

A
N
A
I
S

3º CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA AMBIENTAL

VOLUME 1 A - RESUMOS



2
0
2
4

EDIÇÃO
LUSO-BRASILEIRA

Comissão Organizadora

Cristiano Poletto
Julio Cesar de Souza Inácio Gonçalves
Ivan Cesar Tremarin
Jorge Manuel Guieiro Pereira Isidoro
João Luís Mendes Pedroso de Lima
Rodrigo Jorge Fonseca de Oliveira Maia
André Luis Sotero Salustiano Martim
Maria Cristina de Almeida Silva
Cristiane Kreutz
Francisco Lledo dos Santos
Marcos Vinicius Costa Rodrigues

**ANAIS DO 3º CONGRESSO
INTERNACIONAL DE
ENGENHARIA AMBIENTAL**

VOLUME 1 A – RESUMOS

Copyright © 2024, by IAHR Publishing.

Direitos Reservados em 2024 por **IAHR Publishing.**

Organização Geral da obra: Poletto, Cristiano; Inácio Gonçalves, Julio Cesar de Souza; Tremarin, Ivan Cesar; Isidoro, Jorge Manuel Guieiro Pereira; de Lima, João Luís Mendes Pedroso; Maia, Rodrigo Jorge Fonseca de Oliveira; Martim, André Luis Sotero Salustiano; Silva, Maria Cristina de Almeida; Kreutz, Cristiane; dos Santos, Francisco Lledo; Rodrigues, Marcos Vinicius Costa.

Diagramação: Cícero Manz Fagotti

Edição: Cristiano Poletto

Revisão: Elissandro Voigt Beier

Capa: Cícero Manz Fagotti

Copyright © 2024, by IAHR Publishing.

Derechos Reservados en 2024 por **IAHR Publishing.**

Organización General de la Obra: Poletto, Cristiano; Inácio Gonçalves, Julio Cesar de Souza; Tremarin, Ivan Cesar; Isidoro, Jorge Manuel Guieiro Pereira; de Lima, João Luís Mendes Pedroso; Maia, Rodrigo Jorge Fonseca de Oliveira; Martim, André Luis Sotero Salustiano; Silva, Maria Cristina de Almeida; Kreutz, Cristiane; dos Santos, Francisco Lledo; Rodrigues, Marcos Vinicius Costa.

Maquetación: Cícero Manz Fagotti

Edición: Cristiano Poletto

Relectura General: Elissandro Voigt Beier

Portada: Cícero Manz Fagotti

Anais do 3º Congresso Internacional de Engenharia Ambiental - Volume 1 A / Organizadores: Cristiano Poletto, Julio Cesar de Souza Inácio, Ivan Cesar Tremarin, Jorge Manuel Guieiro Pereira Isidoro, João Luís Mendes Pedroso de Lima, Rodrigo Jorge Fonseca de Oliveira Maia, André Luis Sotero Salustiano Martim, Maria Cristina de Almeida Silva, Cristiane Kreutz, Francisco Lledo dos Santos, Marcos Vinicius Costa Rodrigues. Madrid, Espanha: - IAHR Publishing, 2024.

191p.: il.;

ISBN • 978-90-833476-4-6

CDD: 600

É AUTORIZADA a livre reprodução, total ou parcial, por qualquer meio, sem autorização escrita do Editor ou dos Organizadores.

ES AUTORIZADA la libre reproducción, total o parcial, por cualquier medio, sin autorización escrita del Editor o de los Organizadores.

Comissão Organizadora GERAL

Dr. Cristiano Poletto (PRESIDENTE)

IPH / UFRGS

Dr. Julio Cesar de Souza Inácio Gonçalves

UFTM

MSc. Ivan Cesar Tremarin

Associação dos Engenheiros Ambientais e Sanitaristas do Vale do Taquari RS - EASVA

Comissão Organizadora INTERNACIONAL

Dr. Jorge Manuel Guieiro Pereira Isidoro

Universidade do Algarve

Dr. João Luís Mendes Pedroso de Lima

Universidade de Coimbra

Dr. Rodrigo Jorge Fonseca de Oliveira Maia

Universidade do Porto

Comissão Organizadora NACIONAL

Dr. André Luis Sotero Salustiano Martim

UNICAMP

Dr.^a Maria Cristina de Almeida Silva

IPH/UFRGS

Dr.^a Cristiane Kreutz

UTFPR

Dr. Francisco Lledo dos Santos

UNEMAT

MSc. Marcos Vinicius Costa Rodrigues

FNEAS

Comissão Científica

Aline Ferrão Custodio Passini - UFSM
Álvaro José Back - EPAGRI/SC
Amintas Nazareth Rossete - UNEMAT
André Luis Sotero Salustiano Martim - UNICAMP
Andrezza Marques Ferreira - CEMADEN
Carla Eloísa Diniz dos Santos - UFTM
Carlos Alberto Mendes Moraes - UNISINOS
Cíntia Soares - UFSC
Claudia Telles Benatti - UEM
Cristiane Kreutz - UTFPR
Cristiano Poletto - IPH/UFRGS
Diego Andrade Lemos - UFSCAR
Elizabeth Yukiko Nakanishi Bavastri - UFPR
Felippe Fernandes - Complexo Hidrelétrico do Rio Madeira
Fernando Neves Lima - UNIFEI
Fernando Periotto - UFSCAR
Flavia Schwarz Franceschini Zinani - IPH/UFRGS
Franciéle Schwanck Carlos - IPH/UFRGS
Francisco Lledo dos Santos - UNEMAT
Geraldo de Freitas Maciel - UNESP
Jackeline Tatiane Gotardo - UNIOESTE
Joel Dias da Silva - FURB
João L. M. Pedroso de Lima – Univ. de Coimbra / Portugal
Jorge M. G. Pereira Isidoro - Univ. do Algarve / Portugal
José Anderson do Nascimento Batista - UNICAMP
José Augusto Costa Gonçalves - UNIFEI
José Carlos de Araújo - UFC
José Gilberto Dalfré Filho - UNICAMP
Josiane Teresinha Cardoso - UDESC
Julio Cesar de Souza Inácio Gonçalves - UFTM
Karina Bruno Lima - UFRGS
Laura Maria Canno Ferreira Fais - UNICAMP
Liliane Lazzari Albertin - UNESP
Liseane Padilha Thives - UFSC
Lucijane Monteiro de Abreu - UNB
Luis Eduardo A. S. Suzuki - UFPEL
Marcelo Giovanela - UCS
Márcia Teixeira Falcão - UERR
Maria Cristina de Almeida Silva - UFRGS
Maristela Denise Moresco Mezzomo - UTFPR
Michael Mannich - UFPR
Morgana Silva - UFPEL
Natan Padoin - UFSC
Patrícia Diniz Martins - UFTM
Pedro Alves da Silva Filho - UFRR
Renato Miranda - USP
Rodrigo J. F. O. Maia - Univ. do Porto / Portugal
Ronaldton Evandro Machado - UNICAMP
Sidnei Luís Bohn Gass - UNIPAMPA
Simone Andrea Furegatti - UNESP
Stenio de Sousa Venancio - UFTM
Tiago de Vargas - UFRGS
Viviane Trevisan - UDESC
Yuri Jacques Agra Bezerra da Silva - UFPI



ORGANIZAÇÃO



REALIZAÇÃO





PATROCÍNIO



APOIO



| SUMÁRIO |

RESUMOS

A MULTI-OBJECTIVE APPROACH TO URBAN FLOOD FORECASTING: CASE STUDY OF CAVEIRAS RIVER, LAGES, SANTA CATARINA.....	12
ANÁLISE TEMPORAL DE RECORRÊNCIA DE ÁREAS INUNDADAS EM PORTO ALEGRE UTILIZANDO IMAGENS LANDSAT E SENTINEL-1.....	15
RECURSOS HÍDRICOS NOS CONTEÚDOS CURRICULARES DO ENSINO TÉCNICO.....	18
EDUCAÇÃO AMBIENTAL SOBRE DOMÓTICA E MATERIAIS ALTERNATIVOS APLICADOS EM RESIDÊNCIAS ECOEFICIENTES.....	21
PROJETO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL COMO ESTRATÉGIA DE PREVENÇÃO E CONTROLE DE ARBOVIROSES.....	24
COMBATE AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS: APROVEITAMENTO DE GÁS RENOVÁVEL A PARTIR DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	27
MODEL FOR UTILIZING NATURAL GAS ASSOCIATED WITH HYDROGEN IN PRE-SALT OFF-SHORE EXPLORATIONS.....	30
GERAÇÃO DE BIOGÁS E METANO NA DIGESTÃO ANAERÓBIA DE ANTIBIÓTICOS EM REATORES DE BATELADA.....	33
AUTOMATIZACIÓN DEL MAPEO TEXTURAL DE SUELOS EN MICROCUENCA AUQUISH URAN, YUNGAY, PERÚ: ENFOQUE Y APLICACIÓN.....	36
DEMANDA HÍDRICA DO ABASTECIMENTO ANIMAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JACUTINGA E BACIAS CONTÍGUAS.....	38
O IMPACTO DAS DIVULGAÇÕES ESG E DAS PARTES INTERESSADAS NO GREENWASHING: UMA PERSPECTIVA SOBRE AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS.....	39
ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DE QUEIJO TIPO MUSSARELA VENDIDOS COMERCIALMENTE NA CIDADE DE MACAPÁ.....	42
ANÁLISE DOS ASPECTOS AMBIENTAIS NOS PLANOS DIRETORES MUNICIPAIS NA REGIÃO OESTE DE SANTA CATARINA.....	44
A EVOLUÇÃO DO MODELO AMBIENTAL, SOCIAL E DE GOVERNANÇA (ESG): UMA REVISÃO DE SUA TRAJETÓRIA ASCENDENTE.....	46
ÁREAS VERDES URBANAS, TIPOLOGIA E DISTRIBUIÇÃO: DOURADOS, MATO GROSSO DO SUL.....	50
MATHEMATICAL MODELING OF HYDROGEN SULFIDE GAS EMISSION REMOVAL IN A BIOFILTER.....	53
MODELAGEM MATEMÁTICA DE DISPERSÃO REVERSA AERMOD: UMA FERRAMENTA PARA AVALIAÇÃO DE IMPACTO DE ODORES.....	56
EVOLUÇÃO DA ESTRUTURA CONCEITUAL DA PESQUISA EM MINERAÇÃO DE ATERROS SANITÁRIOS.....	60
COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL - RCC RECEBIDOS NOS ECOPONTOS MUNICIPAIS DE SÃO BERNARDO DO CAMPO - SP.....	64

PROPOSIÇÃO DE UM MODELO DE GESTÃO DIFERENCIADO DE RSU PARA OS MUNICÍPIOS DA MESORREGIÃO OESTE DO PARANÁ	67
PANORAMA DA REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE BAURU-SP, BRASIL	69
PROPRIEDADES ADSORTIVAS DO LODO DE ETA E DO BAGAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	73
BIODIGESTORES ANAERÓBIOS PARA TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS E INTENSIFICAÇÃO DA RENDA DE PEQUENOS PRODUTORES SUÍNOS NO ESTADO DO MARANHÃO	76
ÍNDICE DE CONTAMINACIÓN POR LIXIVIADOS (ICL) DEL RELLENO SANITARIO DE ANDAHUAYLAS Y RELLENO SANITARIO DE ANCO-HUALLO, APURÍMAC, PERÚ - 2023 .	79
ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL DE DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS RETIRADOS DE MANANCIAL URBANO, UTILIZANDO MACRÓFITAS AQUÁTICAS DA REPRESA GUARAPIRANGA COMO FERTILIZANTE	80
DESAFIOS DA PARTICIPAÇÃO CIVIL NA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS EM MOÇAMBIQUE: UMA REVISÃO	83
PERFIL DE SENSIBILIDADE DE ISOLADOS DE <i>ESCHERICHIA COLI</i> OBTIDOS DE EFLUENTE TRATADO PROVENIENTE DE AGROINDÚSTRIA DE PISCICULTURA	85
ANÁLISE DO TEOR DE AQUOQUÍMICOS NAS ÁGUAS DO RIO LONQUEADOR, PARANÁ-BRASIL	88
MONITOREO DE CALIDAD DE RECURSOS HIDRICOS SUPERFICIALES DEL EMBALSE PASTO GRANDE Y SUS RÍOS TRIBUTARIOS - MOQUEGUA, PERÚ	91
A OCORRÊNCIA DO ARSÊNIO EM ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E A SUA POSSÍVEL RELAÇÃO COM FONTES ANTRÓPICAS	94
AVALIAÇÃO DE ATIVIDADE MUTAGÊNICA EM <i>LITHOBATES CATESBEIANUS</i> DAS ÁGUAS DO RIO URUTAGO NO SUDOESTE DO PARANÁ, EM BAIXA VAZÃO	97
DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DO SISTEMA AQUÍFERO QUATERNÁRIO COSTEIRO I - RS	100
ANÁLISE DA VULNERABILIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA PORÇÃO NORDESTE DA BACIA DO MAMPITUBA NO RS	103
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL DO LAGO VACA BRAVA EM GOIÂNIA - GO... ..	106
VARIÁVEIS DE QUALIDADE DA ÁGUA DE UM RIO INTERNACIONAL NO SUL DO BRASIL.....	110
APLICABILIDADE DOS ÍNDICES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRANEAS IQNAS E IRQ NO SISTEMA AQUIFERO SERRA GERAL	111
MONITORAMENTO AÉREO E SUBAQUÁTICO DE TRAÇADORES FLUORESCENTES DE QUININO PARA DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE SEDIMENTOS EM SUSPENSÃO	114
A GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL: UM PANORAMA GERAL ATUALIZADO	116
ESTIMACIÓN DEL NÚMERO DE CURVA DE UNA CUENCA ALTOANDINA DEL PERÚ	119
ESTIMACIÓN DE CAUDALES MÁXIMOS MEDIANTE METODOLOGÍAS EMPÍRICAS Y DETERMINÍSTICAS EN MICROCUENCAS ALTOANDINAS DEL PERÚ	122

A IMPORTÂNCIA DA AUTOMATIZAÇÃO PARA O MONITORAMENTO HIDROBIOLÓGICO DA QUALIDADE DA ÁGUA- FLOWCAM CYANO	125
PROYECCIÓN DE CAUDALES DE LA CUENCA PATIVILCA BAJO MODELOS CLIMÁTICOS DEL CMIP6 EN EL ESCENARIO SSP5-8.5 USANDO SWAT	128
MODELAÇÃO PREDITIVA DE CIANOTOXINAS EM ÁGUAS DE CONSUMO	132
DETERMINAÇÃO TEÓRICA DO MÉTODO DE OTIMIZAÇÃO A SER APLICADO EM NA CALIBRAÇÃO DE UMA REDE REAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA	134
MOVIMENTO SOS REPRESA DE NOVA PONTE, RIO ARAGUARI E AFLUENTES	138
ESTIMATIVA DO CUSTO DA CAPTAÇÃO DE ÁGUA PARA O ABASTECIMENTO PÚBLICO EM CAXIAS DO SUL, RS	142
USO DE SISTEMAS BASEADOS EM MICROALGAS NO TRATAMENTO DE EFLUENTES E A SEGURANÇA HÍDRICA URBANA - REVISÃO SISTEMÁTICA	145
SEGURANÇA HÍDRICA NO COMPLEXO HIDRELÉTRICO DE URUBUPUNGA.....	148
PROPOSIÇÃO DE INDICADORES AMBIENTAIS COMO CRITÉRIOS PARA ANÁLISES DE VAZÕES MÍNIMAS RESIDUAIS DE PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS DE DERIVAÇÃO DE FLUXO.....	151
REMOÇÃO DE NITROGÊNIO AMONÍACAL EM REATOR DE LEITO FIXO COM CERÂMICA SILICOSA PARA PÓS-TRATAMENTO DE EFLUENTE ANAERÓBIO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO.....	154
POTENCIAL DO TANINO COMO COAGULANTE ORGÂNICO NO TRATAMENTO DO EFLUENTE DE GALVANOPLASTIA	157
ESTIMATIVA DO POTENCIAL DE APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS ORIUNDO DE REATORES UASB NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL	160
USO DE ESTRATÉGIA HIDRÁULICA PARA PROMOVER A GRANULAÇÃO DE LODO ANAMMOX.....	169
ENHANCED ANTIBIOTIC REMOVAL IN WASTEWATER USING CONSTRUCTED WETLANDS AND MICROBIAL FUEL CELLS: IMPACT OF VEGETATION AND ELECTRODE MATERIALS.....	172
PARTIDA OTIMIZADA DE UM REATOR MBBR EM ESCALA REAL NO TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO.....	175
EVALUACIÓN DE UN NUEVO COAGULANTE NATURAL A BASE DE <i>NOSTOC SPHAERICUM</i> PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	178
AVALIAÇÃO DA REMOÇÃO DE HPAS E FIXAÇÃO DE CO ₂ POR MICROALGAS MARINHAS EM EFLUENTES INDUSTRIAIS UTILIZANDO UM FOTOBIORREATOR AIRLIFT PARA PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS.....	180
ANÁLISE MORFOLÓGICA DE FIBRAS DE POLIESTIRENO COM ÓXIDO DE GRAFENO PARA APLICAÇÃO COMO FIBRAS ADSORVENTES	181
UTILIZAÇÃO DE FIBRAS DE COCO RESIDUAIS PRÉ-TRATADAS COM BIOSSURFACTANTE NA RECUPERAÇÃO DE AMBIENTES MARINHOS IMPACTADOS POR PETRÓLEO CRU...	184
SELEÇÃO DE COLÔNIAS DE BACTÉRIAS PRODUTORAS DE BIOSSURFACTANTES DE AMOSTRAS DE SOLO DO LEITO DO RIO AMAZONAS, MACAPÁ - AP	187
CLASSIFICAÇÃO DA VEGETAÇÃO DO BIOMA MATA ATLÂNTICA BASEADO EM SISTEMA DE INFERÊNCIA FUZZY.....	189

RESUMOS



3º CONGRESSO INTERNACIONAL DE
**ENGENHARIA
AMBIENTAL**

– EDIÇÃO LUSO-BRASILEIRA –



2024



MODEL FOR UTILIZING NATURAL GAS ASSOCIATED WITH HYDROGEN IN PRE-SALT OFF-SHORE EXPLORATIONS

1 Antonio Carlos Dutra de Sousa, 2 Luís Frólén Ribeiro, 3 Thiago Americano do Brasil

1 Instituto Politécnico de Bragança, e-mail: a58853@alunos.ipb.pt; 2 Instituto Politécnico de Bragança, 2 GICoS, Suitanable Construction Research Group, e-mail: frolen@ipb.pt; 3 Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, e-mail: thiago.brasil@cefet-rj.br

Keywords: Associated Natural Gas; Carbon Capture, Utilization, and Storage; Greenhouse Gas

Introduction

In the race towards energy transformation, countless efforts are being made to improve efficiency and mitigate emissions, such as Greenhouse Gas (GHG). In oil exploration and production (E&P), Natural Gas (NG) is a primary product exploited alongside crude oil due to its excellent energy potential. NG is composed mainly of methane, which makes up over 90% of its contents. Under primitive conditions, NG can be classified as associated and non-associated. Associated Natural Gas (GASA) is produced from the reservoir, still in the geological reservoir, dissolved in oil or in contact with saturated oil as a gas layer. Non-Associated Natural Gas is made from a dry gas field, free of crude oil and water, or from a gas and condensate field, thus allowing almost exclusive NG production. In Brazil, the NG produced from offshore reservoirs is predominantly of associated origin and in varying proportions. GASA is commonly used for power generation and artificial lifting, injected into reservoirs, and is a recovery method widely used in E&P, which is part of the strategy to increase the recovery factor of reservoirs besides being exported. The use of GASA for export, injection, artificial lifting, own consumption, and electricity generation is provided for in Resolution No. 806 of 2020 of the Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), which regulates the procedures for controlling losses and flaring of oil and NG.

Regulatory milestone

In 1997, Brazil established a regulatory framework for energy policy under Law No 9.478. This law created the Conselho Nacional de Políticas Energéticas (CNPE) and the ANP, which is responsible for proposing national policies and specific measures for the rational utilization of energy sources, including guidelines for the use of natural gas (NG). In 2000, ANP Ordinance No 249 regulated procedures for flaring and losses of oil and NG. This regulation received considerable attention and was recently updated by ANP Resolution No 806, establishing more stringent procedures for controlling and reducing flaring and losses. For maritime production, Resolution No 806 specifies that the flaring and loss of gas associated with oil production (GASA) must correspond to a volume equal to or less than:

- a) 3% (Associated Gas Utilisation Index (IUGA) greater than or equal to 97%) of the monthly production of GASA, not cumulative to any other reason for flaring or loss, carried out in a maritime production unit that is already in production or whose production begins within five years of the publication of Resolution No 806;
- b) 2% (IUGA greater than or equal to 98%) of the monthly movement of GASA, not cumulative to any other reason for burning or loss, carried out in a maritime production unit whose production begins at least five years after the publication of Resolution No 806;
- c) 1.5% (IUGA greater than or equal to 98.5%) of the monthly movement of NG, not cumulative to any other reason for flaring or loss, carried out in an offshore production unit that circulates gas for oil lifting or receives gas from other units in volumes equal to or greater than 50% of the volume of gas handled.

Objective

To reduce greenhouse gas emissions, it is crucial to constantly decrease reliance on fossil fuels and increase the use of renewable energy sources with low carbon emissions. We must also strive for sustainable economic growth. To achieve this, we need to adopt control and mitigation actions. This project aims to evaluate the use of surplus gas associated with oil (GASA) as a source of energy and raw material. The GASA will feed an offshore modular plant coupled to a Floating Production Storage Offloading (FPSO) unit to produce hydrogen. This system will provide another option for monetization besides those already being studied. The goal is to increase the utilization of GASA and reduce the burning and loss of this valuable resource. A summary of the proposed solution is presented in Figure 1.

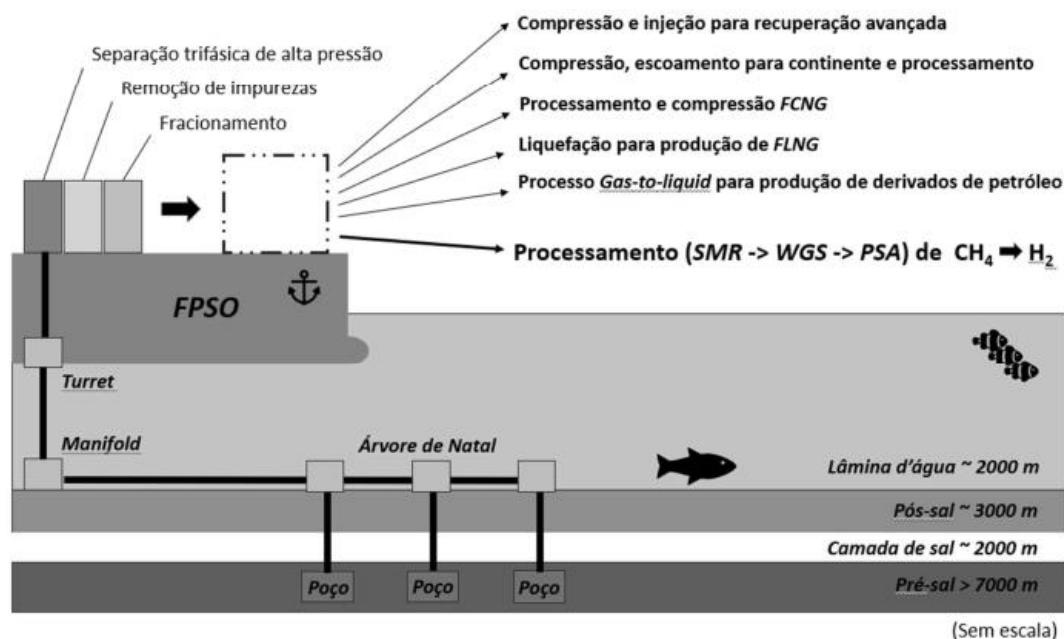


Figure 1 - Synthetic diagram of E&P in the Pre-Salt (Adapted from [EPE2020])

The primary goal of this scientific study is to increase IUGA in E&P units using NG from the Brazilian pre-salt. This goal is in line with CNPE's public policies. The study proposes an alternative way of using surplus GASA and focuses on the processing of H₂ by NG through SMR, which is adapted to E&P in the Brazilian Pre-Salt. It should be noted that the Brazilian Energy Research Company (EPE) predicts continuous growth in NG production for this decade, driven by the entry into operation of dozens of FPSOs. Moreover, H₂ is a potential solution for the energy transition without GhG releases, or at least mitigating the impacts predicted for the future.

Theoretical Frameworks and State of the Art

Hydrogen (H₂) is a promising solution that can play a significant role in the world's leading energy matrix due to its high energy per unit weight. Compared to hydrocarbons, H₂ has a higher energy potential since it is a lighter element and has a high carbon neutralization potential. Steam Methane Reforming (SMR) is the most widely used method in the industry for producing H₂. It uses natural gas (NG) as a raw material and is responsible for an estimated 75% of the entire supply of H₂ globally [Massarweh, 2023]. The market committed to mitigating greenhouse gas (GHG) emissions views H₂ production favourably because it effectively reduces GHG emissions. Compared to electrolysis, SMR consumes much less water and allows for a modular production unit of skids on a platform, resulting in increased utilization of CH₄ and increasing the International Union of Gas Associations (IUGA), the subject of this study. The efficiency of H₂ production processes using the SMR method is around 72% for decentralized production (size < 1,500 kg/day) [D-GEG]. As we transition towards greater energy efficiency, there is growing interest in developing strategies for producing H₂. Carbon Capture, Utilization, and Storage (CCUS) technology is a potential solution for a low-carbon energy production chain. Therefore, this scientific study proposes equipping the H₂ processing system with devices fitted with CCUS technology. Approximately 9.35 kg of CO₂ is generated for every kg of H₂ produced using the SMR method [Franchi, 2020], [Sun, 2019], [Abdul, 2022], and [Spath, 2000]. However, when coupled with CCUS systems, these emissions fall below 3.00 kg CO₂ kg⁻¹ H₂ [Oni, 2022] and [ieaghg]. Integrating CCUS technology with H₂ production using SMR is a promising approach to reducing GHG emissions and establishing a low-carbon energy production chain.

Methodology and Preliminary Results

Initially, the methodology used to estimate the curve of flaring attenuation and loss of surplus gas was to collect monthly historical data series released by the ANP and analyze statistical data. The respective curves were then generated by identifying and using trend models extended to the coming decades. Next, equations were generated using non-linear regression, a widely used method to analyze data and estimates to verify statistical hypotheses. These equations describe the relationships between the variables involved and their respective coefficients of determination, among other indicators. The non-linear regression method was used in the context of the growth curve because it sought to be a non-empirical and simple model whose parameters are interpretable. This method established a simple, functional relationship between production, injection burning, and loss in the time domain whose predictions could be extended beyond the observed data. Similarly, based on the consumption of methane needed to process hydrogen from a modular plant attached to an FPSO, the flaring and loss attenuation curve was estimated,



increasing IUGA. The conceptual flow for the construction and assembly of the modular hydrogen processing plant using the SMR, Water Gas Shift (WGS), and Pressure Swing Adsorption (PSA) methods, equipped with the CCUS concept, was based on published works [Massarweh, 2023] and [El-Emam, 2023], as well as supplier datasheets.

Conclusion

Numerous studies have shown that the hydrogen production chain, equipped with complementary devices that result in extra low carbon emissions, should be a determining factor in public policy agendas to generate energy with the most negligible environmental impact. However, there are still challenges to overcome. Is there any knowledge of an energy matrix as efficient and economically viable as that of oil derivatives? The consequences of excessive use of oil have led to environmental pathologies that could be irreversible. Hydrogen is the most abundant element in nature, and the production of hydrogen via steam methane reforming (SMR) of natural gas, a mature technology, has many advantages as an alternative to fossil fuels. The production of hydrogen has increased significantly over the last few decades, and the SMR method using carbon capture, utilization, and storage (CCUS) technology highlights the promotion of carbon neutralization. The financial stalemate of these investments is an obstacle that needs to be understood and supported globally. Increasing hydrogen production capacity in an economy of scale is promising for meeting the challenge of decarbonizing the planet. In the face of the inevitable flaring and loss of natural gas in offshore exploration and production, the implementation of a decentralized system for processing hydrogen in floating production, storage, and offloading (FPSO) vessels becomes an attractive alternative for increasing the use of gas and, consequently, reducing flaring and loss. This approach offers a safe, reliable, and profitable alternative to conventional supply, putting into practice a way of using surplus gas.

Bibliographical References

- EPE.; 2020. Estudo de Aproveitamento do Gás Natural do Pré-Sal. Anais do EPE.
- Mendes, T.; Saulo, R.; 2012. Antes do pré-sal: emissões de gases de efeito estufa do setor de petróleo e gás no Brasil. Anais do Estudos Avançados, pp.201-218.
- Massarweh, O.; Al-khuzaei, M; Manal and Bicer; Yusuf and Abushaikha, Ahmad S; 2023. Blue hydrogen production from natural gas reservoirs: A review of application and feasibility. Anais do Journal of CO2 Utilization, pp.102438.
- Spath, P.; Mann, M; 2000. Life cycle assessment of a natural gas combined cycle power generation system. Anais do National Renewable Energy Lab. (NREL).
- Fernandez, G; Rough; Daniella; 2023. Hydrogen Considerations Tree: Executive Deck. Anais do National Renewable Energy Laboratory (NREL).
- Oni, AO.; Anaya, K.; Giwa, T.; Di Lullo; Giovanni; Kumar; Amit; 2022. Comparative assessment of blue hydrogen from steam methane reforming, autothermal reforming, and natural gas decomposition technologies for natural gas-producing regions. Anais do Energy Conversion and Management, pp.115245.
- Franchi,G.; Capocelli, M.; De Falco, M. ; Piemonte, V.; Barba, D. ; 2020. Hydrogen production via steam reforming: A critical analysis of MR and RMM technologies. Anais do MDPI, pp.10.
- Sun, P.; Eçgowainy, A.; 2019. Updates on hydrogen production from the SMR process in GREET. Anais do Technical report.
- Abdul'A.; 2022. New IEAGHG Technical Report: 2022-07 Low Carbon Hydrogen from Natural Gas: Global Roadmap. Anais do IEAGHG.
- Volcovici, V.; Abnett, K.; Green, M.; 2020. Cleaner but not clean - Why scientists say natural gas won't avert climate disaster. Anais da Reuters;
- Direção-Geral de Energia e Geologia; 2019. Roteiro e Plano de Ação para o Hidrogénio em Portugal. Anais da Direção-Geral de Energia e Geologia.