Encontro Técnico AESABESP
Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente



35ETC-06581

APLICAÇÃO DE REATOR ELETROLÍTICO PARA DEGRADAÇÃO DE COMPOSTOS RECALCITRANTES DE ATERROS SANITÁRIOS – DO LABORATÓRIO À ESCALA PILOTO

Jaqueline de Oliveira Brotto[1]

Ana C. França; Rafael Celuppi; Giuvanna Lazzaretti; Laura C.M. Celuppi

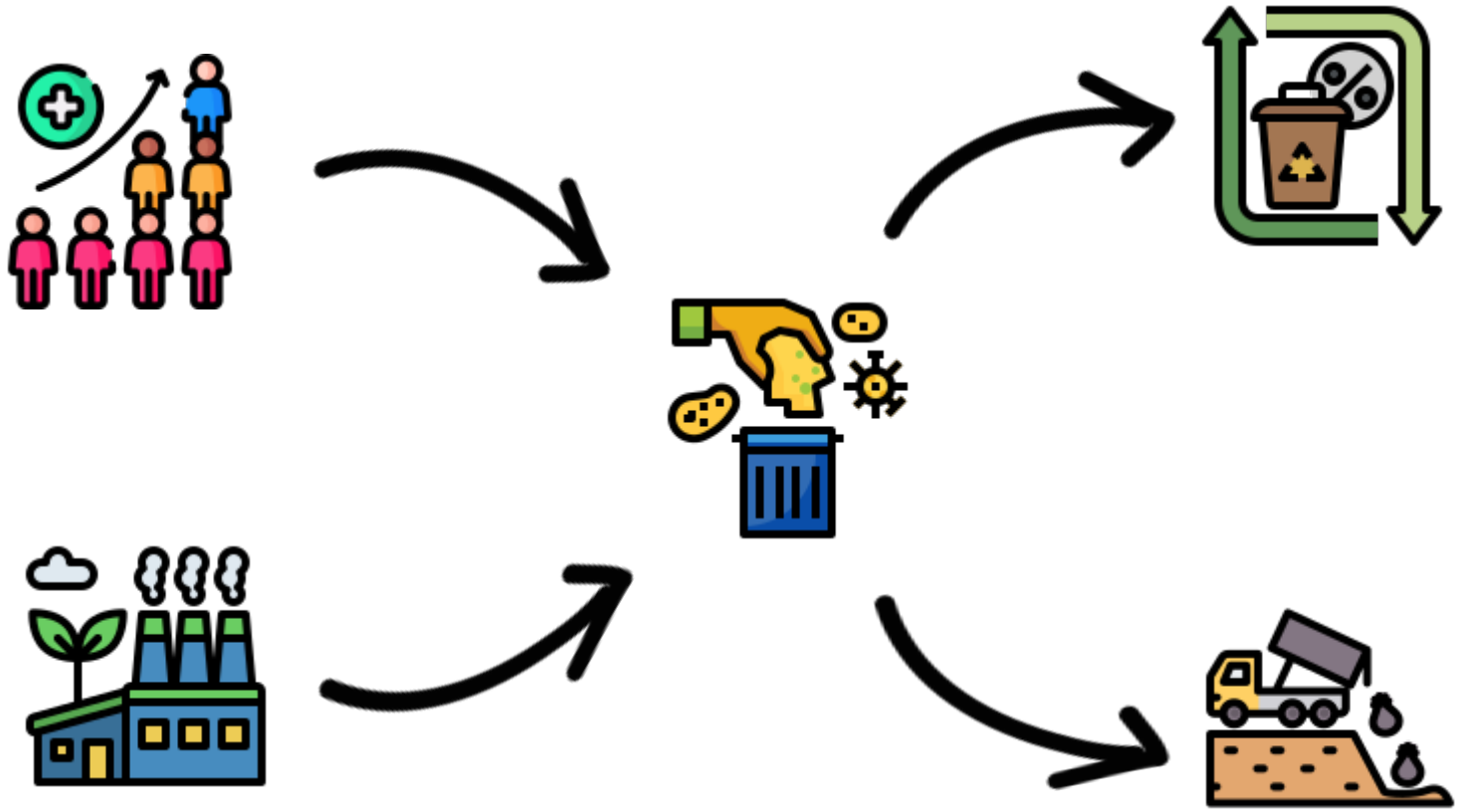
Endereço[1]: Rua Frei Bruno, 254E - Jardim América - Chapecó - Santa Catarina - CEP: 89803-800 - Brasil

e-mail: jaquelineo.brotto@gmail.com

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

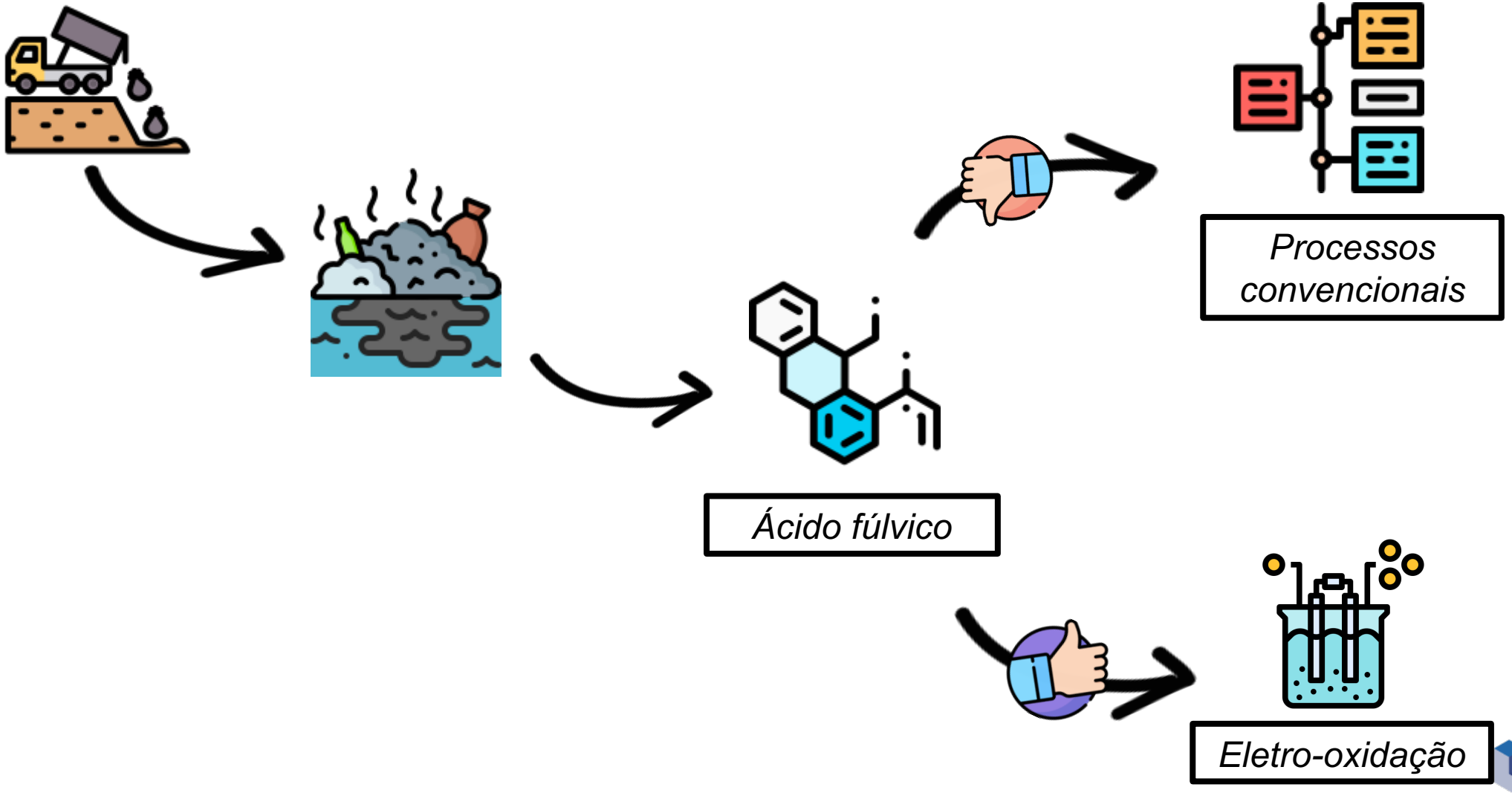
AESABESP
Associação dos Engenheiros da Sabesp

Introdução



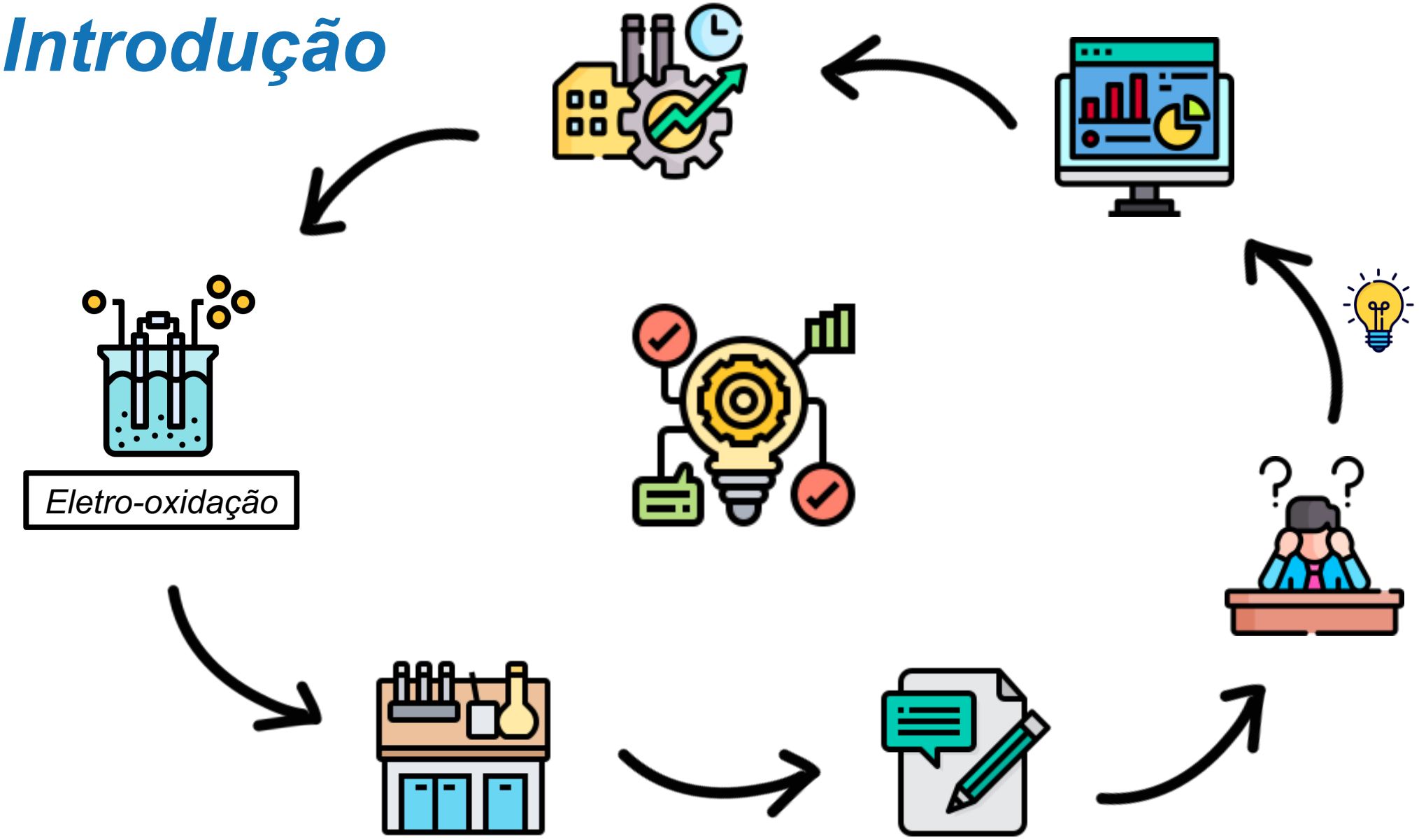

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
3 BOA SAÚDE E BEM-ESTAR
12 CONSUMO E PRODUÇÃO RESPONSÁVEIS
5 IGUALDADE DE GÊNERO
14 VIDA DEBAIXO D'ÁGUA
6 ÁGUA LIMPA E SANEAMENTO
15 VIDA SOBRE A TERRA
8 EMPREGO DIGNO E CRESCIMENTO ECONÔMICO
16 PAZ, JUSTIÇA E INSTITUIÇÕES FORTES
9 INDÚSTRIA, INOVAÇÃO E INFRAESTRUTURA
17 PARCERIAS EM PROL DAS METAS
11 CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS

Introdução


Processos convencionais
Ácido fúlvico
Eletro-oxidação


OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
3 BOA SAÚDE E BEM-ESTAR
12 CONSUMO E PRODUÇÃO RESPONSÁVEIS
5 IGUALDADE DE GÊNERO
14 VIDA DEBAIXO D'ÁGUA
6 ÁGUA LIMPA E SANEAMENTO
15 VIDA SOBRE A TERRA
8 EMPREGO DIGNO E CRESCIMENTO ECONÔMICO
16 PAZ, JUSTIÇA E INSTITUIÇÕES FORTES
9 INDÚSTRIA, INOVAÇÃO E INFRAESTRUTURA
17 PARCERIAS EM PROL DAS METAS
11 CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS

Introdução

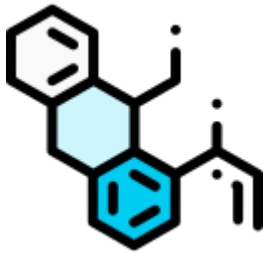

Eletro-oxidação


OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
3 BOA SAÚDE E BEM-ESTAR
12 CONSUMO E PRODUÇÃO RESPONSÁVEIS
5 IGUALDADE DE GÊNERO
14 VIDA DEBAIXO D'ÁGUA
6 ÁGUA LIMPA E SANEAMENTO
15 VIDA SOBRE A TERRA
8 EMPREGO DIGNO E CRESCIMENTO ECONÔMICO
16 PAZ, JUSTIÇA E INSTITUIÇÕES FORTES
9 INDÚSTRIA, INOVAÇÃO E INFRAESTRUTURA
17 PARCERIAS EM PROL DAS METAS
11 CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS

Objetivo geral

Obter e aplicar em ambiente real um reator eletrolítico para a degradação de compostos recalcitrantes presente no lixiviado de aterros sanitários.



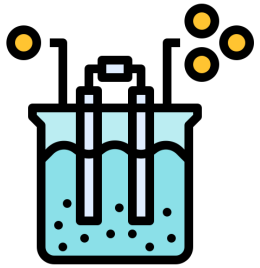


Ácido fúlvico





Metodologia



Eletro-oxidação



Processo batelada

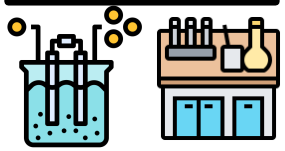


Processo contínuo



Processo contínuo

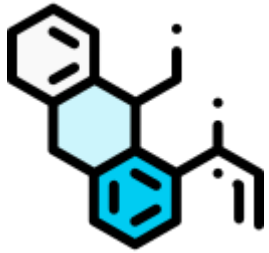
Eletro-oxidação



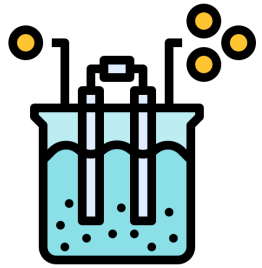
Processo batelada

Metodologia





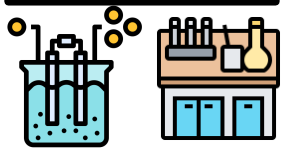
Mistura compostos orgânicos
Ácido fúlvico
2 g L^{-1}



Eletro-oxidação

Encontro Técnico AESABESP
Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente

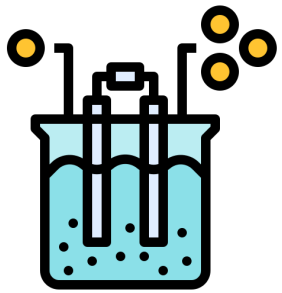
Eletro-oxidação



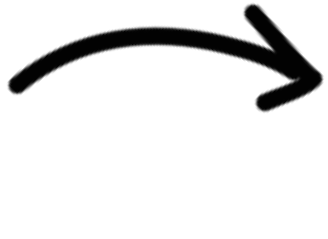
Processo batelada

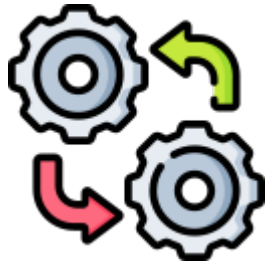
Metodologia

$$Y\ (\%) = ((C_0-C_f)/C_0)x100\%$$



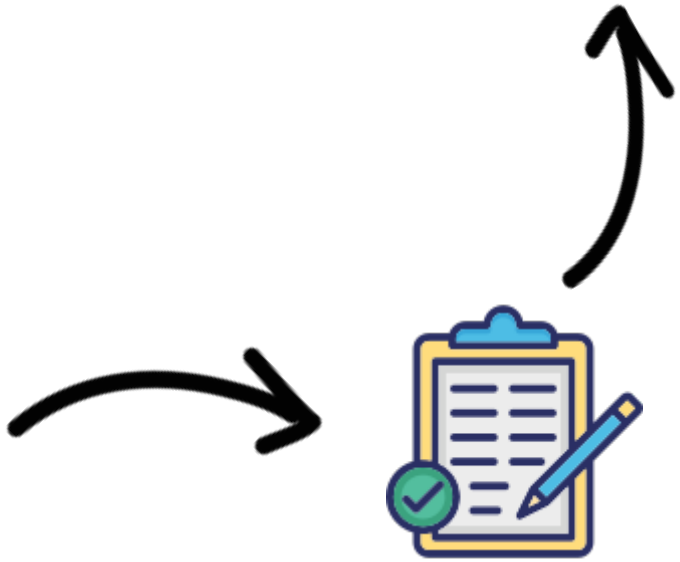
Eletro-oxidação







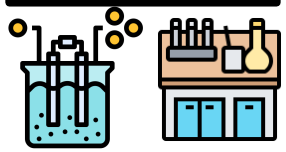
Eletrodos: Metais nobres, ferro e crômio
Volume do reator – 2 L e 5 L
Corrente elétrica – 14-15 A e 18-19 A
Área de placa – 64 cm^2 e 96 cm^2
Tempo de ensaio: 120 minutos



Demanda Química de Oxigênio (DQO)



Eletro-oxidação



Processo batelada

Metodologia



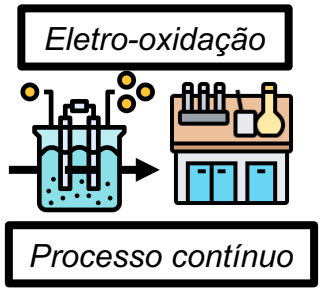
Tabela 1 - Desenho experimental e níveis de variáveis independentes do processo de eletro-oxidação

Variável independente	Símbolo	Níveis codificados	
		-1	+1
Volume do reator (L)	x_1	2	5
Corrente elétrica (A)	x_2	14-15	18-19
Área de placa (cm^2)	x_3	64	96

Fonte: elaboração própria, 2024.

$$y\ (x_1,\ x_2,\ x_3) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_{12} x_1 x_2 + \beta_{13} x_1 x_3 + \beta_{23} x_2 x_3 + \beta_{123} x_1 x_2 x_3$$

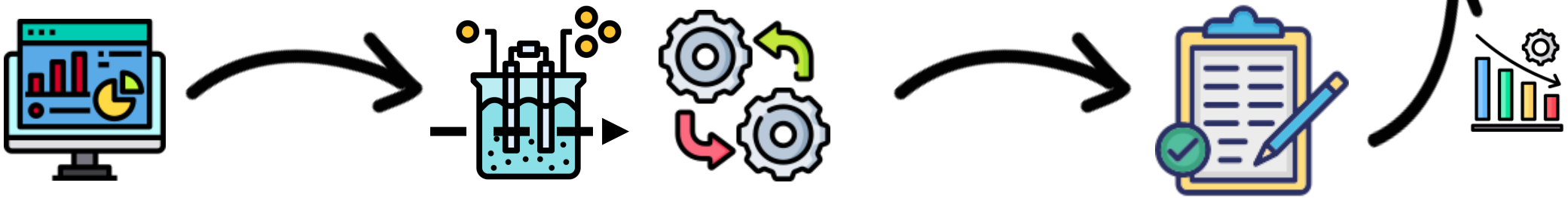
Encontro Técnico AESABESP
Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente



Metodologia



CONSEMA Nº 355/2017
DQO: 150 a 330 mg L^{-1}
Q: 100 a 1000 m^3 dia^{-1}



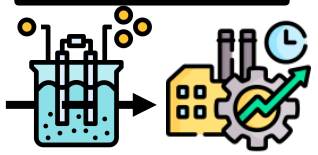
Eletrodos: Metais nobres, ferro e crômio
Volume: 0,3 L
Efluente real de aterro sanitário - RS
Tempo de ensaio: 120 minutos
Avaliação: vazão (L h^{-1}) e densidade de corrente (A cm^{-2})

Demanda Química de Oxigênio (DQO)



Encontro Técnico AESABESP
Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente

Eletro-oxidação



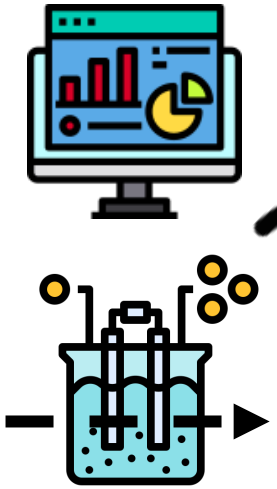
Processo contínuo

Metodologia



CONSEMA Nº 355/2017
DQO: 150 a 330 mg L^{-1}
Q = 100 a 1000 m^3 dia^{-1}







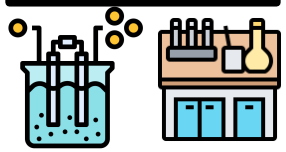
Eletrodos: Metais nobres, ferro e crômio
Volume: 50 L
Reator instalado em aterro sanitário - RS
Diferentes tempos de ensaio,
vazões (L h^{-1}) e densidade de corrente (A cm^{-2})



Demanda Química de Oxigênio (DQO)

Encontro Técnico AESABESP
Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente

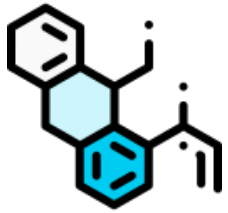
Eletro-oxidação



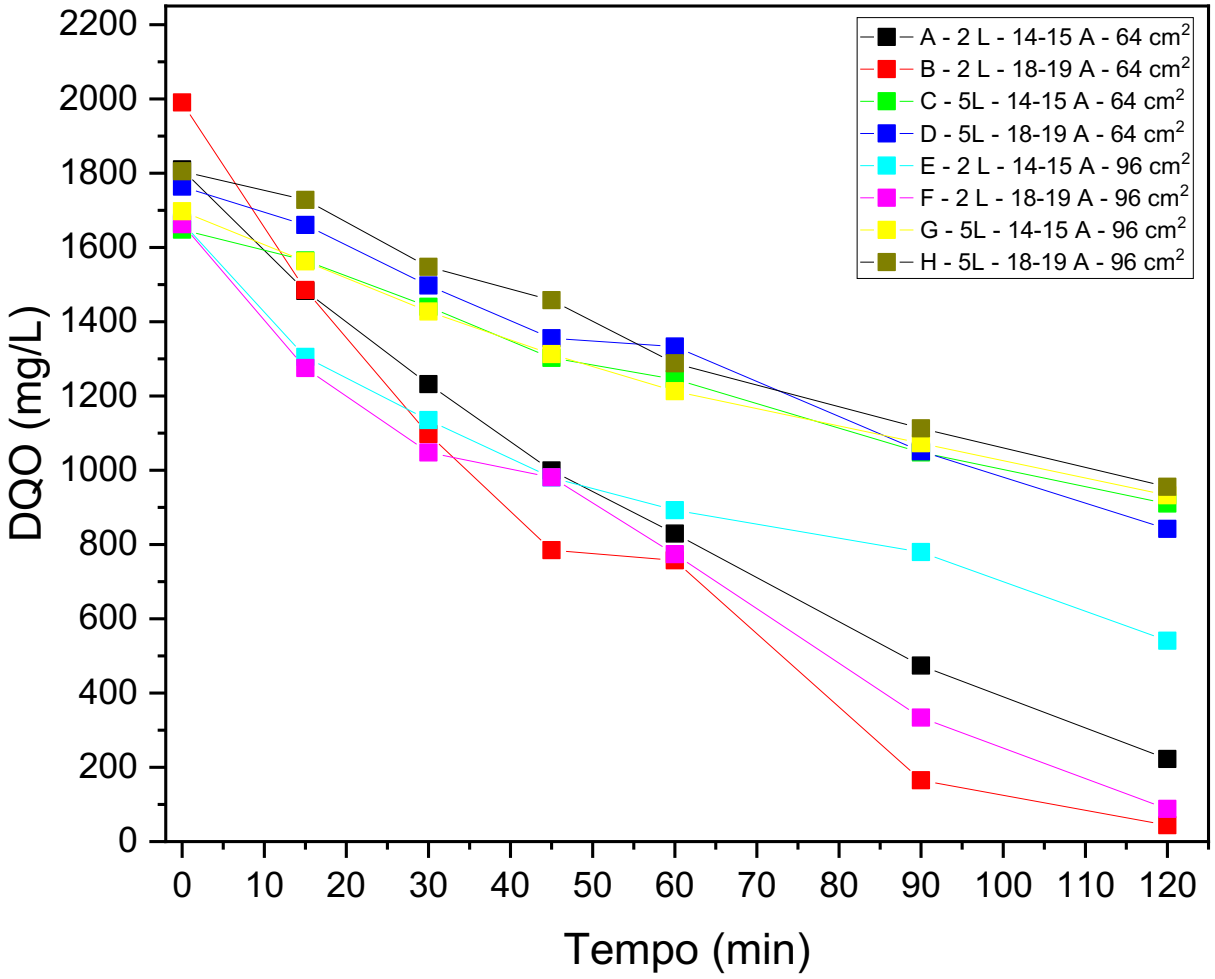
Processo batelada

Resultados e Discussão



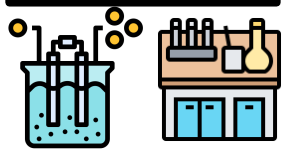


Mistura compostos orgânicos
Ácido fúlvico
DQO inicial: 1700-2000 mg L^{-1}





Eletro-oxidação



Processo batelada

Resultados e Discussão



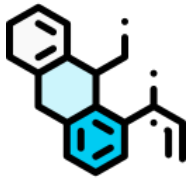
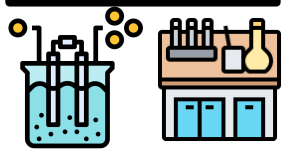


Tabela 2 – Resultados obtidos ensaios de eletro-oxidação após 120 min de ensaio em batelada.

Ensaios	Volume (L)	Corrente elétrica (A)	Área de placa (cm^2)	Remoção DQO (%)
A	2	14-15	64	87,74
B	2	18-19	64	97,77
C	5	14-15	64	44,82
D	5	18-19	64	52,45
E	2	14-15	96	67,61
F	2	18-19	96	94,71
G	5	14-15	96	45,02
H	5	18-19	96	47,15

Fonte: elaboração própria, 2024.

Eletro-oxidação



Processo batelada

Resultados e Discussão



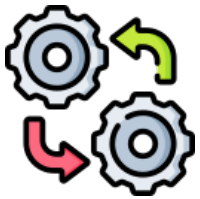


Tabela 3. Resultados estatísticos da Análise de Variância - ANOVA
Resposta: Degradação de DQO (%)

Fator	*df*	*SS*	*MS*	*Efeito*	*F*	*p*
Volume do reator; x_1	*1*	*3135,92*	*3135,92*	*-39,60*	*58,36*	*$1,58\ 10^{-3}$*
Corrente elétrica; x_2	*1*	*274,83*	*274,83*	*11,72*	*5,11*	*$8,65\ 10^{-2}$*
Área de placa; x_3	*1*	*100,04*	*100,04*	*-7,07*	*1,86*	*$2,44\ 10^{-1}$*
Erro	*4*	*214,95*	*53,74*	*5,18*		
Total SS	*7*	*3725,75*				

Legenda: df: graus de liberdade; SS: soma de quadrados; MS: quadrados médios.

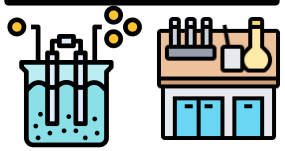
Fonte: elaboração própria, 2024.

$$y\ (x_1, x_2, x_3) = 67,16 - 39,60x_1 + 11,72x_2 - 7,07x_3$$

$$j = x_2/x_3$$

Encontro Técnico AESABESP
Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente

Eletro-oxidação

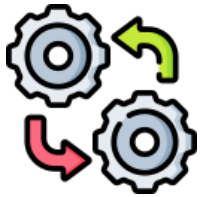


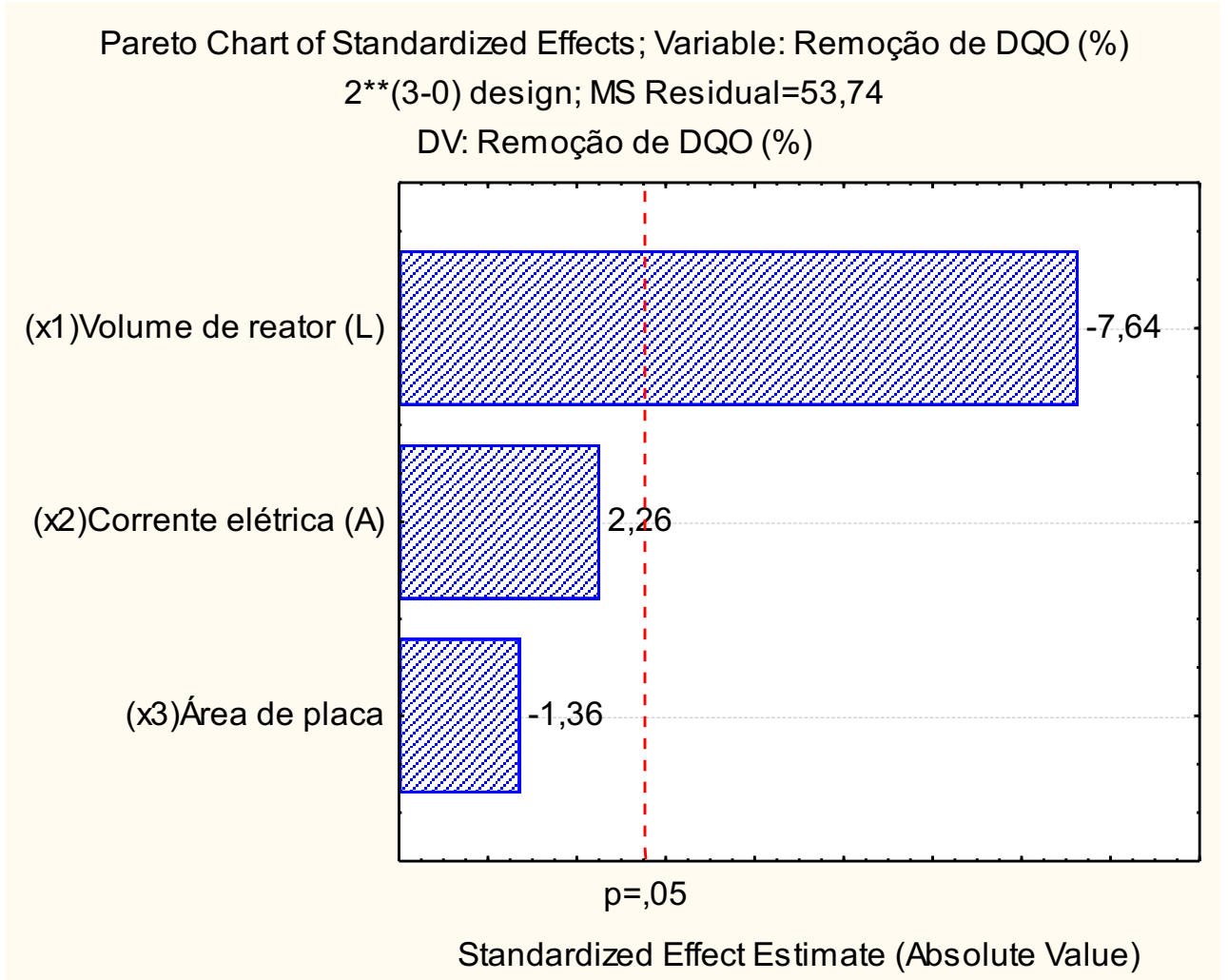
Processo batelada

Resultados e Discussão

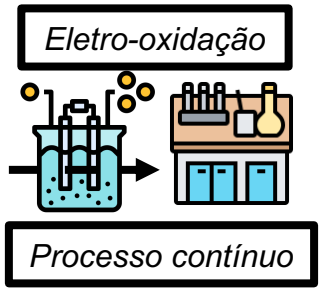




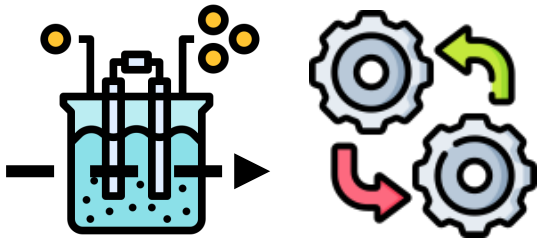




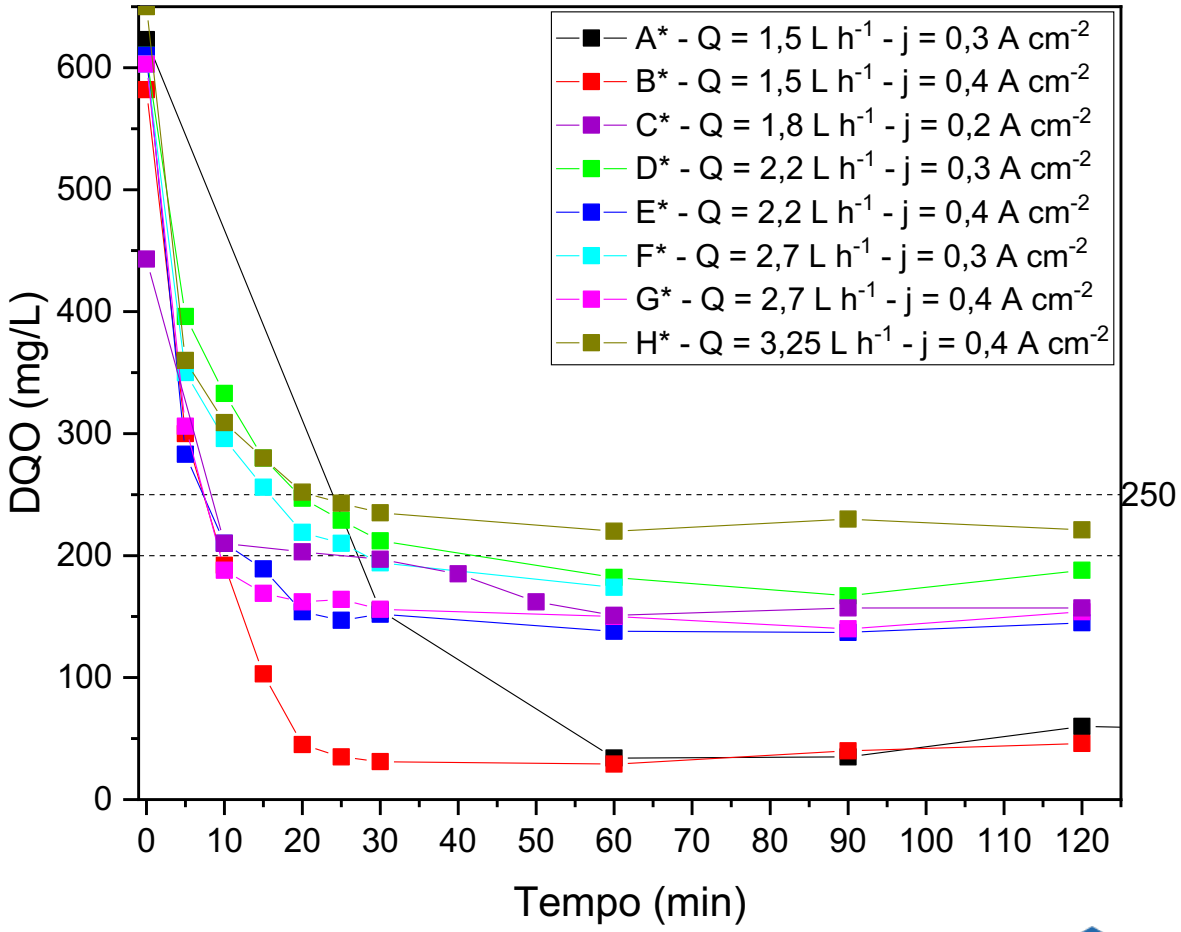




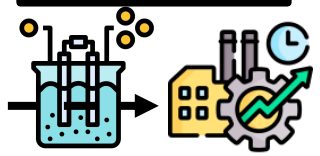
Resultados e Discussão



Efluente real de aterro sanitário - RS
Pós processos convencionais
DQO inicial: 600 mg L^{-1}



Eletro-oxidação



Processo contínuo

Resultados e discussão

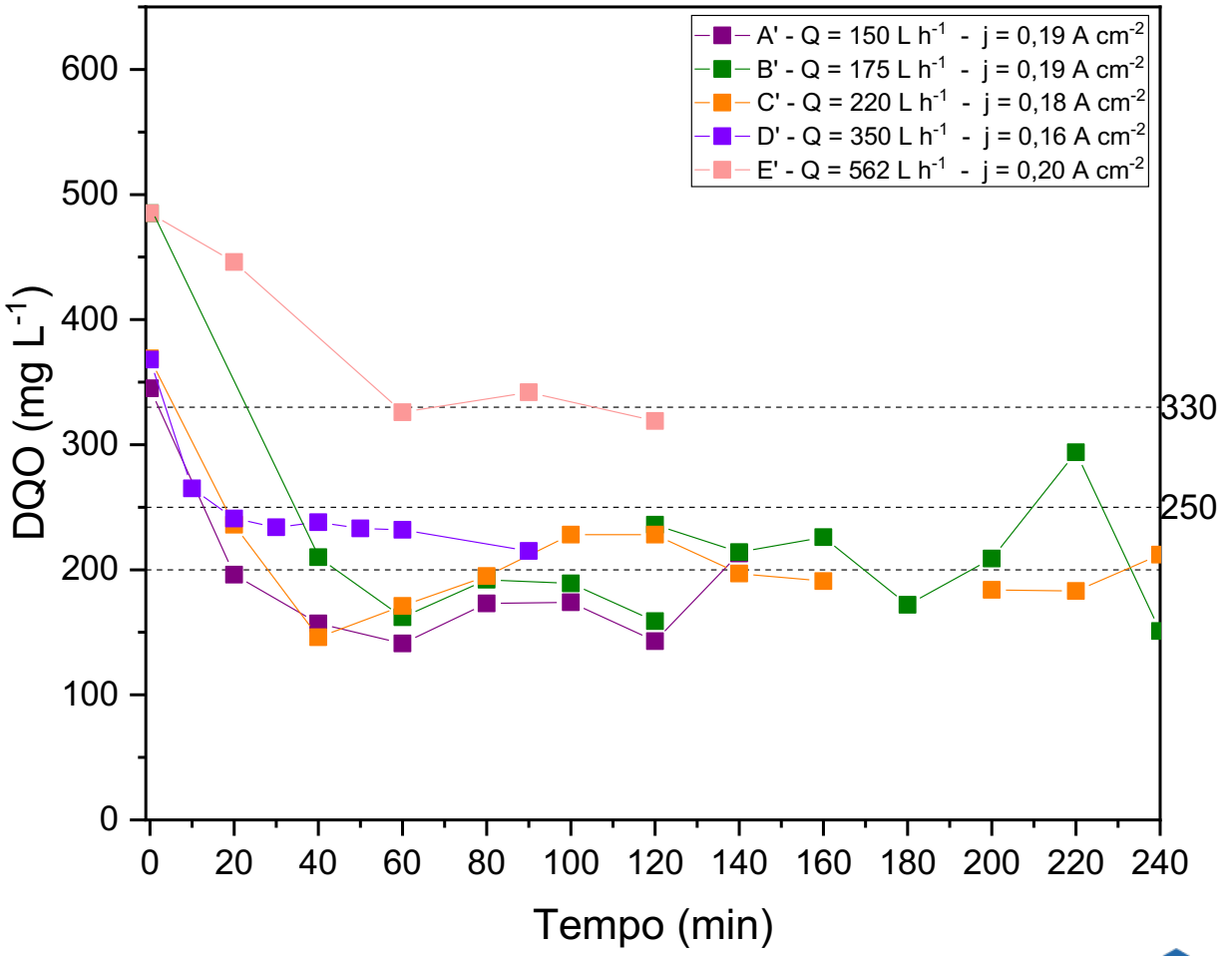


Reator instalado em aterro sanitário - RS

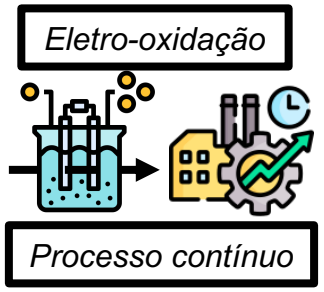
Pós processos convencionais

DQO inicial: 350-500 mg L^{-1}



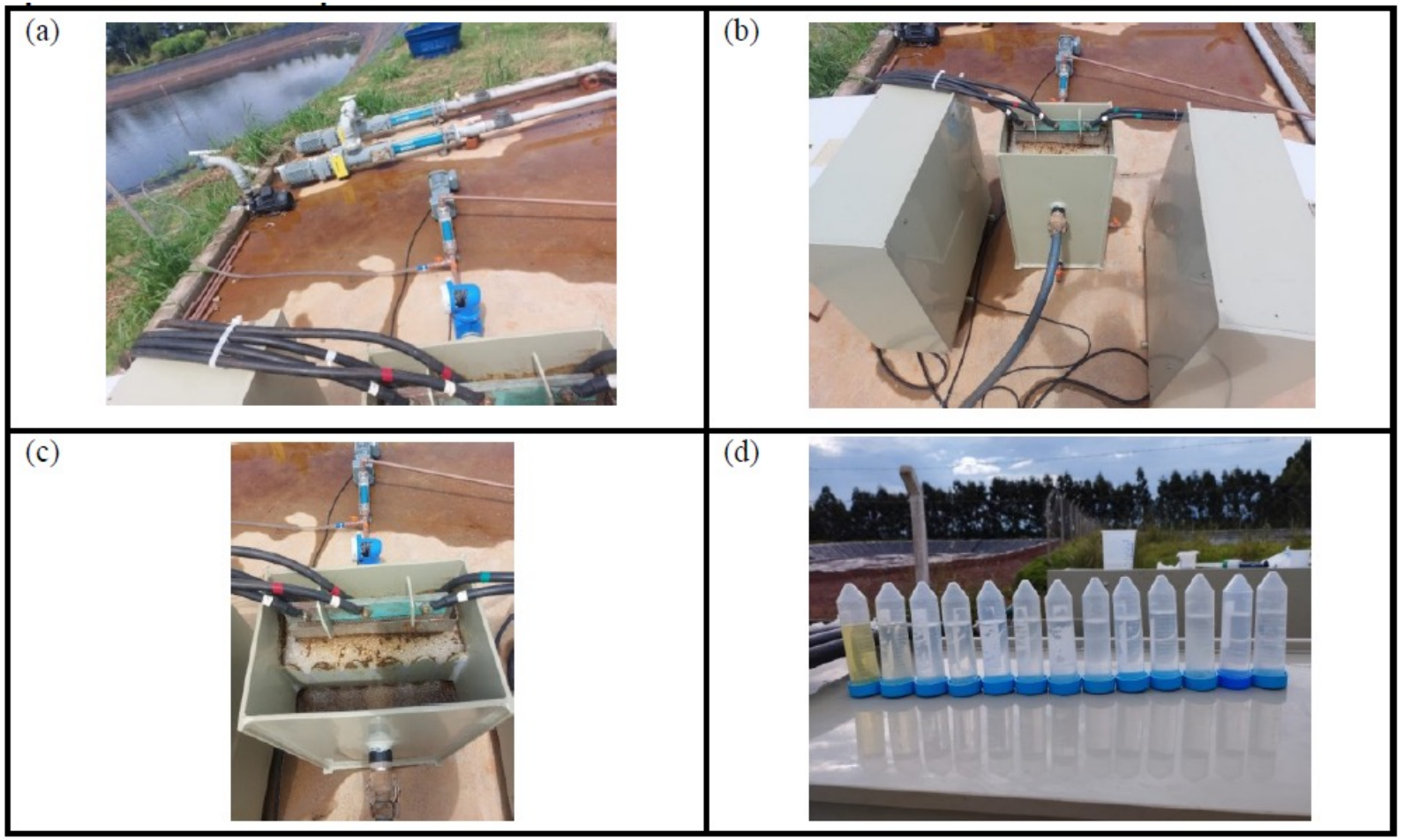


Encontro Técnico AESABESP
Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente



Resultados e discussão

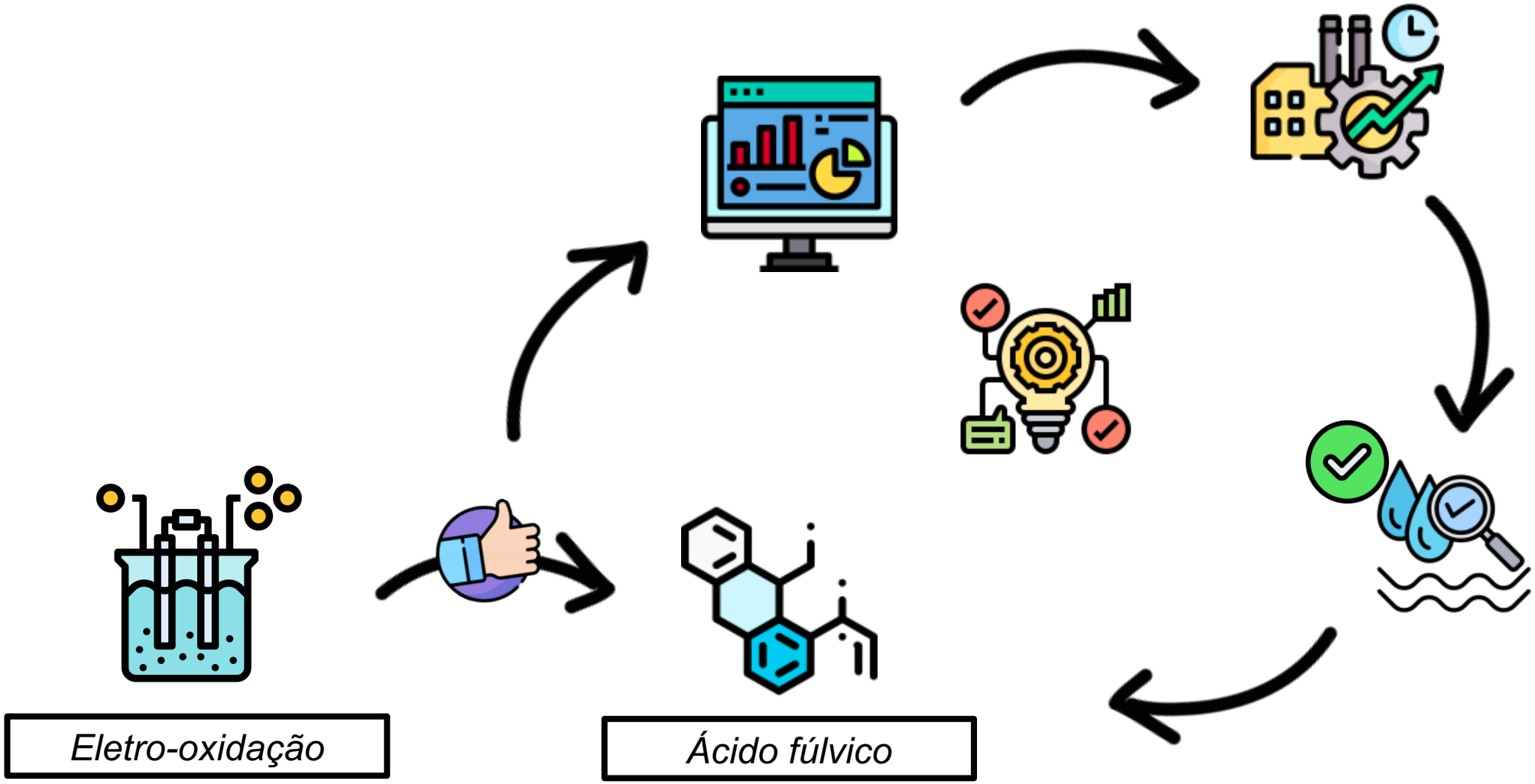






Encontro Técnico AESABESP
Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente

Conclusão





Conclusão


OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
1 ERRADICAÇÃO DA POBREZA
2 FOME ZERO
3 BOA SAÚDE E BEM-ESTAR
4 EDUCAÇÃO DE QUALIDADE
5 IGUALDADE DE GÊNERO
6 ÁGUA LIMPA E SANEAMENTO
7 ENERGIA ACESSÍVEL E LIMPA
8 EMPREGO DIGNO E CRESCIMENTO ECONÔMICO
9 INDÚSTRIA, INOVAÇÃO E INFRAESTRUTURA
10 REDUÇÃO DAS DESIGUALDADES
11 CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS
12 CONSUMO E PRODUÇÃO RESPONSÁVEIS
13 COMBATE ÀS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS
14 VIDA DEBAIXO D'ÁGUA
15 VIDA SOBRE A TERRA
16 PAZ, JUSTIÇA E INSTITUIÇÕES FORTES
17 PARCERIAS EM PROL DAS METAS
OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL


OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
3 BOA SAÚDE E BEM-ESTAR
12 CONSUMO E PRODUÇÃO RESPONSÁVEIS
5 IGUALDADE DE GÊNERO
14 VIDA DEBAIXO D'ÁGUA
6 ÁGUA LIMPA E SANEAMENTO
15 VIDA SOBRE A TERRA
8 EMPREGO DIGNO E CRESCIMENTO ECONÔMICO
16 PAZ, JUSTIÇA E INSTITUIÇÕES FORTES
9 INDÚSTRIA, INOVAÇÃO E INFRAESTRUTURA
17 PARCERIAS EM PROL DAS METAS
11 CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS

Encontro Técnico AESABESP
Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente

Agradecimentos





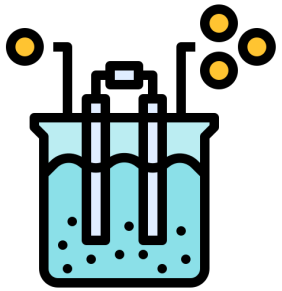






CNPq
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

fapesc
Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina





Obrigada pela atenção!







