulósicos e é denominado devido à utilização de matéria-prima renovável, não alimentar, de baixo custo e abundante (Aditiya, 2016, Ayodele, 2020, Sarkar, 2012). Este possibilita um incremento da produção do biocombustível, sem aumento da área cultivada e com a ampliação da produção o etanol tem potencial de aumentar em até 50% o volume de biocombustível produzido na mesma quantidade de terra, conforme demonstrado na figura 8.



Figura 8. Processo produtivo do etanol de segunda geração. Unica (2022).

A partir de todos esses conceitos, podemos concluir que os resíduos lignocelulósicos são biomassas promissoras para a obtenção de biocombustíveis, pois são compostos por celulose, hemicelulose e lignina. A partir disso a celulose e hemiceluloses são dissociadas em carboidratos para serem convertidas em biocombustíveis por microrganismos (Kucharska et al., 2018). Diante disso, o etanol hidrolisado produzido a partir da casca de soja é um promissor biocombustível que pode ser produzido a partir de resíduos da agroindústria. A casca de soja é abundantemente produzida na indústria processadora de soja, sua hidrólise permite a remoção dos açúcares e posterior fermentação para etanol, um combustível renovável que polui menos que os combustíveis fósseis. (ANDRIETTA, 2017).

Viabilidade Na Indústria

Pretto (2015) relatou que há diversos fatores que influenciam a viabilidade de uma planta, como a capacidade instalada, o custo dos insumos e preço de venda dos produtos, assim como também a tecnologia disponível, os equipamentos utilizados etc.

Entretanto, diante dos conceitos e estudos apresentados, podemos concluir que a casca de soja é um resíduo agroindustrial disponível em grandes quantidades em todo o mundo, no qual sua aplicação merece mais atenção do que simplesmente como ração para animais. Como visto, a casca de soja é obtida no processo de extração do óleo de soja. Para cada tonelada de semente de soja processada, cerca de 2% da massa total corresponde ao subproduto em questão. De acordo com a UbraBio (2010), a produção de matéria-prima para o bioetanol corresponde a 72% de todo o valor da cadeia gerada por este combustível, onde o lastro no abastecimento de matéria-prima para a produção de bioetanol tem sido a soja, e esta deverá continuar sendo a matéria-prima base para a produção de bioetanol nos próximos anos. Segundo o Ministério da Agricultura, a área plantada de soja no Brasil deverá passar dos atuais 23,5 milhões de hectares para algo em torno 26,5 milhões de hectares no ano de 2018. Nesse cenário, o Brasil naturalmente passaria a direcionar suas exportações para produtos de maior valor agregado na cadeia produtiva da soja, como o farelo, e diminuiria significativamente suas exportações de soja em grão. Portanto, o complexo da soja brasileiro apresenta elasticidade para absorver as demandas da indústria do bioetanol nos próximos anos, mantendo assim sua posição de importante lastro alternativo, dando segurança de abastecimento de matéria-prima para assegurar o desenvolvimento de outras oleaginosas no País. Além do que, um fator que pode contribuir para o aumento nas exportações de farelo é o incentivo à modernização das indústrias esmagadoras no Brasil, e dessa maneira em vez de exportar grãos, o Brasil poderá utilizar o óleo para produção de bioetanol.

Em relação a análise técnico-econômica, Pretto (2015) simulou uma proposta para a planta de processamento da casca de soja para obtenção do etanol, conforme exemplificado na figura 9.

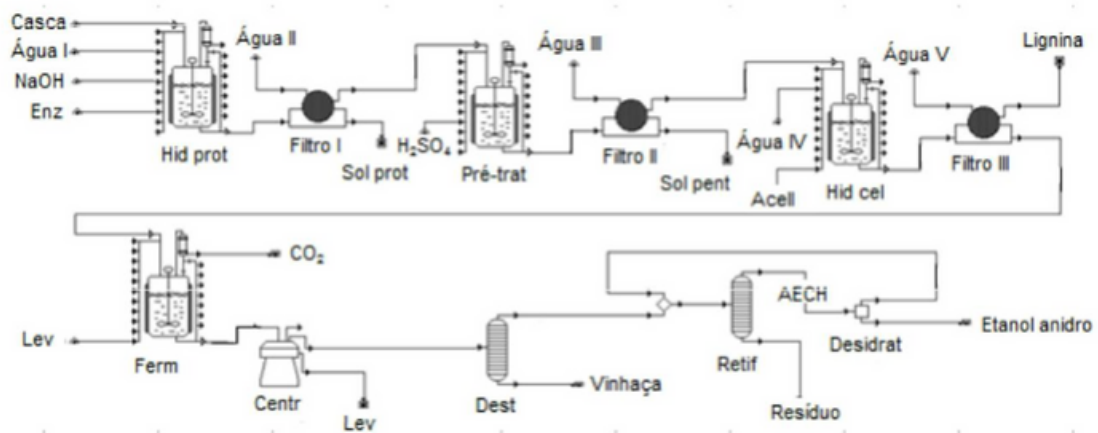


Figura 9. Planta de processamento da casca de soja. (PRETTO, 2015).

Nessa proposta foi fixado em 7920 horas o tempo de operação anual, obtendo um processamento de aproximadamente 36,2 mil toneladas de casca por ano. A IMCOPA - Importação, Exportação e Indústria de Óleos S.A. é uma empresa esmagadora de soja localizada em Araucária-PR. Utilizando esta empresa como exemplo, processar esta quantidade de casca seria o equivalente a utilizar aproximadamente 84% do total de casca gerada anualmente como subproduto da obtenção do óleo e farelo de soja.

Já em relação à escolha dos equipamentos, subentendeu-se que o processo de fermentação poderia seguir o mesmo parâmetro ao que se dá com o bagaço da cana-de-açúcar, sendo assim os mesmos utilizados por Dias (2011), para a produção de etanol de segunda geração. Por fim, após a realização do processo, considerou-se que a obtenção de álcool hidratado, com aproximadamente 93% em massa de etanol e depois da desidratação, foi de 99,6% em massa de etanol.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A soja é uma cultura importante na cadeia produtiva mundial, sendo uma fonte significativa de proteína vegetal e diversos produtos derivados, no entanto, o processamento da soja gera uma quantidade de resíduos que precisam ser tratados e preservados para evitar danos ambientais negativos. Durante as diferentes etapas do processamento da soja, como colheita, limpeza, moagem e refino, são gerados resíduos como folhas, caules, cascas e lodo. É fundamental gerenciar esses resíduos de forma adequada para minimizar o impacto ambiental da cadeia produtiva da soja. Esses resíduos podem ser reaproveitados ou reciclados para a produção de ração animal, adubo orgânico ou biocombustíveis, como o bioetanol.

A casca de soja é um subproduto valioso do processamento da soja, contendo celulose e hemicelulose, que pode ser utilizada como fonte de açúcares fermentáveis para a produção de etanol de segunda geração. Além disso, a casca de soja pode ser usada como substrato para a produção de etanol hidrolisado. No entanto, outras fontes de matéria-prima, como o girassol, podem ser mais rentáveis em alguns casos. A qualidade da matéria-prima, como o teor de carboidratos livres, deve ser considerada, e a escolha da cultivar de soja e a densidade de semear podem influenciar na produtividade e no teor de óleo da planta. A fermentação é o principal processo de produção de etanol, embora a produção sintética também seja usada.

As matérias-primas oriundas de resíduos e sobras de produtos naturais, aliadas ao conceito de biorrefinarias, são fundamentais para a expansão da produção de etanol, a soja se destaca entre as leguminosas candidatas devido ao alto teor de proteína e outros componentes importantes, tornando-se um alimento funcional que contribui para uma melhoria da saúde e qualidade de vida. A produção de bioetanol a partir da soja é uma alternativa viável e sustentável para a matriz energética brasileira, e a utilização do resíduo da soja, como a casca, pode ser uma opção interessante. A modificação das turbinas de esmagamento de soja pode contribuir para o aumento das exportações de farelo de soja em vez de grãos. A otimização do processo de desacidificação do óleo de soja pode contribuir para a melhoria da qualidade do bioetanol produzido. É fundamental adotar práticas sustentáveis e responsáveis na produção de bioetanol e outras fontes de energia renováveis, considerando os impactos ambientais e sociais associados a essa produção.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALBUQUERQUE, J. A. C.; Kalil, R. A.; Ávila, S.; Coradini, A. L. V.; Steffens, C. Avaliação da hidrólise ácida da casca de soja e utilização do hidrolisado para produção de etanol. *Química Nova*, v. 35, n. 7, p. 1360-1366, 2012.

ANDRIETTA, M. G. S.; Boscolo, M.; Zaiat, M. Soymilk okara hydrolysis for bioethanol production. *Bioresource Technology*, v. 236, p. 8-14, 2017.

AZEVEDO, Adriana Neves Gomes de; LIMA, Bruna Gomes de Azevedo. *Biocombustíveis: desenvolvimento e inserção internacional*. 2016.

BALAT, M.; BALAT, H. Recent trends in global production and utilization of bio-ethanol fuel. *Applied Energy*, n. 86, p. 2.273-2.282, 2009.

BASSO, L. C. et al. Brazil's biofuels: policies and impacts. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 14, p. 316-327, 2010.

BOURSCHEID, Cristiane et al. Otimização do processo de hidrólise enzimática de coproduto da desossa de frango e aplicação do hidrolisado em hambúrguer. 2015.

CARVALHO FO, Pellegrino Cerri CE, Cerri CC. Soil quality assessment under different agricultural systems and management practices in soybean areas in Brazil. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2019.

CASCONE, R. Biofuels: what is beyond ethanol and bioethanol? *Hydrocarbon Processing*, p. 95-109, Sep. 2007.

CHIODI, A., Gargiulo, M., & Szklo, A. (2019). A comparative analysis of the CO₂ emissions intensity of ethanol, gasoline, and natural gas. *Energy Policy*, 129, 1226-1237.

DA SILVA AC, Vendramini AL, Spada FP, et al. Soybean hulls: A potential antioxidant source for food applications. *Food Chem*. 2020.

DA SILVA LE, Batistuti MR, Chang YK. Addition of soybean hulls and wheat bran on the nutritional and sensory quality of breads. *J Food Sci Technol*. 2020;57(2):413-420.

DE ANDRADE, Ednilton Tavares; DE CARVALHO, Sergio Roberto Garcia; DE SOUZA, Lucas Fernandes. Programa do Proálcool e o etanol no Brasil. *Engevista*, 2009.

DEMIRBAS, A. *Biofuels and Bioenergy: Processes and Technologies*. London: Springer, 2019.

DOTTO, A.; De Almeida Stock, M.; Machado Rosa, A.; Caroline Ferreira Da Silva, M.; Guimaraes Da Silva, M. Estimativa Dos Gases De Efeito Estufa Do Cultivo Da Soja Na Região Do Pampa. *Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão*, v. 9, n. 2, 3 mar. 2020.

EZECHIAŠ, M. *Biomass for Bioindustry and Energy: Production, Utilization, and Applications*. Boca Raton: CRC Press, 2019.

FERNANDES, DS, Viana, LA, Sanches, EA, & Watanabe, PH (2021). Avaliação da casca de soja como substrato para fermentação em estado sólido com *Aspergillus oryzae*. *Revista Brasileira de Microbiologia*, 52(1), 335-343.

FERREIRA-LEITÃO, V. S.; Cardoso, J. C.; Mussatto, S. I. Production of ethanol from soybean hull hydrolysate with a flocculating *Saccharomyces cerevisiae* strain: Kinetic and mass transfer parameters. *Biochemical Engineering Journal*, v. 136, p. 156-163, 2018.

FREITAS, M. A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. *Enciclopédia Biosfera*, v. 7, n. 12, 2011.

FISHCER, Morten. *Limiting factors for the enzymatic accessibility of soybean protein*. Wageningen University and Research, 2006.

FURLAN, F. F. *Desenvolvimento de ambiente integrado para simulação e otimização estática da produção de etanol a partir de bagaço de cana-de-açúcar por rota bioquímica*. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia química) - Faculdade de Engenharia química, Universidade federal de São Carlos, São Carlos, 2012.

GARCIA, L. R. Qualidade Nutricional De Farelos De Soja Comerciais Processados No Município De Uberlândia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, 2020.

GUO Y, Zhai W, Han L, et al. Bio-oil production from soybean hull via pyrolysis and its combustion characteristics. *Fuel*. 2019;252:82-88.

JESWANI HK, Chilvers A, Azapagic A. Environmental sustainability of biofuels: a review. *Proc Math Phys Eng Sci*. 2020 Nov;476(2243):20200351. doi: 10.1098/rspa.2020.0351. Epub 2020 Nov 25. PMID: 33363439; PMCID: PMC7735313.

JIANG, L., Fang, L., Zhou, X., Zhou, C., Ma, Z., & Xu, L. (2019). Casca de soja como potencial matéria-prima para a produção de etanol combustível. *Culturas e produtos industriais*, 138, 111450.

KICE INDUSTRIES, Inc., “Multi-Aspiration System”, Wichita, KS, 2011.

KIM, Y. et al. Prospects of microalgae biomass production for bioindustry and energy sectors in Korea. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 59, p. 141-149, 2016.

KUCHARSKA, Karolina et al. Key issues in modeling and optimization of lignocellulosic biomass fermentative conversion to gaseous biofuels. *Renewable energy*, v. 129, p. 384-408, 2018.

LI, Z., Zhang, R., Zhang, M., Fan, J., Huang, H., Zhang, S., ... & Huang, H. (2020). Aproveitamento integrado de palha de milho e casca de soja para produção de bioetanol. *Culturas e produtos industriais*, 154, 112747.

LORENZI, Bruno Rossi; ANDRADE, Thales Haddad Novaes de. O etanol de segunda geração no Brasil: políticas e redes sociotécnicas. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, v. 34, 2019.

MCKENDRY, P. Energy production from biomass (part 1): overview of biomass. *Bioresource Technology*, v. 83, n. 1, p. 37-46, 2002.

MEHMOOD MA, Huang J, Yan X, Maqsood MA, Abbas Q, Wang L, et al. Environmental assessment of bioethanol production from soybean oil using life cycle assessment approach: A review. *Renew Sustain Energy Rev.* 2019

MIELENZ, J. R. Ethanol production from biomass: technology and commercialization status. *Current Opinion in Microbiology*, v. 4, n. 3, p. 324-329, 2001.

MORAES, Marcelo Lopes de, and Mirian Rumenos Piedade Bacchi. "Etanol: do início às fases atuais de produção." *Revista de Política Agrícola* 23.4 (2015): 5-22. Bastos, Valéria Delgado. "Etanol, alcoolquímica e biorrefinarias." (2007).

MORAES, Wanderson Bucker. Potenciais impactos das mudanças climáticas globais sobre a agricultura. *Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas*, v. 5, n. 2, 2011.

MOSIER, N. et al. Features of promising technologies for pretreatment of lignocellulosic biomass. *Bioresource Technology*, v. 96, p. 673-686, 2005.

MOTA, C. J. A., MONTEIRO, R. S. Química e sustentabilidade: Novas fronteiras em biocombustíveis. *Química Nova*, v. 36, p.1483-1490, 2013.

MOZZAQUATRO, E. M. S. S., ALMIRAO, D. D. O., RIGHI, A. P., & LOPES, J. C. D. S. Viabilidade econômica da cultura da soja em uma propriedade rural. *Revista Congrega-Mostra De Trabalhos De Conclusão De Curso-Issn, 2595- 3605*, v.1, p. 806-824, 2017.

OGEDA, T. L.; Petri, D. F. "Hidrólise enzimática de biomassa". *Química nova*, v. 33 n. 7, p. 1549-1558, 2021.

PACHECO, Thályta Fraga. *Produção de etanol: primeira ou segunda geração?*. 2011.

PACHECO, W. J. et al. Effects of trypsin inhibitor and particle size of expeller extracted soybean meal on broiler live performance and weight of gizzard and pancreas. *Poultry Science*. Champaign, v. 93 p.2245-2252, 2014.

PANDYA, T. S., SRINIVASAN, R. e JOHNSON, J. K., “Operating air velocities for fiber separation from corn flour using the Elusieve process”, 2012.

PENG, M., Chen, H., Gao, Y., Zhang, M., Xu, X., Wang, L., & Fan, X. (2020). Tratamento térmico e hidrólise enzimática do farelo de soja: efeitos na composição nutricional, digestibilidade in vitro da proteína e atividade inibidora de tripsina. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100(4), 1826-1833.

PRETTO, C. et al. Avaliação Técnico-Econômica Do Processo De Obtenção De Oligopeptídeos E Etanol a Partir Da Casca Da Soja. *Blucher Chemical Engineering Proceedings*, v. 1, n. 2, p. 11917-11924, 2015.

ROCHA, M.S.R.S; ALMEIDA, R.M.R.G; CRUZ, A.J.G. Avaliação do Potencial Energético de Resíduos agroindustriais provenientes de diferentes regiões brasileiras. *ENGEVISTA*, V. 19, n.1, p. 217-235, 2017.

ROJAS, M.J. Produção de Etanol e Hidrolisado Proteico da Casca de Soja. UFSCAR, 2012.

SANTOS, Ciro M. et al. Produção de Bioetanol a partir dos Resíduos da Indústria de Papel. *Vir. Química*, v. 12, n. 4, 2020.

SBARDELOTTO, A., & Leandro, G. V.. (2008). Escolha de cultivares de soja com base na composição química dos grãos como perspectiva para maximização dos lucros nas indústrias processadoras. *Ciência Rural*, 38(3), 614–619.

SILVA, F.B. Produção de Etanol a Partir de Melaço de Soja Hidrolisado Enzimaticamente. UFU, 2011.

SILVA, C. C. da; Carvalho, D. A. de. Biomassa como fonte de energia e desenvolvimento. Planejamento e Políticas Públicas, n. 28, p. 33-64, 2005.

UBRABIO. Bioetanol and its contribution to Brazilian development. FGV, 2010

YOO, J. et al. Thermo-mechanical extrusion pretreatment for conversion of soybean hulls to fermentable sugars. Bioresource Technology, v. 102, n. 16, p. 7583-7590, 2011.

WANG, X., Han, L., Zhang, Y., & Yang, G. (2022). Alterações na composição química e digestibilidade in vitro do farelo de soja por tratamento alcalino e térmico. Jornal de Ciência Animal e Biotecnologia, 13(1), 3.

WOLF, Lucia Daniela. Pré-tratamento organossolve do bagaço de cana-de-açúcar para a produção de etanol e obtenção de xilooligômeros. 2011.

WYMAN, C. E. et al. Comparative sugar recovery and fermentation data following pretreatment of poplar wood by leading technologies. Biotechnology Progress, v. 24, p. 384-389, 2008.

ZAMBOM, M. A. et al. Valor nutricional da casca do grão de soja, farelo de soja, milho moído e farelo de trigo para bovinos. Acta Scientiarum, Maringá, v.23, n.4, p. 937-943, 2001.



Conhecendo um pouco mais...

DROGAS - Aspectos bioquímicos e terapêuticos

Jeferson Santos Santana

O consumo de substâncias psicoativas representa um fenômeno histórico-cultural que acarreta implicações médicas, políticas, religiosas e econômicas. Ao longo da história, é evidente que a humanidade tem mantido uma relação persistente com os psicoativos, aqui referidos genericamente como drogas, salvo as populações que habitam as zonas árticas, desprovidas de vegetação. A motivação para essa prolongada associação é diversificada, abrangendo desde a busca pelo prazer até o alívio de preocupações, controle do humor e a exploração da expansão da consciência, com a alteração dos estados ordinários.

No contexto da problemática das drogas, décadas de abordagem entre os discursos de medicalização e criminalização resultaram na disseminação generalizada da concepção de que o uso de qualquer substância proscriba pode acarretar danos físicos e mentais, com possíveis efeitos a curto ou médio prazo, podendo inclusive culminar em morte devido à deterioração geral da saúde ou intoxicação acidental (overdose).

O funcionamento das drogas incide no sistema de recompensa do cérebro, desencadeando a liberação de dopamina e proporcionando sensações de prazer. As pessoas frequentemente buscam as drogas para experimentar essas sensações e, ao repetirem esse comportamento, fortalecem o sistema de recompensa que apoia o consumo. De maneira significativa, as drogas muitas vezes ativam o sistema de recompensa de forma mais intensa do que comportamentos essenciais, como comer ou o sexo. O vício pode se manifestar quando as drogas assumem o controle do sistema de recompensa, resultando em uma compulsão pelo seu consumo.

Conforme definido pela Organização Mundial da Saúde (OMS), o termo "droga" abrange qualquer substância, seja natural ou sintética, que, quando introduzida no organismo, altera suas funções normais. Nota-se que essa definição é ampla, mas no senso comum, frequentemente está associada a substâncias consideradas prejudiciais ao usuário. Na prática, essa concepção está diretamente ligada às drogas psicotrópicas, que, por definição, são substâncias que afetam o Sistema Nervoso Central (SNC), promovendo alterações nos processos psíquicos.

De acordo com a Agência Senado (2023), as drogas podem ser categorizadas como depressoras, estimulantes ou perturbadoras da atividade do sistema nervoso central, cujo órgão principal é o cérebro.

Depressoras: Diminuem a atividade cerebral, resultando em um estado "desligado". Reduzem a tensão emocional, atenção, concentração, memória e capacidade intelectual. Exemplos incluem álcool, barbitúricos, ansiolíticos, sedativos, ópio, morfina, xaropes e solventes (inalantes).

Estimulantes: Aumentam a atividade cerebral, deixando a pessoa mais "ligada" ou "elétrica". Anfetaminas, nicotina (presente no cigarro) e cocaína são exemplos notáveis, geralmente inibindo sensações de fome, cansaço e sono, podendo induzir estados de excitação e aumento da ansiedade.

Perturbadoras: Também chamadas de alucinógenas, modificam a qualidade da atividade cerebral, levando-a a funcionar de maneira anormal. Essas substâncias alteram a percepção, pensamento e podem induzir alucinações e delírios. Exemplos incluem maconha, ecstasy e LSD 25.

Os esteroides anabolizantes, utilizados para aumentar a força muscular, representam outra categoria de substâncias que pode acarretar efeitos adversos, como hipertensão, tumores hepáticos, impotência, calvície e risco de ataque cardíaco.

De acordo com Franco (2020), o efeito farmacológico de cada droga psicotrópica está intrinsecamente ligado ao arranjo espacial dos grupos funcionais e suas propriedades estruturais. Esses elementos devem ser complementares ao sítio de ligação localizado na biomacromolécula, ou seja, no sítio receptor presente no Sistema Nervoso Central (SNC), para propiciar uma interação seletiva.

O reconhecimento molecular da droga pela biomacromolécula pode ser compreendido por meio do modelo chave-fechadura, que ilustra as moléculas dos compostos ativos como chaves interagindo com biomacromoléculas, consideradas como fechaduras. Assim, a presença de uma reentrância na chave coincide com uma protuberância complementar na fechadura, facilitando a interação seletiva. A resposta farmacológica das substâncias ativas resulta dessa interação chave-fechadura.

A bioquímica das drogas é uma área de estudo que se concentra nas interações moleculares entre substâncias químicas e organismos vivos, especificamente no contexto dos efeitos das drogas no corpo humano. O entendimento dessas interações é crucial para a farmacologia, que busca compreender como as drogas afetam os processos bioquímicos e fisiológicos do organismo.

Diferentes classes de drogas atuam de maneiras diversas, mas muitas compartilham mecanismos bioquímicos semelhantes. Por exemplo, muitas drogas psicoativas afetam o sistema nervoso central, interagindo com neurotransmissores. A cocaína, por exemplo, impede a recaptura de neurotransmissores como a dopamina, aumentando sua concentração na sinapse e prolongando os efeitos de prazer.

Os opioides, por outro lado, interagem com receptores específicos no sistema nervoso, aliviando a dor e produzindo efeitos analgésicos. A maconha contém compostos, como o THC, que se ligam a receptores canabinoides no cérebro, influenciando a cognição e o humor.

Além disso, a bioquímica das drogas está intimamente ligada aos processos de metabolismo e eliminação do organismo. O fígado, por exemplo, desempenha um papel fundamental na metabolização de muitas drogas, tornando-as mais solúveis em água e facilitando sua excreção pelos rins.

Em suma, a compreensão da bioquímica das drogas é crucial para desenvolver tratamentos eficazes, entender os potenciais efeitos colaterais e promover a segurança no uso de substâncias químicas para fins terapêuticos.

A busca por medicamentos terapêuticos é um processo voltado para a identificação de compostos que apresentem utilidade terapêutica no tratamento e cura de doenças. Normalmente, os esforços de descoberta de medicamentos concentram-se em alvos biológicos que desempenham um papel significativo no desenvolvimento da doença ou partem de moléculas com atividades biológicas promissoras. O processo compreende a identificação de candidatos, síntese, caracterização, triagem e ensaios para avaliar a eficácia terapêutica.

Uma vez que um composto demonstra seu valor nesses testes, inicia-se o processo de desenvolvimento de medicamentos, que antecede os ensaios clínicos. Esse percurso envolve custos elevados devido aos investimentos substanciais em pesquisa, desenvolvimento e testes clínicos em seres humanos.

A descoberta de medicamentos inovadores engloba não apenas componentes técnicas, mas também a introdução de novas ideias e estratégias. O impacto de tecnologias emergentes na Pesquisa e Desenvolvimento de medicamentos tem crescido continuamente nas últimas décadas. A pesquisa farmacêutica foi aprimorada por novas tecnologias, e avanços tecnológicos têm o potencial de acelerar o processo de descoberta de novas drogas em qualquer período.

Com a chegada do século XXI, as técnicas bioquímicas e as tecnologias de ponta proporcionaram uma variedade de novas abordagens no design e inovação de medicamentos. A utilização de ensaios bioquímicos, biomarcadores, exploração de modelos matemáticos, aplicação de tecnologias de síntese de alta velocidade, projeto computacional de medicamentos, incluindo metodologias ancoradas em termodinâmica estatística, entre outras, tem ampliado significativamente o potencial para aumentar a taxa de sucesso no desenvolvimento de novas entidades terapêuticas. Isso também implica em uma redefinição no conceito de medicamentos modernos e tradicionais.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA SENADO. Efeitos das substâncias no sistema nervoso. Disponível em: <<https://www12.senado.leg.br/noticias/especiais/especial-cidadania/drogas/efeitos-das-substancias-no-sistema-nervoso>>. Acesso em 15 dez. 2023.
- FRANCO, D. F. P.; COSTA, R. G. M.; VITÓRIO, F.. A química das drogas: uma abordagem didática para o ensino de funções orgânicas. Educação Pública, DOI:10-18264/REP, 2020.
- MEDEIROS, D.; TOFOLI, L. F.. mitos e evidências na construção das políticas sobre drogas. Boletim de análise político-institucional, n18, 2018.
- PAN, S.; et al.. New perspectives on innovative drug discovery: An overview, Journal Pharm Pharmaceutical Science, v13, n3, 2010.



Jeferson Santos Santana é Professor do Departamento de Engenharia da FMU

Entrevista com Profissional

O bate-papo desta edição é com o Professor e Consultor Técnico da EcoPetrus Sr. Calixto Fernandes. Ele é consultor na área de processos industriais e laboratórios químicos, com foco na melhoria de resultados através da busca constante por inovações e otimização dos sistemas produtivos

Conte-nos um pouco da sua história até os dias de hoje.

Iniciei minha carreira trabalhando em uma joalheria e no treinamento de ourives tive contato com os ácidos nítrico e clorídrico no meio dos anos 80. Me interessei pela decapagem química e eletrodeposição.

Busquei um curso técnico em química, depois engenharia, licenciatura e pedagogia. E na pós graduação, para área de eletroquímica.

Passei pelas áreas de controle de qualidade, P&D, processo e assistência técnica em empresas nacionais e internacionais e multinacionais. Depois de 25 anos de trabalho efetivo nas indústrias e ministrando aulas a noite, decidi montar um consultoria de projetos industriais com suporte jurídico e técnico.



Quem é e como surgiu a ideia da EcoPetrus? Como você se mantém atualizado sobre as tendências do setor?

A EcoPetrus surgiu da necessidade que eu mesmo tinha no mundo corporativo para validar projetos e implementar processos de acordo com as normas vigentes e capacitação de profissionais para atuar nesta área. Entendi a necessidade do mercado e logo após fui demitido do cargo de coordenador de pintura eletroferética na indústria automobilística me projetei neste ramo.

As atualizações provêm do estudo das normas vigentes como ASTM e as NBR's. E como atendemos o setor de perícias técnicas a própria legislação atualizada. Adicionalmente nos atualizamos com visitas à feiras técnicas ligadas à vários setores.

Como você equilibra sua vida pessoal com as demandas de administrar um negócio? E quais são alguns erros que você gostaria de ter evitado?

Diversas vezes é muito corrido mas com foco, disciplina e senso de urgência, mas conseguimos manter os prazos. Sempre dividi as atividades administrativas com meu filho e a parte jurídica com minha filha.

Alguns erros me ajudaram muito, pois me indicou como desenvolver resiliência. Mas um erro que poderia ter evitado no começo, seria gerenciar melhor o tempo e proteger minhas emoções para não gastar energia e tempo com pessoas que não agregam, só "sugam" nossa energia.

Qual sua visão sobre o empreendedorismo aplicados em vertentes mais fechadas, como a Química e os maiores desafios dentro da área de Consultoria que você já teve que lidar?

Comece! Faça alguma coisa que ninguém faz ou faça o que todo mundo faz, mas faça bem feito, melhor que seus concorrentes. Dentre os desafios, o maior que tive foi a área jurídica (perícias e laudos). Os prazos são curtos para determinar de forma assertiva as informações contidas nos processos. Prazos para entregas dos projetos, principalmente os que envolvem muitas legislações, como os que estão na malha do AVCB (auto de vistoria do corpo de bombeiros) sistema de proteção e combate a incêndio.



Qual a experiência mais significativa, de mercado, que você conquistou e quais são as qualidades mais importantes de um líder?

De desenvolver um trabalho bem feito, com responsabilidade e empatia às necessidades do cliente. Independente se é uma multinacional ou um reclamante trabalhista, querendo impugnar um laudo desfavorável. Um líder precisa ter sensibilidade para desenvolver a melhor leitura de pessoas e das situações desafiadoras. Evita muitos erros.

Que conselho você daria para alguém que está pensando em abrir seu próprio negócio?

*Vai... caia... levante... aprenda e não desista!
No começo, busque uma fonte de renda, como empregado e continua empreendendo. E quando estiver capitalizando bem o seu negócio não se iluda com o consumo dos bens consumíveis (carro, moto etc...).*


Deixe um recado para os estudantes das áreas de Engenharia que estão lendo sobre você.

Você pode até errar, mas não deve deixar de aprender com seu erros, mais que os acertos.

5 ATITUDES QUE VOCÊ PODE APRENDER COM O XADREZ



10 HÁBITOS DIÁRIOS DE EMPREENDEDOR DE SUCESSO

-  1 DETERMINAR HORÁRIOS PARA REALIZAR CADA ATIVIDADE
-  2 FAZER AS TAREFAS MAIS DIFÍCEIS PELA MANHÃ
-  3 TER HÁBITOS SAUDÁVEIS
-  4 DEFINIR UM PONTO DE PARTIDA
-  5 EXECUTAR PRIMEIRO AS ATIVIDADES QUE GERAM RECEITAS
-  6 ACOMPANHAR SEU PROGRESSO
-  7 TIRAR FOLGAS
-  8 FAZER COM QUE O TIME TRABALHE NA SOLUÇÃO DE PROBLEMAS
-  9 SAIBA LIDAR COM AS PESSOAS
-  10 NUNCA PARAR DE ESTUDAR

MINHAVIDASEMCHefe.COM

VOCÊ SABE

COMO SER UM MEMBRO SPE?

Preparamos esse passo a passo para te ajudar.

POR QUE SE ASSOCIAR?

Ser membro SPE é unir forças, dividir aprendizagem, adquirir percepções incomparáveis, compartilhar experiências para conquistar o sucesso profissional e aliar-se ao futuro promissor da indústria.

Os benefícios são diversos, como workshops, eventos temáticos, palestras técnicas, livros e revista, além de oportunidades exclusivas para cursos promovidos pela SPE e estabelecer contato com diversos profissionais importantíssimos no ramo.



QUER SABER MAIS? ENTÃO, VAMOS LÁ!



Entre em contato conosco!



SPE_FMU



CHAPTER.SPEFMU

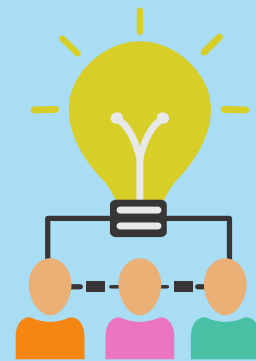


STUDENT CHAPTER SPE FMU



FMU_CHAPTER@SPEMAIL.ORG

Eventos e Atividades



Apoio e suporte aos alunos Enadistas de Engenharia

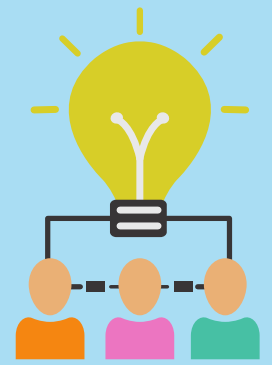
No dia 26/11 nossos alunos de Engenharia participaram do Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes. é uma prova escrita, aplicada anualmente, usada para avaliação dos cursos de ensino superior brasileiros. A aplicação da prova é de responsabilidade do INEP, uma entidade federal vinculada ao Ministério da Educação. Como motivação, os professores e coordenadores das Engenharias participaram do Exame e apoiar o grupo de alunos que faziam a prova.



Congresso dos Trabalhos de Conclusão de Curso

Em 21/06 foi realizado um evento intercursos entre Engenharia Química, Engenharia de Petróleo e Engenharia Ambiental para apresentação dos trabalhos de conclusão de cursos dos estudantes formandos. O evento aconteceu às 19h30 no Auditório do Prédio 43 na Avenida Brigadeiro Luis Antonio. O evento contou com a participação da Coordenadora Suely Gama e dos professores dos cursos para avaliação dos trabalhos e conversa com os estudantes. Várias fotos serão expostas na seção ACADEMIZANDO...

Eventos e Atividades

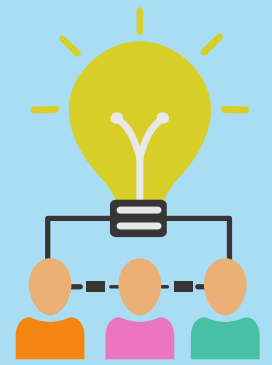


Visita Técnica dos Alunos de Engenharia Química à Empresa PotiQuímica

Em maio os alunos de Engenharia Química fizeram uma visita técnica organizada pelo prof. Fabio Esper à empresa fabricante de produtos de limpeza, Poti Química na cidade de São Bernardo do Campo.



Eventos e Atividades



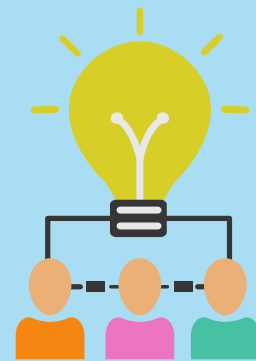
Visita Técnica dos Alunos de Engenharia de Petróleo à Empresa Baker Hughes em Jandira

Os estudantes de Engenharia de Petróleo tiveram a oportunidade de conhecer a empresa Baker Hughes em companhia do Prof. Carlos Quarello. A Baker Hughes Company, constituída sob a Lei Geral das Sociedades de Delaware e sediada em Houston, é uma das maiores empresas de serviços de campos petrolíferos do mundo e tem uma filial na cidade de Jandira, na Grande São Paulo, que foi o local da nossa visita.





Eventos e Atividades



Participação dos alunos de Engenharia no CONIC

Realizado pelo Semesp desde 2001, o Congresso Nacional de Iniciação Científica – CONIC-SEMESP tem como objetivo identificar talentos, estimular a produção de conteúdo científico além de viabilizar na prática os projetos apresentados pelos alunos, por meio do exercício da criatividade e de conhecimentos adquiridos. Neste ano nosso grupo de Engenharia contou com a participação de dois trabalhos. Parabéns aos alunos e orientadores envolvidos!

CONTAMINAÇÃO E INTOXICAÇÃO MERCURIAL NO BRASIL: GARIMPO DE OURO NA AMAZÔNIA

ÁREA: CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA

SUBÁREA: Engenharias

CATEGORIA: EM ANDAMENTO

AUTOR(ES): LARISSA SILVA FLAVIO

ORIENTADOR(ES): ELISANGELA RONCONI RODRIGUES

INSTITUIÇÃO: CENTRO UNIVERSITÁRIO DAS FACULDADES METROPOLITANAS UNIDAS

[VISUALIZAR O TRABALHO](#)

NANOCOMPÓSITOS POLIMÉRICOS: ASPECTOS QUÍMICOS, PROPRIEDADES E POTENCIALIDADES – UMA REVISÃO

ÁREA: CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA

SUBÁREA: Química

CATEGORIA: CONCLUÍDO

AUTOR(ES): EDUARDO DOS SANTOS ARRUDA

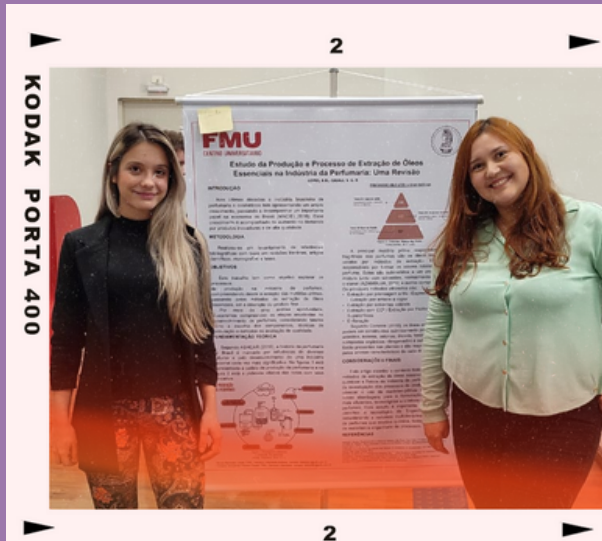
ORIENTADOR(ES): JEFERSON SANTOS SANTANA

INSTITUIÇÃO: CENTRO UNIVERSITÁRIO DAS FACULDADES METROPOLITANAS UNIDAS

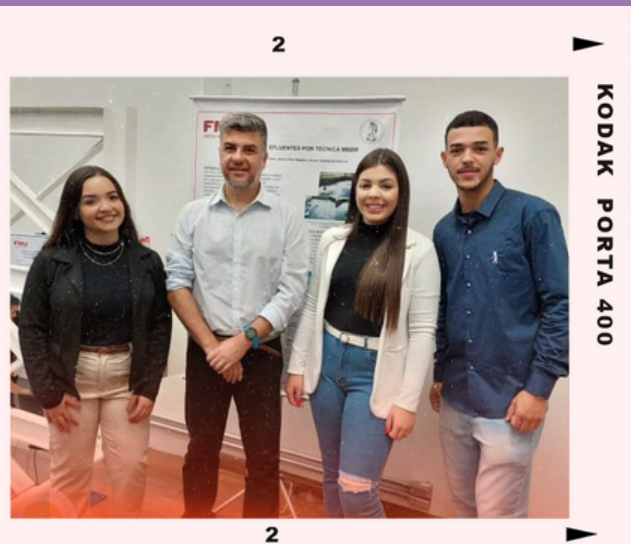
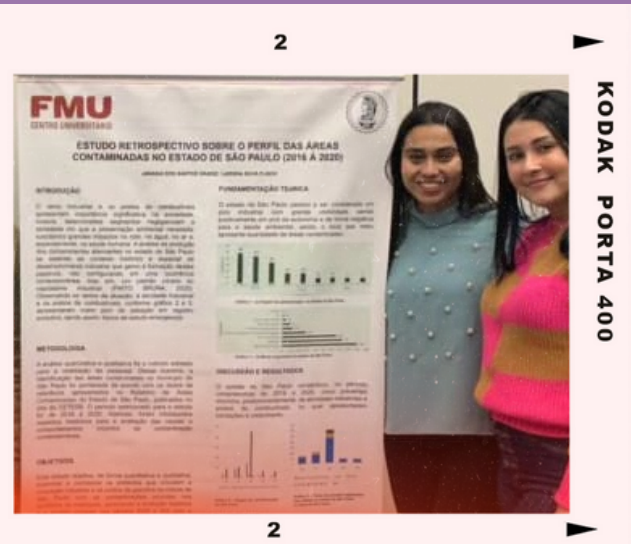
[VISUALIZAR O TRABALHO](#)

CONIC  SEMESP

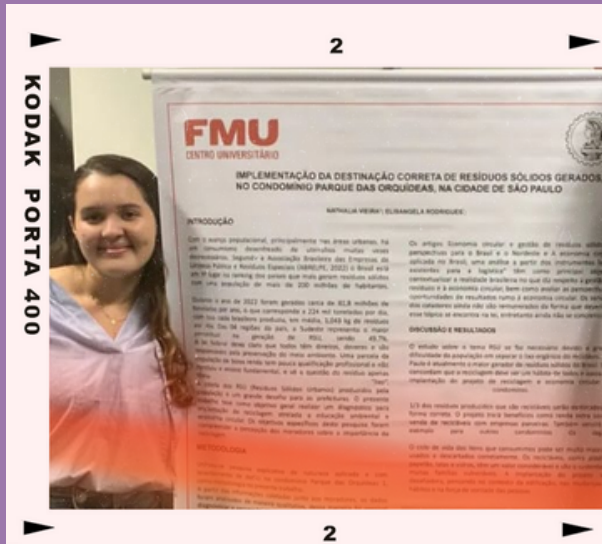
Academizando...



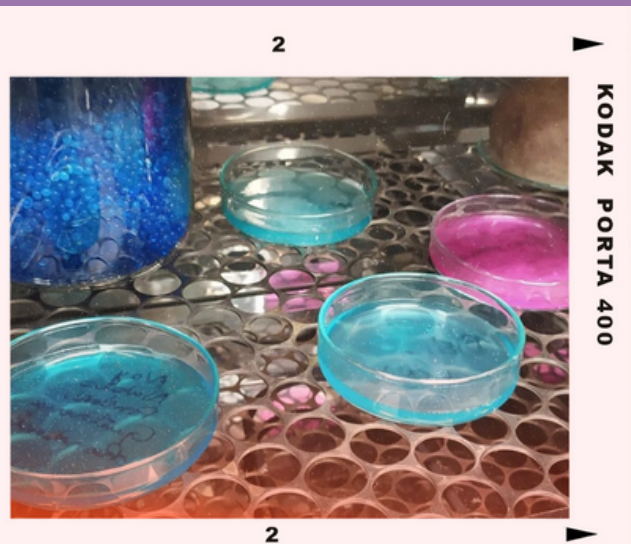
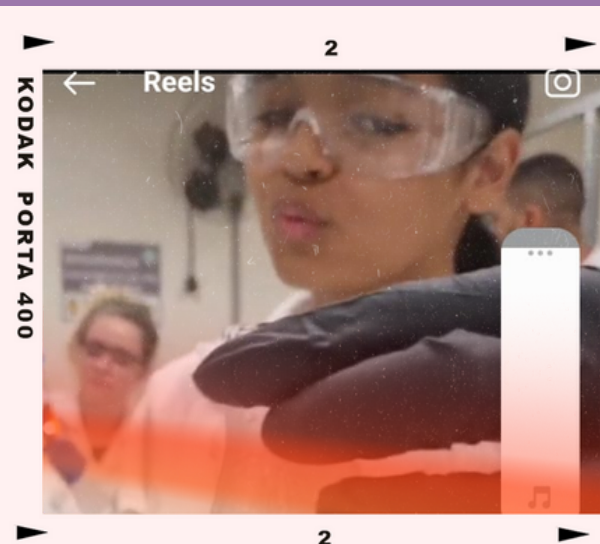
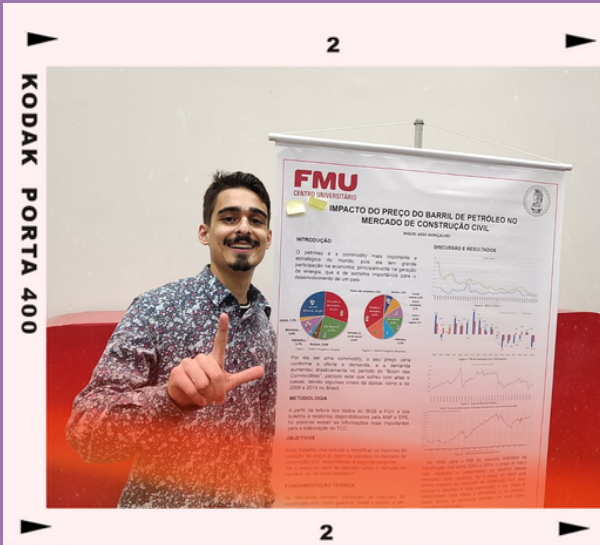
Academizando...



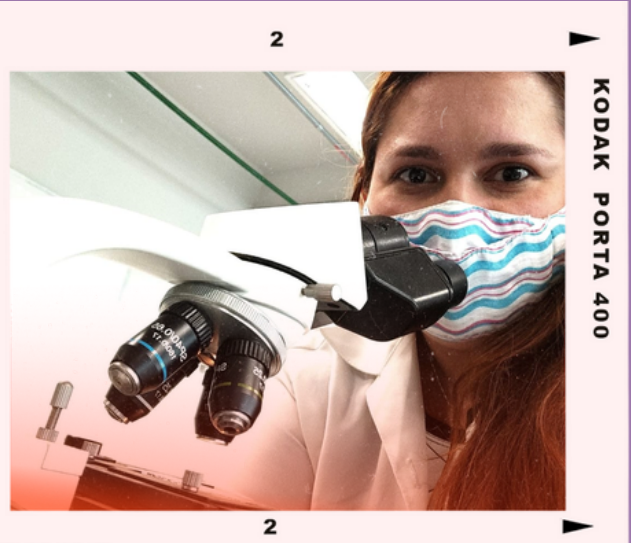
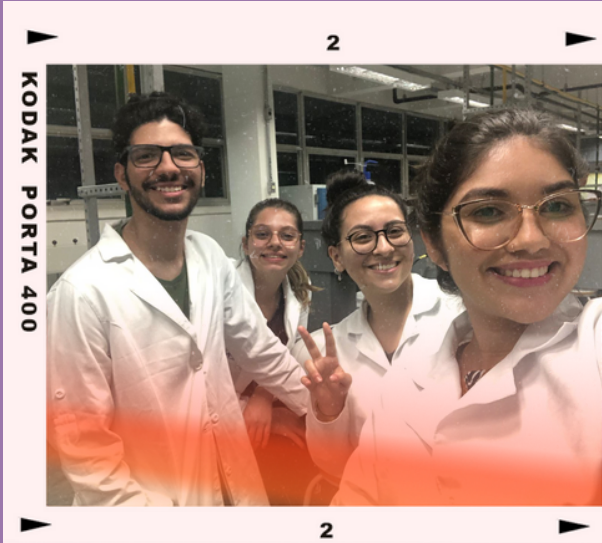
Academizando...



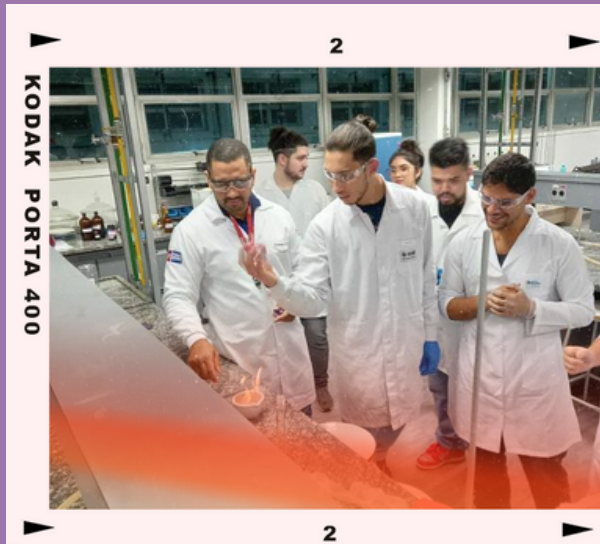
Academizando...



Academizando...



Academizando...



*Encaminhe sua
foto para o
Academizando*



