ÍNDICE DE REVISÕES

REV.	DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS
0	EMISSÃO ORIGINAL
A	REVISÃO E ACRÉSCIMO DE CONTEÚDO
B	REVISÃO E INCLUSÃO DAS CONCENTRAÇÕES DOS PRINCÍPIOS ATIVOS
C	REVISÃO TEXTUAL E EXCLUSÃO DE ITENS
D	REVISÃO TEXTUAL E EXCLUSÃO DE ITENS
E	REVISÃO TEXTUAL

	REV. 0	REV. A	REV. B	REV. C	REV. D	REV. E
DATA	06/08/2026	10/08/2026	13/08/2026	18/08/2026	18/08/2026	28/09/2026
EXECUÇÃO	G4J4	G4J4	G4J4	G4J4	G4J4	G4J4
VERIFICAÇÃO	CLWX	CLWX	EDTW	CLWX	CLWX	CLWX
APROVAÇÃO	BRT3	BRT3	AIOP	BRT3	BRT3	BRT3

DE ACORDO COM A DI-1PBR-00337, AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA PETROBRAS, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE. FORMULÁRIO PADRONIZADO PELA NORMA PETROBRAS N-381-REV.M.

PÚBLICA

Sumário

1. OBJETIVO 5
2. ESCOPO 5
3. DEFINIÇÕES E ABREVIATURAS 6
4. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA 7
5. CARACTERIZAÇÃO RESUMIDA DA U-1944 7
5.1 Finalidade da unidade 7
5.2 Configuração geral 7
5.3 Pré-filtração 7
5.4 Configuração das membranas 8
5.5 Condições de referência das membranas 8
6. CARACTERÍSTICAS DO EFLUENTE DE ALIMENTAÇÃO 9
7. QUALIDADE REQUERIDA DO PERMEADO 10
8. FILOSOFIA GERAL DO TRATAMENTO QUÍMICO 11
9. REQUISITOS GERAIS APLICÁVEIS A TODOS OS PRODUTOS 11
9.1 Qualidade e fabricação 11
9.2 Compatibilidade com as membranas 12
9.3 Compatibilidade com os materiais da unidade 12
9.4 Solubilidade e preparo 12
9.5 Dosagem 12
9.6 Documentação de cada lote 13
10. ESPECIFICAÇÃO DO ANTI INCRUSTANTE 13
10.1 Finalidade 13
10.2 Sistema existente 13
10.3 Incrustações a serem controladas 14
10.4 Requisitos técnicos 14
10.5 Estudo de projeção 14
10.6 Dosagem de referência 15
10.7 Propriedades a serem declaradas 15
10.8 Critérios de desempenho 15
11. ESPECIFICAÇÃO DO BIOCIDA NÃO OXIDANTE DE OPERAÇÃO 16
11.1 Finalidade 16
11.2 Sistema existente 16
11.3 Requisitos técnicos 16
11.4 Dosagem de referência 17
11.5 Propriedades a serem declaradas 17
11.6 Critérios de desempenho 17
12. ESPECIFICAÇÃO DO BISSULFITO DE SÓDIO 18

12.1 Finalidade ... 18
12.2 Sistema existente ... 18
12.3 Requisitos técnicos ... 18
12.4 Critério de proteção das membranas ... 19
12.5 Base de comparação comercial ... 19
12.6 Critérios de desempenho ... 19
13. ESPECIFICAÇÃO DO BIOCIDA PARA SANITIZAÇÃO E PRESERVAÇÃO ... 20
13.1 Finalidade ... 20
13.2 Requisitos técnicos ... 20
13.3 Programa de preservação ... 20
13.4 Sanitização ... 21
13.5 Desativação ... 21
14. ESPECIFICAÇÃO DO DETERGENTE ALCALINO PARA CIP ... 21
14.1 Finalidade ... 21
14.2 Condições do sistema CIP ... 22
14.3 Requisitos técnicos ... 22
14.4 Condições de referência ... 22
14.5 Procedimento técnico ... 23
14.6 Critérios de desempenho ... 23
15. ESPECIFICAÇÃO DO DETERGENTE ÁCIDO PARA CIP ... 23
15.1 Finalidade ... 23
15.2 Requisitos técnicos ... 24
15.3 Condições de referência ... 24
15.4 Monitoramento da solução ... 24
15.5 Enxágue ... 25
16. ESPECIFICAÇÃO DO HIDRÓXIDO DE SÓDIO ... 25
16.1 Finalidade ... 25
16.2 Sistema existente ... 25
16.3 Requisitos técnicos ... 25
16.4 Base de comparação ... 26
16.5 Controle de neutralização ... 26
17. SISTEMA DE NEUTRALIZAÇÃO E COMPATIBILIDADE DOS PRODUTOS ... 26
18. SISTEMA DE FLUSHING E PRESERVAÇÃO ... 27
19. REQUISITOS PARA O PROGRAMA DE CIP ... 27
20. REQUISITOS DE DESEMPENHO DO PROGRAMA QUÍMICO ... 28
21. PROPOSTA TÉCNICA ... 29
22. CRITÉRIOS DE EQUIVALÊNCIA TÉCNICA ... 30
23. HOMOLOGAÇÃO E TESTE INDUSTRIAL ... 31
24. EMBALAGEM E IDENTIFICAÇÃO ... 31

25. TRANSPORTE, ENTREGA E DESCARREGAMENTO 32
26. ARMAZENAMENTO E PRAZO DE VALIDADE 32
27. SAÚDE, SEGURANÇA E MEIO AMBIENTE 33
28. INSPEÇÃO E RECEBIMENTO 34
29. CRITÉRIOS DE REJEIÇÃO 34
30. PRAZOS 35
31. GARANTIA TÉCNICA 35
32. RESPONSABILIDADES DA CONTRATADA 35
33. RESPONSABILIDADES DA CONTRATANTE 35
34. TABELA-RESUMO DOS INSUMOS 36
35. TABELA-RESUMO DAS DOSAGENS DE REFERÊNCIA 37
36. DISPOSIÇÕES FINAIS 37
37. PARTICIPANTES 37

1. OBJETIVO

Esta Especificação Técnica estabelece os requisitos mínimos para fornecimento dos produtos químicos destinados à operação, proteção, limpeza química, preservação e tratamento das drenagens da Unidade de Osmose Reversa U-1944.

Os requisitos definidos neste documento destinam-se a assegurar que os produtos ofertados sejam tecnicamente adequados às características do efluente de alimentação, às condições operacionais da unidade, aos sistemas de armazenamento e dosagem existentes e às membranas instaladas, preservando:

a) a integridade física e química das membranas;
b) a recuperação hidráulica de projeto;
c) a produção e a qualidade do permeado;
d) a disponibilidade operacional dos trens de osmose reversa;
e) o controle de incrustações minerais, *fouling* orgânico e crescimento microbiológico;
f) a eficiência dos procedimentos de limpeza química e preservação;
g) a adequada neutralização das drenagens químicas antes de sua destinação;
h) a vida útil dos elementos de membrana, vasos de pressão, bombas, tubulações, tanques, instrumentos e demais componentes do pacote.

Esta especificação foi estruturada com base nas necessidades funcionais da U-1944. As características dos produtos anteriormente utilizados (fabricados pela Genesys) foram consideradas apenas como referência técnica de desempenho, não constituindo indicação ou direcionamento de marca ou fabricante.

Serão admitidos produtos de qualquer fabricante, desde que a **PROPONENTE** comprove, mediante documentação técnica, cálculos, estudos de aplicação e, quando solicitado, testes laboratoriais ou industriais, que os produtos ofertados atendem integralmente aos requisitos desta Especificação Técnica.

2. ESCOPO

O escopo compreende o fornecimento dos seguintes insumos:

a) anti incrustante para aplicação contínua na alimentação da osmose reversa;
b) biocida não oxidante para aplicação durante a operação da unidade;
c) bissulfito de sódio para remoção de cloro residual e outros oxidantes antes das membranas;
d) biocida não oxidante para sanitização e preservação das membranas durante paradas;
e) detergente alcalino para limpeza química das membranas;
f) detergente ácido para limpeza química das membranas;
g) hidróxido de sódio para neutralização de drenagens químicas;

O fornecimento deverá contemplar, conforme aplicável:

a) produto químico em concentração e forma comercial compatíveis com os sistemas existentes;
b) ficha de dados de segurança — FDS ou FISPQ, conforme nomenclatura vigente;
c) boletim ou ficha técnica do produto;
d) certificado de análise de cada lote;
e) identificação e rastreabilidade dos lotes;
f) instruções de armazenamento, manuseio, diluição e dosagem;
g) declaração de compatibilidade com membranas de osmose reversa de poliamida;
h) declaração de compatibilidade com os materiais construtivos da unidade;

i) recomendação técnica de dosagem;
j) memorial de cálculo ou estudo de aplicação, quando aplicável;
k) procedimentos de limpeza, sanitização ou preservação, quando aplicável;
l) informações sobre neutralização, descarte e tratamento dos resíduos gerados;
m) suporte técnico para avaliação, implantação e otimização dos produtos, quando previsto no instrumento contratual.

As quantidades de cada insumo serão definidas na Requisição de Material, Planilha de Preços Unitários, Pedido de Compra ou documento equivalente.

3. DEFINIÇÕES E ABREVIATURAS

Para fins desta Especificação Técnica, aplicam-se as seguintes definições:

- **Água de alimentação:** efluente tratado proveniente da U-1943, encaminhado à U-1944 para dessalinização por osmose reversa.
- **CIP — *Clean-in-Place*:** procedimento de limpeza química realizado com circulação de solução de limpeza através dos elementos de membrana, sem sua remoção dos vasos de pressão.
- **COA — *Certificate of Analysis*:** certificado de análise emitido para o lote fornecido.
- **Concentrado ou rejeito:** corrente que contém os sais e demais constituintes retidos e concentrados pelas membranas.
- **Dosagem ativa:** quantidade efetiva do componente químico funcional presente no produto, independentemente de sua concentração comercial.
- ***Fouling*:** deposição de material particulado, coloidal, orgânico, inorgânico ou microbiológico sobre a superfície das membranas ou nos canais de alimentação.
- ***Flushing*:** deslocamento do efluente concentrada existente no interior das membranas por água permeada, realizado durante paradas operacionais.
- **LSI — *Langelier Saturation Index*:** índice utilizado na avaliação do potencial de precipitação de carbonato de cálcio.
- **ORP ou REDOX:** potencial de oxirredução utilizado como variável de controle nos sistemas de cloração e descloração.
- **Permeado:** corrente que atravessa as membranas de osmose reversa.
- **PROPONENTE:** empresa participante do processo de contratação.
- **CONTRATADA:** empresa responsável pelo fornecimento após a formalização da contratação.
- **CONTRATANTE:** empresa responsável pela aquisição e operação da unidade.
- **Recuperação hidráulica:** relação percentual entre a vazão de permeado e a vazão de alimentação.
- **RO ou OI ou OR:** osmose reversa.
- **SDI — *Silt Density Index*:** índice utilizado para avaliar o potencial de *fouling* do efluente de alimentação das membranas.
- **TFC:** membrana composta de filme fino, usualmente constituída por camada seletiva de poliamida.

4. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Deverá ser considerados, memorial descritivo da unidade (MD-5230.00-5333-940-OD5-001=E PROCESSO).

Em caso de divergência entre esta Especificação Técnica, os documentos do projeto e as recomendações do fabricante das membranas, a CONTRATADA deverá comunicar formalmente a CONTRATANTE antes do fornecimento ou aplicação do produto.

Os *setpoints* de alarmes, intertravamentos e ações automáticas deverão ser confirmados nos documentos específicos de automação. O texto narrativo dos memoriais não deverá ser utilizado isoladamente para alteração de lógica ou *setpoint*.

5. CARACTERIZAÇÃO RESUMIDA DA U-1944

5.1 Finalidade da unidade

A U-1944 é destinada à dessalinização do efluente tratado proveniente da U-1943, correspondente ao tratamento terciário de águas oleosas. O permeado produzido é destinado à composição de uma mistura com o efluente da U-1571 e ao posterior atendimento da reposição das torres de resfriamento e de outros consumidores da refinaria.

5.2 Configuração geral

A unidade é composta por três trens de osmose reversa, com dois estágios por trem. A capacidade nominal consolidada é apresentada na **Tabela 1**.

Tabela 1 – Parâmetros operacionais da U-1944

Parâmetro	Valor de referência
Vazão total de alimentação	800 m³/h
Vazão nominal por trem	aproximadamente 267 m³/h
Recuperação hidráulica global	70%
Vazão total nominal de permeado	560 m³/h
Vazão aproximada de permeado por trem	187 a 190 m³/h
Número de trens	3
Configuração normal	3+0 ou 2+1
Configuração eventual	1+2

Na configuração 3+0, os três trens encontram-se em operação. Na configuração 2+1, dois trens operam e um permanece em reserva, manutenção, limpeza ou indisponível. A configuração 1+2 pode ser utilizada em condições específicas de demanda ou disponibilidade, não sendo considerada a configuração operacional predominante.

5.3 Pré-filtração

Cada trem possui filtros de cartucho com grau nominal de filtração de 5 µm, instalados em configuração de um filtro em operação e um em reserva. A água após os filtros de cartucho deverá

apresentar SDI inferior a 5. O sistema possui pontos de amostragem para medição de SDI e outros parâmetros laboratoriais.

5.4 Configuração das membranas

O primeiro estágio de cada trem é constituído por:

a) 28 vasos de pressão;
b) 7 elementos por vaso;
c) 196 elementos de membrana por trem;
d) 588 elementos de membrana nos três trens;
e) elementos de 8 polegadas, configuração espiral, de baixa tendência ao *fouling*.

O segundo estágio de cada trem é constituído por:

a) 14 vasos de pressão;
b) 7 elementos por vaso;
c) 98 elementos de membrana por trem;
d) 294 elementos de membrana nos três trens;
e) elementos de 8 polegadas, com características de resistência ao *fouling*.

A configuração total é, portanto, apresentada na **Tabela 2**.

Tabela 2 – Configuração total da U-1944.

Parâmetro	Por trem	Total da unidade
Vasos do primeiro estágio	28	84
Elementos do primeiro estágio	196	588
Vasos do segundo estágio	14	42
Elementos do segundo estágio	98	294
Total de vasos	42	126
Total de elementos	294	882

5.5 Condições de referência das membranas

A membrana de referência é do tipo *brackish water reverse osmosis*, de poliamida composta, modelo LG BW 440 R G2 ou equivalente efetivamente instalado.

As principais características e limites informados para a membrana de referência são apresentados na **Tabela 3**.

Tabela 3 – Dados do *data sheet* das membranas da U-1944.

Parâmetro	Valor
Área ativa	41 m²
Vazão nominal de permeado por elemento	47,9 m³/d
Rejeição salina estabilizada	99,8%
Rejeição salina mínima	99,65%
Pressão máxima aplicada	41 bar
Temperatura máxima	45 °C
Cloro livre máximo	inferior a 0,1 mg/L
Turbidez máxima da alimentação	1,0 NTU
SDI máximo em 15 minutos	5
Faixa de pH em operação contínua	2 a 11
Faixa de pH durante limpeza	1 a 13
Vazão máxima de alimentação por elemento	17 m³/h
Perda de carga máxima por elemento	1,0 bar

A faixa de pH durante as limpezas deverá ser utilizada em conjunto com os limites de temperatura, concentração, tempo de exposição e demais recomendações do fabricante das membranas.

A utilização de produto químico dentro da faixa de pH isoladamente não caracteriza compatibilidade.

6. CARACTERÍSTICAS DO EFLUENTE DE ALIMENTAÇÃO

Os produtos ofertados deverão ser selecionados considerando, no mínimo, as seguintes características do efluente de alimentação (**Tabela 4**).

Tabela 4 – Características do efluente de alimentação da U-1944.

Parâmetro	Valor de referência	Unidade
Temperatura	34, máximo de projeto informado de 38	°C
pH	7,0 a 8,5	—
Turbidez	0,20	NTU
Óleos e graxas	menor que 1,0	mg/L
DQO	60 a 90	mg/L
Nitrogênio amoniacal	0,6 a 1,0	mg/L
Condutividade	4.130 a 4.900	µS/cm
Cloreto	943 a 1.600	mg/L
Carbono orgânico total	31	mg/L
Carbono inorgânico	70	mg/L
Fenol	menor que 0,2	mg/L
Sulfeto	menor que 1,0	mg/L
Cálcio	58	mg/L
Magnésio	21	mg/L
Boro	1,1	mg/L
Bário	1,8	mg/L
Manganês	0,16	mg/L
Fósforo	2,0	mg/L
Sílica	23,5	mg/L
Ferro	menor que 0,1	mg/L
Alumínio	não informado	—
Mercúrio	0,022	mg/L

Parâmetro	Valor de referência	Unidade
Prata	menor que 0,1	mg/L
Arsênio	menor que 0,1	mg/L
Cádmio	menor que 0,1	mg/L
Cobre	menor que 0,1	mg/L
Cromo	menor que 0,1	mg/L
Níquel	menor que 0,1	mg/L
Chumbo	menor que 0,1	mg/L
Selênio	menor que 0,1	mg/L
Estanho	menor que 0,1	mg/L
Zinco	menor que 0,1	mg/L

A **PROPONENTE** deverá considerar que os valores apresentados são dados de projeto e não eliminam a necessidade de avaliação de análises atualizadas, variações sazonais, condições anormais e dados históricos da unidade.

O dimensionamento dos produtos deverá considerar as condições mais restritivas tecnicamente justificáveis, especialmente para:

a) condutividade;
b) cloreto;
c) cálcio;
d) magnésio;
e) bário;
f) sílica;
g) fósforo;
h) ferro;
i) manganês;
j) carbono orgânico total;
k) óleos e graxas;
l) recuperação hidráulica global.

7. QUALIDADE REQUERIDA DO PERMEADO

Os produtos químicos não poderão comprometer o atendimento aos seguintes limites do efluente permeada (**Tabela 5**).

Tabela 5 – Limites do efluente permeada da U-1944.

Parâmetro	Limite máximo ou valor de referência	Unidade
pH	7	—
Turbidez	0,5	NTU
Alumínio	0,1	mg/L
Ferro	0,1	mg/L
Alcalinidade total	20	mg/L como $CaCO_3$
Dureza de cálcio	10	mg/L como $CaCO_3$
Sílica	0,1	mg/L como SiO_2
Sólidos suspensos	0,1	mg/L
Dureza total	30	mg/L como $CaCO_3$
Condutividade	200	µS/cm

A eventual elevação temporária da condutividade após uma limpeza química deverá ser acompanhada até a estabilização da unidade.

O retorno da unidade à produção somente poderá ocorrer após remoção dos resíduos dos produtos de limpeza e atendimento aos critérios operacionais definidos pela CONTRATANTE.

8. FILOSOFIA GERAL DO TRATAMENTO QUÍMICO

A sequência funcional do condicionamento químico da U-1944 é composta por:

a) dosagem de anti incrustante, para controle da precipitação de sais;
b) dosagem de biocida não oxidante, para controle microbiológico;
c) filtração em cartuchos de 5 µm;
d) dosagem de bissulfito de sódio, para remoção do cloro residual e de outros oxidantes;
e) tratamento em dois estágios de osmose reversa;
f) flushing com água permeada durante paradas;
g) preservação microbiológica das membranas durante paradas prolongadas;
h) limpeza química ácida, alcalina ou biocida, de acordo com o tipo de depósito;
i) neutralização das drenagens químicas com hidróxido de sódio.

Os produtos ofertados deverão ser mutuamente compatíveis nas condições e pontos de aplicação previstos.

A compatibilidade não deverá ser presumida apenas pelo fato de os produtos serem individualmente recomendados para osmose reversa. A **PROPONENTE** deverá avaliar a interação entre:
a) anti incrustante e biocida;
b) anti incrustante e cátions metálicos;
c) produtos de CIP e contaminantes acumulados;
d) produtos de limpeza utilizados em sequência;
e) produtos de CIP e sistema de neutralização;
f) resíduos de biocida preservante e bissulfito de sódio.

Não será admitida mistura direta de produtos incompatíveis em tanques, linhas ou pontos de dosagem.

9. REQUISITOS GERAIS APLICÁVEIS A TODOS OS PRODUTOS

9.1 Qualidade e fabricação

Os produtos deverão:

a) ser fabricados por empresa tecnicamente qualificada;
b) possuir composição e processo de fabricação controlados;
c) apresentar uniformidade entre lotes;
d) estar isentos de materiais estranhos, precipitados, contaminações ou separação de fases não previstas na ficha técnica;
e) atender às propriedades declaradas pelo fabricante;
f) apresentar estabilidade durante transporte e armazenamento;
g) possuir identificação completa e rastreabilidade;
h) ser entregues dentro do prazo de validade;
i) não sofrer alteração de formulação, matéria-prima, concentração ou local de fabricação sem comunicação e aprovação prévia da CONTRATANTE.

9.2 Compatibilidade com as membranas

Todos os produtos que possam entrar em contato direto ou indireto com as membranas deverão possuir declaração formal de compatibilidade com membranas de poliamida composta.

A declaração deverá abranger:

a) concentração de aplicação;
b) pH da solução;
c) temperatura;
d) tempo de contato;
e) frequência de aplicação;
f) condições de enxágue;
g) riscos de oxidação, hidrólise, compactação ou perda de rejeição salina.

Produtos que contenham agentes oxidantes somente poderão ser utilizados nos pontos expressamente previstos, mantendo-se o cloro livre na alimentação das membranas abaixo de 0,1 mg/L.

9.3 Compatibilidade com os materiais da unidade

A **PROPONENTE** deverá informar a compatibilidade dos produtos, em sua concentração de fornecimento e nas soluções de uso, com os seguintes materiais, conforme aplicável:

a) PEAD;
b) polipropileno;
c) PVC;
d) PRFV;
e) aço inoxidável;
f) aço carbono;
g) elastômeros e materiais de vedação;
h) materiais dos filtros, bombas, válvulas e instrumentos.

Caso haja incompatibilidade com algum material, a restrição deverá ser destacada na proposta.

9.4 Solubilidade e preparo

Produtos sujeitos a diluição ou dissolução deverão:

a) apresentar completa solubilidade ou miscibilidade nas condições de preparo;
b) não formar precipitados capazes de obstruir filtros, válvulas, bombas ou linhas;
c) não exigir equipamentos não existentes sem aprovação prévia;
d) possuir instruções claras de ordem de adição, concentração, agitação, temperatura e tempo de preparo;
e) informar o prazo máximo de utilização da solução preparada.

9.5 Dosagem

As dosagens indicadas nesta ET são referências de projeto ou de produtos anteriormente utilizados.

A dosagem definitiva deverá ser tecnicamente calculada pela **PROPONENTE** e validada pela CONTRATANTE.

A **PROPONENTE** deverá informar:

a) dosagem em mg/L do produto comercial;
b) dosagem em mg/L do princípio ativo ou base ativa;
c) consumo horário, diário e mensal;
d) concentração de fornecimento;
e) fator de segurança utilizado;
f) faixa de ajuste recomendada;
g) limites de subdosagem e superdosagem;
h) impacto da dosagem sobre pH, condutividade, fósforo, sulfato, carbono orgânico e demais parâmetros relevantes.

9.6 Documentação de cada lote

Cada lote deverá ser acompanhado de certificado de análise contendo, no mínimo:

a) nome do produto;
b) fabricante;
c) número do lote;
d) data de fabricação;
e) data de validade;
f) aparência;
g) densidade, quando aplicável;
h) pH, quando aplicável;
i) teor ativo ou concentração;
j) demais parâmetros de controle definidos para o produto.

10. ESPECIFICAÇÃO DO ANTI INCRUSTANTE

10.1 Finalidade

O anti incrustante será aplicado continuamente na água de alimentação, a montante dos filtros de cartucho, com a finalidade de evitar a precipitação de sais que se concentram nos dois estágios da osmose reversa.

O produto deverá contribuir para a operação da unidade com recuperação hidráulica global de 70%.

10.2 Sistema existente

O sistema possui:

a) tanque de dosagem TQ-1944501 em PEAD, com capacidade de 1.000 L;
b) duas bombas dosadoras em configuração 1+1;
c) dosagem proporcional à vazão medida nos trens de osmose;
d) possibilidade de diluição com água permeada proveniente do tanque de flushing;
e) ponto de injeção na alimentação dos filtros de cartucho.

10.3 Incrustações a serem controladas

O produto deverá possuir eficiência comprovada para controle, no mínimo, de:

a) carbonato de cálcio;
b) sulfato de cálcio;
c) fosfato de cálcio;
d) sulfato de bário;
e) sulfato de estrôncio;
f) fluoreto de cálcio, quando presente;
g) sílica e silicatos;
h) depósitos de ferro;
i) depósitos de manganês;
j) depósitos associados a alumínio, quando aplicável.

10.4 Requisitos técnicos

O produto deverá:

a) ser desenvolvido especificamente para membranas de osmose reversa;
b) ser compatível com membranas de poliamida;
c) possuir ação anti incrustante e dispersante;
d) ser adequado às características do efluente da U-1943;
e) ser eficaz na recuperação hidráulica de 70%;
f) ser adequado a dosagem contínua;
g) ser totalmente miscível ou adequadamente dispersível em água;
h) ser compatível com tanque em PEAD, bombas, linhas e válvulas existentes;
i) não contribuir significativamente para crescimento microbiológico;
j) não causar precipitação ou reação adversa com o biocida não oxidante;
k) não causar aumento indevido da carga orgânica, fósforo ou outro parâmetro relevante sem que o impacto seja informado;
l) manter estabilidade química nas temperaturas de armazenamento e operação previstas;
m) possuir baixa tendência a formar precipitados na linha de dosagem.
n) possuir concentração do princípio ativo declarada e controlada de 10 a 20% m/m;

Serão admitidas formulações à base de fosfonatos, polímeros, copolímeros, policarboxilatos ou outras tecnologias, desde que o desempenho seja comprovado.

O anti incrustante deverá ser fornecido em IBCs, com capacidade média de 1000L.

Não será exigida reprodução da composição do produto anteriormente utilizado.

10.5 Estudo de projeção

A **PROPONENTE** deverá apresentar estudo de projeção de incrustação contendo, no mínimo:

a) composição do efluente de alimentação considerada;
b) recuperação hidráulica de 70%;
c) concentração dos sais em cada estágio;
d) temperatura e pH considerados;
e) índices de saturação sem tratamento;
f) índices de saturação com a dosagem proposta;

g) espécies minerais avaliadas;
h) dosagem recomendada;
i) margem de segurança;
j) indicação de eventual necessidade de correção de pH;
k) limitações do produto.

A simples apresentação de informação genérica de que o produto atua até determinado LSI não substituirá o estudo aplicado ao efluente da U-1944.

Como referência de desempenho, o produto anteriormente utilizado apresentava capacidade declarada de atuação em LSI de até +2,6. Produtos com limite inferior poderão ser aceitos somente se o estudo de projeção demonstrar controle adequado nas condições reais da unidade.

10.6 Dosagem de referência

A dosagem anteriormente recomendada para produto concentrado de referência situava-se tipicamente entre 2 e 4 mg/L.

A dosagem ofertada poderá ser diferente, desde que:

a) seja justificada por memorial de cálculo;
b) atenda às condições da unidade;
c) seja compatível com a capacidade das bombas dosadoras;
d) seja considerada na avaliação econômica com base no consumo efetivo;
e) não gere impactos adversos.

10.7 Propriedades a serem declaradas

A **PROPONENTE** deverá informar:

a) aparência;
b) estado físico;
c) densidade;
d) pH do produto fornecido;
e) ponto de congelamento;
f) solubilidade;
g) teor de sólidos ou teor ativo;
h) princípio funcional ou família química;
i) prazo de validade;
j) materiais recomendados para armazenamento.

10.8 Critérios de desempenho

O anti incrustante deverá contribuir para:

a) manutenção da recuperação hidráulica;
b) estabilidade da pressão diferencial;
c) manutenção da vazão normalizada de permeado;
d) redução do potencial de precipitação de sais;
e) redução da frequência de CIP associada a *scaling*;

f) preservação da rejeição salina;
g) ausência de depósitos no sistema de dosagem.

A pressão diferencial de aproximadamente 3,5 a 4,0 bar indicada no projeto como condição de alarme para limpeza não deverá ser utilizada como condição normal de operação.

11. ESPECIFICAÇÃO DO BIOCIDA NÃO OXIDANTE DE OPERAÇÃO

11.1 Finalidade

O biocida não oxidante será aplicado durante a operação da unidade para prevenir crescimento microbiológico, formação de biofilme e *fouling* orgânico nas membranas e demais componentes do sistema.

Sua aplicação complementa a cloração do efluente bruto, uma vez que o cloro residual é removido antes das membranas por meio da dosagem de bissulfito de sódio.

11.2 Sistema existente

O sistema possui:

a) tanque de dosagem TQ-1944503 em PEAD, com capacidade de 1.000 L;
b) duas bombas dosadoras em configuração 1+1;
c) capacidade informada das bombas de aproximadamente 6 L/h a 10 bar;
d) dosagem proporcional à vazão dos trens;
e) possibilidade de diluição com água permeada;
f) injeção na alimentação do sistema de filtração.

11.3 Requisitos técnicos

O produto deverá:

a) ser biocida não oxidante;
b) ser compatível com membranas de poliamida;
c) ser eficaz contra bactérias e outros microrganismos relevantes ao processo;
d) contribuir para controle de algas, quando aplicável;
e) prevenir formação e adesão de biofilme;
f) ser adequado à aplicação contínua ou ao regime de dosagem proposto;
g) ser compatível com a presença controlada de cloro no ponto de aplicação;
h) não formar precipitado com o anti incrustante;
i) não reagir de forma adversa com os sais presentes na água;
j) ser miscível ou adequadamente dispersível em água;
k) ser compatível com tanque em PEAD e sistema de dosagem existente;
l) não causar perda de permeabilidade, rejeição salina ou danos às membranas;
m) não apresentar caráter oxidante na concentração aplicada.
n) possuir concentração do princípio ativo declarada e controlada de 1 a 5% m/m;

Será admitida formulação à base de isotiazolinonas ou outra tecnologia **não oxidante** de eficiência equivalente.

O biocida não oxidante deverá ser fornecido em IBCs, com capacidade média de 1000L.

Será admitido produto com ação combinada de biocida e auxiliar de floculação ou controle de coloides, desde que a **PROPONENTE** demonstre que:

a) a característica catiônica, aniônica ou não iônica do produto é compatível com as membranas e demais produtos;
b) não ocorrerá deposição irreversível sobre as membranas;
c) o produto contribuirá para redução ou controle do SDI;
d) a dosagem é compatível com os filtros de cartucho de 5 µm.

11.4 Dosagem de referência

Para o produto anteriormente utilizado, a dosagem típica de referência situava-se entre 5 e 10 mg/L.

A dosagem efetiva deverá ser determinada considerando:

a) contagem microbiológica;
b) formação de biofilme;
c) ATP, quando utilizado;
d) SDI;
e) pressão diferencial;
f) carbono orgânico;
g) temperatura do efluente;
h) regime de operação;
i) tempo de residência;
j) resultados de testes de bancada ou testes industriais.

11.5 Propriedades a serem declaradas

A **PROPONENTE** deverá informar:

a) aparência;
b) densidade;
c) pH;
d) ponto de congelamento;
e) viscosidade em diferentes temperaturas, quando relevante;
f) família química ou princípios ativos;
g) teor ativo;
h) miscibilidade;
i) corrosividade;
j) prazo de validade;
k) materiais compatíveis.

11.6 Critérios de desempenho

O produto deverá:

a) controlar o crescimento microbiológico;
b) não aumentar de forma anormal a pressão diferencial;
c) não comprometer o SDI;
d) não gerar *fouling* por interação química;
e) não comprometer a qualidade do permeado;
f) operar de forma compatível com a automação por vazão;
g) permitir ajuste de dosagem conforme os resultados microbiológicos e operacionais.

12. ESPECIFICAÇÃO DO BISSULFITO DE SÓDIO

12.1 Finalidade

O bissulfito de sódio será utilizado após os filtros de cartucho e antes das membranas, com a finalidade de:

a) remover o cloro residual;
b) reduzir ácido hipocloroso;
c) reduzir cloraminas;
d) remover outros oxidantes dissolvidos;
e) proteger as membranas de poliamida contra oxidação.

As reações de referência são:

$$NaHSO_3 + HOCl \rightarrow HCl + NaHSO_4$$

$$NH_2Cl + NaHSO_3 + H_2O \rightarrow NaCl + NH_4HSO_4$$

12.2 Sistema existente

O sistema possui:

a) tanque TQ-1944502 em PEAD, com capacidade de 2.000 L;
b) quatro bombas dosadoras, sendo três associadas aos respectivos trens e uma reserva capaz de atender qualquer um dos trens;
c) controle individual por ORP em cada trem;
d) possibilidade de diluição com água permeada;
e) solução de bissulfito com concentração igual ou inferior a 35%.

12.3 Requisitos técnicos

O produto deverá:

a) ser solução aquosa de bissulfito de sódio ou produto comercial que gere bissulfito em solução, quando expressamente aceito;
b) apresentar concentração de fornecimento declarada;
c) possuir concentração máxima compatível com o **limite de 35%** indicado para o sistema;
d) ser adequado à remoção de cloro livre e cloraminas;
e) possuir elevada solubilidade;
f) apresentar estabilidade durante armazenamento;
g) ser compatível com tanque em PEAD;
h) não conter sólidos capazes de obstruir filtros e linhas de dosagem;

i) ser adequado ao controle automático por ORP;
j) não introduzir contaminantes incompatíveis com as membranas;
k) permitir ajuste rápido da dosagem em função das variações de ORP.

A **PROPONENTE** deverá informar se o produto é fornecido como bissulfito de sódio em solução ou como metabissulfito de sódio para preparo de solução.

O bissulfito de sódio deverá ser fornecido em IBCs, com capacidade média de 1000L.

Caso seja ofertado metabissulfito sólido, a **PROPONENTE** deverá demonstrar que o preparo é compatível com os equipamentos existentes ou indicar claramente as adaptações necessárias, que dependerão de aprovação prévia.

12.4 Critério de proteção das membranas

A concentração de cloro livre imediatamente antes das membranas deverá permanecer inferior a 0,1 mg/L.

A **PROPONENTE** deverá informar:

a) relação estequiométrica utilizada;
b) fator de excesso recomendado;
c) influência de pH e temperatura;
d) resposta esperada do ORP;
e) riscos de superdosagem;
f) impacto sobre sulfato, condutividade, pH e oxigênio dissolvido;
g) método analítico recomendado para confirmação da ausência de cloro.

12.5 Base de comparação comercial

A proposta deverá informar:

a) concentração do produto comercial;
b) teor ativo de $NaHSO_3$ ou equivalente;
c) consumo em kg de produto comercial;
d) consumo em kg de base ativa;
e) densidade;
f) volume de solução correspondente.

A comparação econômica deverá considerar a massa ativa efetivamente necessária para remoção dos oxidantes.

12.6 Critérios de desempenho

O produto deverá:

a) manter cloro livre abaixo do limite das membranas;
b) não causar subdosagem durante variações de vazão e ORP;
c) não provocar superdosagem persistente;
d) ser compatível com os três controles individuais;

e) manter homogeneidade e estabilidade no tanque;
f) não obstruir filtros ou bombas dosadoras.

13. ESPECIFICAÇÃO DO BIOCIDA PARA SANITIZAÇÃO E PRESERVAÇÃO

13.1 Finalidade

O produto será utilizado para:

a) sanitização das membranas e dos circuitos;
b) controle de bio*fouling* durante paradas;
c) preservação das membranas em shutdowns prolongados;
d) tratamento microbiológico do sistema de flushing, quando necessário.

O produto deverá ser aplicado no sistema de flushing ou CIP, conforme procedimento aprovado.

13.2 Requisitos técnicos

O produto deverá:

a) ser biocida não oxidante de amplo espectro;
b) ser adequado para sistemas de osmose reversa e nano filtração;
c) ser compatível com membranas de poliamida;
d) ser eficaz contra biofilme e microrganismos associados ao *fouling*;
e) possuir capacidade de preservação durante períodos de curta, média e longa duração;
f) ser miscível em água;
g) poder ser removido ou neutralizado de forma segura antes do retorno à operação;
h) não causar perda de rejeição salina ou fluxo;
i) ser compatível com o sistema de flushing em PRFV;
j) ser compatível com as condições de temperatura da unidade;
k) possuir procedimento definido de enchimento, circulação, contato, drenagem, neutralização e enxágue.

Será admitida formulação à base de isotiazolinonas ou outra tecnologia **não oxidante** de eficiência equivalente.

O biocida para sanitização e preservação deverá ser fornecido na forma líquida, em bombonas, com capacidade média de 20kg.

13.3 Programa de preservação

A **PROPONENTE** deverá apresentar programa de preservação para, no mínimo:

a) 24 a 36 horas;
b) 36 a 168 horas;
c) 1 a 4 semanas;
d) 1 a 6 meses;
e) períodos superiores a 6 meses.

Para cada período deverão ser informados:

a) concentração de produto comercial;
b) concentração de princípio ativo;
c) pH da solução;
d) temperatura;
e) necessidade de renovação;
f) frequência de circulação;
g) método de monitoramento;
h) procedimento de retorno à operação.

Como referência, o produto anteriormente utilizado empregava concentrações entre 300 e 1.000 mg/L, crescentes conforme a duração da parada.

Esses valores são informativos e não constituem formulação obrigatória.

13.4 Sanitização

Quando utilizado como produto de sanitização off-line, a **PROPONENTE** deverá indicar:

a) concentração;
b) tempo de contato;
c) temperatura;
d) necessidade de limpeza alcalina posterior;
e) compatibilidade com os contaminantes existentes;
f) método de desativação;
g) volume de água de enxágue;
h) critérios para retorno à produção.

13.5 Desativação

Caso o produto possa ser desativado por bissulfito de sódio, a **PROPONENTE** deverá informar:

a) estequiometria;
b) dosagem recomendada;
c) tempo de contato;
d) subprodutos formados;
e) riscos de incompatibilidade;
f) critérios de confirmação da desativação.

14. ESPECIFICAÇÃO DO DETERGENTE ALCALINO PARA CIP

14.1 Finalidade

O detergente alcalino será utilizado na limpeza química das membranas para remoção de:

a) matéria orgânica;
b) biofilme;
c) depósitos microbiológicos;
d) óleos e graxas;

e) materiais coloidais;
f) compostos de alumínio e alumino silicatos, quando presentes;
g) outros depósitos sensíveis à limpeza alcalina.

14.2 Condições do sistema CIP

O sistema de CIP possui:

a) tanque TQ-1944509 em PRFV, com capacidade de 10 m³;
b) resistência de aquecimento;
c) temperatura de limpeza de referência de 35 °C;
d) bombas comuns ao flushing e CIP;
e) vazão aproximada de 280 m³/h para primeiro estágio ou dois estágios;
f) vazão aproximada de 140 m³/h para segundo estágio;
g) filtro de discos;
h) medição de pH e temperatura;
i) limpeza de um trem por vez.

14.3 Requisitos técnicos

O produto deverá:

a) ser desenvolvido para limpeza de membranas de osmose reversa;
b) ser compatível com membranas de poliamida;
c) remover matéria orgânica e biofilme;
d) ser eficiente nas condições hidráulicas do sistema;
e) ser solúvel em água;
f) não formar precipitados durante preparo e recirculação;
g) ser compatível com PRFV e materiais do CIP;
h) possuir baixa tendência a deixar resíduos;
i) ser removível por enxágue com água permeada;
j) possuir estabilidade durante o ciclo de limpeza;
k) informar a tendência à formação de espuma;
l) não gerar espuma em intensidade que impeça a circulação, medição ou operação segura;
m) ser compatível com o tratamento posterior no sistema de neutralização.

Serão aceitos produtos **na forma líquida**, de modo que o fornecimento seja compatível com a dosagem no CIP.

Será admitida formulação à base de **hidróxido de sódio (2,5 a 10%).** O detergente alcalino deverá ser fornecido em bombonas, com **capacidade média de 20kg**.

14.4 Condições de referência

O produto anteriormente utilizado apresentava as seguintes condições típicas:

a) concentração de solução preparada de 1 a 2%;
b) pH estabilizado entre 11,8 e 12,3;
c) tempo de recirculação e imersão entre 2 e 4 horas;
d) melhor desempenho com solução aquecida;

e) necessidade de uso imediato após preparo.

A **PROPONENTE** poderá recomendar condições diferentes, desde que:

a) respeite os limites das membranas;
b) demonstre eficácia;
c) seja compatível com o sistema;
d) apresente procedimento detalhado.

14.5 Procedimento técnico

A proposta deverá conter:

a) concentração de preparo;
b) ordem de adição;
c) qualidade do efluente de preparo;
d) temperatura;
e) pH;
f) tempo de recirculação;
g) tempo de imersão;
h) sentido e vazão de circulação;
i) critérios para substituição da solução;
j) critérios de término da limpeza;
k) procedimento de enxágue;
l) volume estimado de efluente;
m) forma de neutralização.

14.6 Critérios de desempenho

Após a limpeza, deverá ser avaliada a recuperação de:

a) vazão normalizada de permeado;
b) pressão diferencial;
c) pressão de alimentação;
d) rejeição salina;
e) qualidade do permeado.

O fornecedor deverá indicar o desempenho esperado e os critérios para considerar a limpeza satisfatória.

15. ESPECIFICAÇÃO DO DETERGENTE ÁCIDO PARA CIP

15.1 Finalidade

O detergente ácido será utilizado para remoção de:

a) carbonato de cálcio;
b) depósitos de ferro;
c) óxidos e hidróxidos metálicos;
d) incrustações minerais;

e) compostos de alumínio;
f) outros depósitos solúveis em meio ácido;
g) frações de biofilme, quando aplicável.

15.2 Requisitos técnicos

O produto deverá:

a) ser desenvolvido para limpeza de membranas de osmose reversa;
b) ser compatível com membranas de poliamida;
c) possuir ação sobre incrustações inorgânicas;
d) possuir capacidade de complexação ou quelação de metais, quando aplicável;
e) ser solúvel em água;
f) não formar sais insolúveis com os depósitos removidos;
g) ser compatível com tanque e sistema CIP em PRFV;
h) possuir procedimento de preparo e uso;
i) ser removível por enxágue;
j) não causar dano químico às membranas;
k) ser compatível com o sistema de neutralização.

Serão aceitos produtos **na forma líquida**, de modo que o fornecimento seja compatível com a dosagem no CIP.

Será admitida formulação à base de **ácido cítrico (25 a 50%).** O detergente ácido deverá ser fornecido em bombonas, com **capacidade média de 20kg**.

15.3 Condições de referência

O produto anteriormente utilizado apresentava:

a) concentração de solução preparada de 1 a 2%;
b) pH estabilizado entre 2,5 e 3,5;
c) tempo de circulação e imersão de 1 a 2 horas;
d) recomendação de utilização a temperatura superior a ambiente, respeitando os limites da membrana;
e) necessidade de preparo e uso imediato.

A temperatura de referência do sistema CIP é de 35 °C.

A **PROPONENTE** deverá definir as condições finais considerando a temperatura, pH, tempo de contato e limite do fabricante das membranas.

15.4 Monitoramento da solução

A **PROPONENTE** deverá indicar:
a) faixa de pH durante a limpeza;
b) variação de pH que determina exaustão da solução;
c) concentração de ferro ou metais que determina substituição;
d) aspecto visual esperado;
e) tendência à formação de espuma;

f) critérios para reposição de produto;
g) critérios para descarte.

15.5 Enxágue

Após a limpeza, o sistema deverá ser enxaguado até que:

a) o pH de saída se aproxime do pH do efluente de enxágue;
b) não haja residual relevante do produto;
c) a condutividade apresente tendência de estabilização;
d) os parâmetros definidos pela CONTRATANTE sejam atendidos.

A eventual elevação inicial de condutividade deverá ser informada e acompanhada.

16. ESPECIFICAÇÃO DO HIDRÓXIDO DE SÓDIO

16.1 Finalidade

O hidróxido de sódio será utilizado para elevação do pH das drenagens químicas quando o efluente do tanque de neutralização apresentar caráter ácido.

O produto será dosado na linha de recirculação do tanque TQ-1944507.

16.2 Sistema existente

O sistema possui:

a) tanque TQ-1944504 em PEAD, com capacidade de 1.000 L;
b) duas bombas dosadoras em configuração 1+1;
c) vazão de referência das bombas de 17 L/h a 7 bar;
d) possibilidade de diluição com água permeada;
e) controle pela medição de pH do efluente em recirculação.

16.3 Requisitos técnicos

O produto deverá:

a) ser solução aquosa de hidróxido de sódio na **concentração de 20 a 25%**;
b) apresentar concentração nominal declarada e controlada;
c) possuir teor ativo controlado;
d) apresentar aspecto homogêneo;
e) estar isento de sólidos em quantidade capaz de obstruir o sistema;
f) ser compatível com PEAD;
g) ser adequado à dosagem automática por pH;
h) possuir estabilidade no período de armazenamento;
i) não introduzir contaminantes capazes de comprometer o descarte ou tratamento posterior;
j) possuir COA com concentração de NaOH.

O hidróxido de sódio deverá ser fornecido em IBCs, com capacidade média de 1000L.

A **PROPONENTE** deverá informar:

a) concentração em massa;
b) densidade;
c) temperatura mínima recomendada para evitar cristalização;
d) viscosidade;
e) ponto de congelamento ou cristalização;
f) materiais compatíveis;
g) calor de diluição;
h) instrução segura de diluição.

16.4 Base de comparação

Para comparação comercial, deverão ser informados:

a) consumo de solução comercial;
b) volume correspondente;
c) autonomia do tanque de dosagem.

16.5 Controle de neutralização

A dosagem será comandada pela filosofia de controle existente.

Os valores definitivos de atuação e liberação deverão seguir a Lista de Alarmes e Pontos de Ajuste.

O memorial indica dosagem de hidróxido de sódio quando o efluente se encontra ácido, com referência de atuação em condições inferiores ao limite de pH definido para a recirculação.

17. SISTEMA DE NEUTRALIZAÇÃO E COMPATIBILIDADE DOS PRODUTOS

O sistema de neutralização recebe:

a) drenagens de produtos químicos;
b) soluções de CIP;
c) águas de enxágue;
d) água do tanque de flushing;
e) água de serviço;
f) corrente de recirculação.

O tanque TQ-1944507 possui capacidade de 30 m³.

As bombas de neutralização operam em configuração 1+1, com vazão de referência de 30 m³/h e pressão de 1,5 bar.

A **PROPONENTE** deverá demonstrar que:

a) os produtos de CIP podem ser neutralizados com os reagentes existentes;
b) não haverá formação de precipitados perigosos durante a neutralização;

c) não haverá reação exotérmica não controlada;
d) não haverá liberação de gases perigosos em condições normais de operação;
e) a ordem de neutralização é segura;
f) o efluente poderá ser enquadrado na faixa definida pela unidade;
g) os subprodutos formados são compatíveis com a destinação prevista.

A CONTRATADA deverá fornecer orientações para situações de contaminação cruzada, derramamento ou envio acidental de produto concentrado ao tanque.

18. SISTEMA DE FLUSHING E PRESERVAÇÃO

O flushing utiliza água permeada armazenada no tanque TQ-1944508, com capacidade de 90 m³.

O procedimento deverá ser executado em paradas superiores a aproximadamente 10 a 15 minutos, sendo o tempo definitivo estabelecido conforme a filosofia operacional e o comissionamento.

A vazão total de referência do flushing é de aproximadamente 280 m³/h.

Os produtos fornecidos não deverão:

a) deixar resíduos que dificultem o flushing;
b) formar precipitados durante a parada;
c) exigir água de qualidade diferente da disponível;
d) reagir com a água permeada;
e) comprometer a conservação microbiológica do tanque.

Durante paradas prolongadas, o biocida preservante poderá ser adicionado manualmente ao sistema. O procedimento deverá prever:

a) enchimento;
b) recirculação;
c) concentração;
d) tempo de contato;
e) isolamento;
f) monitoramento;
g) renovação da solução;
h) desativação;
i) enxágue;
j) retorno à operação.

19. REQUISITOS PARA O PROGRAMA DE CIP

A necessidade de CIP deverá ser determinada a partir do desempenho da unidade.

O memorial indica:

a) frequência estimada de 4 a 6 meses para o primeiro estágio;
b) frequência estimada de aproximadamente uma vez por ano para o segundo estágio;
c) alarme de necessidade de limpeza quando a pressão diferencial atingir aproximadamente 3,5 a 4,0 bar.

As frequências são referências e não substituem a avaliação de:

a) fluxo normalizado;
b) rejeição salina normalizada;
c) pressão diferencial;
d) pressão de alimentação;
e) condutividade do permeado;
f) análise dos depósitos;
g) histórico microbiológico;
h) SDI;
i) análises de ferro, sílica, cálcio e outros contaminantes.

Antes de recomendar a limpeza, a CONTRATADA deverá avaliar o provável mecanismo de *fouling*.

A escolha entre limpeza alcalina, ácida, biocida ou sequência combinada deverá ser tecnicamente justificada.

O procedimento deverá conter três etapas:

a) preparação e homogeneização da solução;
b) limpeza do estágio ou trem selecionado;
c) enxágue e encaminhamento da solução ao sistema de neutralização.
Não será permitida a limpeza simultânea de mais de um trem.

O produto e o procedimento deverão ser compatíveis com as três configurações existentes:

a) primeiro e segundo estágios simultaneamente;
b) somente primeiro estágio;
c) somente segundo estágio.

20. REQUISITOS DE DESEMPENHO DO PROGRAMA QUÍMICO

A avaliação dos produtos deverá considerar que o desempenho da osmose reversa depende também da qualidade da alimentação, condições operacionais, estado das membranas, instrumentação e manutenção.

Os produtos deverão, no mínimo:

a) não impedir a operação com recuperação hidráulica de 70%;
b) não comprometer a vazão nominal de permeado;
c) não comprometer a qualidade requerida;
d) manter o cloro livre abaixo de 0,1 mg/L antes das membranas;
e) não elevar o SDI acima do limite de 5 por mecanismo associado ao produto;
f) não causar precipitação em filtros e linhas;
g) não acelerar o aumento da pressão diferencial;
h) não provocar *fouling* orgânico ou microbiológico;
i) ser removíveis por flushing ou enxágue, quando aplicável;
j) permitir limpeza química eficiente;
k) não degradar as membranas;
l) não causar corrosão incompatível com os materiais do sistema.

Os principais indicadores a serem acompanhados são:

a) vazão de alimentação;
b) vazão de permeado;
c) recuperação hidráulica;
d) pressão de alimentação;
e) pressão diferencial por estágio;
f) condutividade da alimentação;
g) condutividade do permeado;
h) rejeição salina;
i) SDI;
j) turbidez;
k) cloro livre;
l) ORP;
m) pH;
n) dosagem e consumo específico dos produtos;
o) frequência e eficiência de CIP;
p) resultados microbiológicos.

Os dados deverão ser avaliados preferencialmente de forma normalizada, reduzindo o efeito de temperatura, salinidade, pressão e recuperação.

21. PROPOSTA TÉCNICA

A proposta deverá apresentar, para cada produto:

a) nome comercial;
b) fabricante;
c) país e local de fabricação;
d) função;
e) composição química ou famílias funcionais relevantes;
f) teor ativo;
g) forma física;
h) propriedades físico-químicas;
i) dosagem recomendada;
j) consumo projetado;
k) compatibilidade com membranas;
l) compatibilidade com materiais;
m) prazo de validade;
n) condições de armazenamento;
o) apresentação comercial;
p) documentação de segurança;
q) certificado ou declaração de qualidade;
r) referências de aplicação industrial;
s) limitações;
t) procedimento de uso.

A FDS de todos os produtos inclusos na especificação técnica deverá estar anexada a proposta técnica na ocasião de sua apresentação.

A proponente deverá apresentar documentação ou relatório para cada produto, em que comprove efetivamente o atendimento aos requisitos de compatibilidade e/ou efetividade desta especificação técnica na ocasião da apresentação da proposta técnica.

A memória de cálculo referente a dosagem estimada de todos os produtos contidos nesta especificação técnica também deverá estar anexada a proposta técnica na ocasião de sua apresentação.

A proposta deverá conter tabela de atendimento a todos os requisitos desta ET, indicando:

a) “Atende”;
b) “Não atende”;
c) “Atende parcialmente”;
d) documento e página que comprovam o atendimento.

Respostas genéricas sem documento comprobatório poderão ser consideradas insuficientes.

22. CRITÉRIOS DE EQUIVALÊNCIA TÉCNICA

Os produtos anteriormente utilizados constituem apenas referências de aplicação e desempenho. A equivalência não será determinada apenas por:

a) igualdade de pH;
b) igualdade de densidade;
c) semelhança de princípio ativo;
d) mesma classificação comercial;
e) declaração genérica de compatibilidade.

A equivalência deverá considerar o conjunto de:

a) finalidade;
b) desempenho;
c) dose necessária;
d) teor ativo;
e) impacto sobre o processo;
f) compatibilidade com membranas;
g) compatibilidade com materiais;
h) compatibilidade com os demais produtos;
i) estabilidade;
j) facilidade de aplicação;
k) consumo específico;
l) geração de resíduos;
m) eficiência de limpeza ou preservação;
n) custo total de tratamento.

A CONTRATANTE poderá exigir:

a) amostra;
b) ensaios laboratoriais;
c) jar test;
d) análise de SDI;
e) projeção de incrustação;
f) teste de compatibilidade;
g) teste de solubilidade;
h) teste de corrosividade;
i) avaliação microbiológica;
j) teste industrial controlado.

PÚBLICA

A aprovação documental não obriga a aprovação industrial caso o produto não apresente o desempenho esperado.

23. HOMOLOGAÇÃO E TESTE INDUSTRIAL

Quando solicitado, o produto será submetido a um período de homologação. Antes do teste, deverão ser definidos:

a) linha de base operacional;
b) período de comparação;
c) dosagem inicial;
d) critérios de ajuste;
e) indicadores;
f) frequência de coleta de dados;
g) responsabilidades;
h) critérios de interrupção;
i) critérios de aprovação.

Durante o teste deverão ser registrados:

a) lote do produto;
b) consumo;
c) dosagem;
d) vazões;
e) pressões;
f) condutividades;
g) ORP;
h) cloro residual;
i) pH;
j) SDI;
k) análises microbiológicas;
l) ocorrências operacionais;
m) intervenções realizadas.

O produto poderá ser reprovado caso:

a) provoque deterioração de desempenho;
b) exija dosagem substancialmente superior à proposta sem justificativa;
c) cause precipitação, obstrução ou corrosão;
d) comprometa membranas ou equipamentos;
e) não apresente estabilidade;
f) não permita controle pelo sistema existente;
g) cause impacto ambiental ou de segurança não informado.

24. EMBALAGEM E IDENTIFICAÇÃO

Os produtos deverão ser fornecidos em embalagens:

a) adequadas à natureza química;
b) resistentes ao transporte e manuseio;
c) fechadas e invioladas;

d) isentas de vazamento;
e) compatíveis com o armazenamento da unidade;
f) legalmente autorizadas para o produto.

Cada embalagem deverá conter, no mínimo:

a) nome do produto;
b) fabricante;
c) lote;
d) data de fabricação;
e) validade;
f) massa ou volume líquido;
g) concentração;
h) identificação de risco;
i) condições de armazenamento;
j) contato de emergência, quando aplicável.

A forma de fornecimento poderá incluir bombonas, tambores, IBCs, contentores, sacos ou baldes, conforme o produto e o documento de compra.

A embalagem proposta deverá ser compatível com a capacidade de movimentação, transferência e armazenamento da CONTRATANTE.

25. TRANSPORTE, ENTREGA E DESCARREGAMENTO

A CONTRATADA será responsável por:

a) transporte adequado;
b) atendimento à legislação aplicável;
c) integridade da carga;
d) documentação de transporte;
e) identificação dos riscos;
f) fornecimento de equipamentos e conexões necessários ao descarregamento, quando contratualmente previsto;
g) prevenção de contaminação cruzada.

Antes do descarregamento, deverão ser verificados:

a) produto;
b) lote;
c) documentação;
d) integridade da embalagem;
e) compatibilidade do ponto de descarga;
f) identificação do tanque;
g) ausência de produto incompatível na linha.

Não será permitido descarregar produto sem confirmação de identificação e autorização da CONTRATANTE.

26. ARMAZENAMENTO E PRAZO DE VALIDADE

A CONTRATADA deverá informar:

a) faixa de temperatura;
b) proteção contra radiação solar;
c) necessidade de ventilação;
d) incompatibilidades;
e) limite de empilhamento;
f) risco de congelamento, cristalização ou aumento de viscosidade;
g) prazo de validade;
h) condições após abertura da embalagem.

Os produtos deverão ser entregues com prazo de validade remanescente compatível com o período previsto de consumo.

Produtos com validade reduzida somente poderão ser aceitos mediante aprovação prévia.
Produtos em pó deverão ser mantidos secos e com as embalagens fechadas.

Soluções de hidróxido de sódio deverão ser protegidas contra condições que favoreçam cristalização.

Biocidas e produtos ácidos deverão ser segregados de produtos incompatíveis.

27. SAÚDE, SEGURANÇA E MEIO AMBIENTE

A CONTRATADA deverá fornecer FDS/FISPQ em português para todos os produtos.

A documentação deverá conter:

a) classificação de perigo;
b) composição;
c) medidas de primeiros socorros;
d) combate a incêndio;
e) controle de derramamento;
f) manuseio;
g) armazenamento;
h) controle de exposição;
i) equipamentos de proteção;
j) estabilidade e reatividade;
k) informações toxicológicas;
l) informações ambientais;
m) destinação de resíduos;
n) transporte.

A CONTRATADA deverá informar incompatibilidades críticas, incluindo, quando aplicável:

a) oxidantes e biocidas não oxidantes;
b) ácidos e bases;
c) produtos concentrados e água em ordem inadequada de mistura.

Os produtos não poderão ser fornecidos sem documentação de segurança válida.

28. INSPEÇÃO E RECEBIMENTO

O recebimento compreenderá:

a) conferência documental;
b) inspeção visual;
c) conferência de quantidade;
d) verificação de lote e validade;
e) avaliação do COA;
f) amostragem, quando aplicável;
g) ensaios de confirmação, quando definidos.

Poderão ser verificados:

a) aparência;
b) densidade;
c) pH;
d) teor ativo;
e) solubilidade;
f) cloro ativo;
g) concentração de NaOH;
h) concentração de ácido;
i) concentração de bissulfito;
j) outros parâmetros específicos.

A aceitação no recebimento não elimina a responsabilidade da CONTRATADA por desvios identificados durante o uso.

29. CRITÉRIOS DE REJEIÇÃO

O produto poderá ser rejeitado quando:

a) estiver fora da validade;
b) apresentar embalagem danificada;
c) não possuir identificação;
d) não possuir certificado de análise;
e) divergir da ficha técnica aprovada;
f) apresentar teor ativo fora da especificação;
g) apresentar precipitação, separação de fases ou contaminação;
h) possuir lote sem rastreabilidade;
i) tiver formulação alterada sem aprovação;
j) apresentar incompatibilidade não informada;
k) não atender aos testes de recebimento;
l) comprometer o desempenho da unidade;
m) causar risco não declarado.

A CONTRATADA deverá providenciar substituição, retirada e destinação do produto rejeitado conforme as condições contratuais.

PÚBLICA

30. PRAZOS

O prazo para a entrega dos produtos deverá ser de até 20 dias corridos a partir da realização do pedido, cabendo desclassificação da proponente no caso de não atendimento a este requisito.

31. GARANTIA TÉCNICA

A CONTRATADA deverá garantir que os produtos:

a) atendem às informações declaradas;
b) são adequados à finalidade proposta;
c) são compatíveis com as membranas nas condições recomendadas;
d) mantêm uniformidade entre lotes;
e) não contêm contaminantes não declarados;
f) possuem estabilidade no prazo informado.

A garantia de desempenho estará condicionada à operação da unidade dentro dos limites de projeto, à correta dosagem, à qualidade do efluente considerada e ao cumprimento dos procedimentos acordados.

Qualquer restrição deverá ser expressamente declarada na proposta.

32. RESPONSABILIDADES DA CONTRATADA

Compete à CONTRATADA:

a) fornecer os produtos aprovados;
b) cumprir os requisitos desta ET;
c) apresentar documentação técnica;
d) garantir rastreabilidade;
e) comunicar alterações;
f) fornecer orientação de armazenamento e aplicação;
g) apoiar investigações relacionadas aos produtos;
h) substituir lotes não conformes;
i) informar riscos e incompatibilidades;
j) manter suporte técnico conforme contrato.

33. RESPONSABILIDADES DA CONTRATANTE

Compete à CONTRATANTE:

a) fornecer dados de processo disponíveis;
b) garantir condições adequadas de armazenamento;
c) operar os sistemas conforme procedimentos;
d) manter os instrumentos aplicáveis;
e) realizar ou disponibilizar análises necessárias;
f) comunicar desvios;
g) aprovar alterações de dosagem ou produto;

PÚBLICA

h) controlar o acesso e manuseio dos produtos;
i) disponibilizar as condições necessárias à execução dos serviços contratados.

34. TABELA-RESUMO DOS INSUMOS

A **Tabela 6** apresenta a lista dos insumos, na forma de tabela-resumo.

Tabela 6 – Tabela-resumo dos insumos da U-1944.

Insumo	Função principal	Ponto ou sistema de aplicação	Controle
Anti incrustante	Controle de precipitação de sais	Antes dos filtros de cartucho	Vazão
Biocida não oxidante	Controle microbiológico	Alimentação do sistema de filtração	Vazão
Bissulfito de sódio	Remoção de cloro e oxidantes	Após filtros de cartucho, por trem	ORP
Biocida preservante	Sanitização e preservação	Flushing/CIP durante paradas	Aplicação manual
Detergente alcalino	Remoção de *fouling* orgânico e biológico	Sistema CIP	Procedimento de limpeza
Detergente ácido	Remoção de scaling e metais	Sistema CIP	Procedimento de limpeza
Hidróxido de sódio	Elevação do pH	Recirculação da neutralização	pH

35. TABELA-RESUMO DAS DOSAGENS DE REFERÊNCIA

A **Tabela 7** apresenta as dosagens de referência, na forma de tabela-resumo.

Tabela 7 – Tabela-resumo das dosagens de referência da U-1944.

Produto	Condição de referência
Anti incrustante	Dosagem típica de referência de 2 a 4 mg/L, sujeita a projeção
Biocida não oxidante de operação	Dosagem típica de referência de 2 a 10 mg/L, sujeita a avaliação microbiológica
Bissulfito de sódio	Controle por ORP e cloro residual; solução igual ou inferior a 35%
Biocida preservante	Concentração variável conforme duração da parada
Detergente alcalino	Solução de referência de 1 a 2%, pH aproximado de 11,8 a 12,3
Detergente ácido	Solução de referência de 1 a 2%, pH aproximado de 2,5 a 3,5
Hidróxido de sódio	Controle por pH, concentração comercial declarada

36. DISPOSIÇÕES FINAIS

O atendimento a esta Especificação Técnica não exime a **PROPONENTE** de avaliar integralmente as condições da U-1944.

Todas as ressalvas, desvios ou limitações deverão ser apresentados de forma clara na proposta. A ausência de ressalva será interpretada como atendimento integral.

Não será permitida substituição de produto após a contratação sem avaliação e aprovação técnica prévia.

Os produtos deverão ser aplicados conforme procedimentos aprovados, limites das membranas, condições de segurança e filosofia operacional da unidade.

Os casos omissos deverão ser submetidos à avaliação da CONTRATANTE antes do fornecimento ou aplicação.

37. PARTICIPANTES

Data da Análise:	**10/09/2026**			
Equipe	**Chave**	**Disciplina/Função**	**Setor**	**Assinatura**
Marlucio B. Pereira	CLWX	Eng. Processo	OT/EP	
Magmir M. Soares	G4J4	Eng. Processo	OT/EP	
Elisângela Melo Penna	BRT3	Gerente Setorial	OT/EP	
Tatiane de Jesus Martins Nunes	EDTW	Supervisora Operacional	ER/AE	