

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
CAMPUS THEODOMIRO CARNEIRO SANTIAGO
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Juliano Cesar Bispo de Lisboa

**APLICAÇÃO E ANÁLISE DOS MÉTODOS SOMA CUMULATIVA E MÉDIA MÓVEL
EXPONENCIALMENTE PONDERADA EM DADOS AUTOCORRELACIONADOS PARA
O MONITORAMENTO E CONTROLE DO PROCESSO DE FLOTAÇÃO DE MINÉRIO
DE FERRO TANCKCELL**

Itabira

2024

Juliano Cesar Bispo de Lisboa

**APLICAÇÃO E ANÁLISE DOS MÉTODOS SOMA CUMULATIVA E MÉDIA MÓVEL
EXPONENCIALMENTE PONDERADA EM DADOS AUTOCORRELACIONADOS PARA
O MONITORAMENTO E CONTROLE DO PROCESSO DE FLOTAÇÃO DE MINÉRIO
DE FERRO TANCKCELL**

Dissertação submetida ao Mestrado Profissional em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Itajubá – Campus Theodomiro Carneiro Santiago para a obtenção do título de mestre em Engenharia de Produção – Mestrado Profissional.

Orientador: Prof. Dra. Ana Carolina Oliveira Santos
Coorientador: Prof. Dr. Carlos Henrique de Oliveira

Itabira

2024

Ficha catalográfica

L769 Lisboa, Juliano Cesar Bispo
Aplicação e análise dos métodos soma cumulativa e média móvel exponencialmente ponderada em dados autocorrelacionados para o monitoramento e controle do processo de flotação de minério de ferro Tanckcell / Juliano Cesar Bispo Lisboa. -- Itabira, 2024.
132 f. : il. ; color. ; tab. ; quad.

Orientador: Prof. Dra. Ana Carolina Oliveira Santos
Coorientador: Prof. Dr. Carlos Henrique de Oliveira

Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia de Produção) - Instituto de Engenharias Integradas, Universidade Federal de Itajubá, Campus Theodomiro Carneiro Santiago, 2024.

1. Minério de ferro. 2. Flotação. 3. Soma Cumulativa (CUSUM). 4. Média Móvel Exponencialmente Ponderada (MMEP). 5. Carta de Controle. I. Santos, Ana Carolina Oliveira. II. Oliveira, Carlos Henrique de. III. Título.

Juliano Cesar Bispo Lisboa

**APLICAÇÃO E ANÁLISE DOS MÉTODOS SOMA CUMULATIVA E MÉDIA MÓVEL
EXPONENCIALMENTE PONDERADA EM DADOS AUTOCORRELACIONADOS PARA
O MONITORAMENTO E CONTROLE DO PROCESSO DE FLOTAÇÃO DE MINÉRIO
DE FERRO TANCKCELL**

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Dra. Ana Carolina Oliveira Santos
Universidade Federal de Itajubá, Campus Theodomiro Carneiro Santiago

Prof. Dr. Carlos Henrique de Oliveira
Universidade Federal de Itajubá, Campus Theodomiro Carneiro Santiago

Prof. Dr. Tarcísio Gonçalves de Brito
Universidade Federal de Itajubá, Campus Theodomiro Carneiro Santiago

Prof. Dr. Lucas Guedes de Oliveira
Universidade Federal da Paraíba

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de mestre em Engenharia de Produção – mestrado profissional obtido pelo Mestrado Profissional em Engenharia de Produção.

Coordenação do Mestrado Profissional em Engenharia de Produção

Prof. Dra. Ana Carolina Oliveira Santos
Orientadora

Itabira, julho de 2024

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus, como o principal realizador de todas as coisas em minha vida.

Aos meus amigos e colegas de trabalho, que me apoiaram nessa conquista importante. Aos meus gestores da empresa, pelo incentivo, disponibilidade e oportunidade de desenvolvimento da minha vida profissional e pessoal.

Ao meu querido Pai Jacinto e à minha querida Mãe Iralva (in memoriam), pelo amor, valores e fé.

À minha filha Juliene e ao meu filho Henrique, por me proporcionar desde o início dessa jornada, felicidade e alegria, combustíveis tão necessários para a chegada deste momento em minha vida.

À minha amável esposa Indiamara, por este significado de união e companheirismo em seu mais alto grau de carinho, entrega e confiança. Este é um trabalho acadêmico, em que se desdobra a mais bela prática do amor da família e das amizades.

À minha orientadora, prof. Dr. Ana Carolina Oliveira Santos, pela leveza na condução, eficiência, competência, disponibilidade e incentivos.

Ao prof. Dr. Emerson José de Paiva, pela sua participação, com contribuições muito importantes, que nortearam os meus estudos para os melhores caminhos.

Ao meu coorientador, prof. Dr. Carlos Henrique de Oliveira, por toda fundamentação técnica proporcionada em nossas reuniões e pela forma clara e objetiva de abordar o tema.

Aos membros da banca, Prof. Dr. Ana Carolina Oliveira Santos, Prof. Dr. Tarcísio Gonçalves de Brito e Prof. Dr. Lucas Guedes de Oliveira, por participarem nesta defesa e colaborarem para a discussão e conclusão do trabalho.

Ao Prof. Dr. Leonardo Albergaria Oliveira pelos trabalhos na Coordenação do Mestrado Profissional em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Itajubá, Campus Itabira.

“O objetivo é transformar dados em informação e informação em entendimento.”

Carly Fiorina

RESUMO

Em usinas de beneficiamento de minério de ferro, a flotação é um processo essencial para atingir padrões de qualidade desejados, em que a gestão eficiente das variáveis controláveis pode ser obtida pelo monitoramento de pequenas variações dos teores de sílica do mineral concentrado. O objetivo desse estudo, foi a análise e comparação de cartas de controle de variáveis, com o uso dos gráficos das somas cumulativas e da média móvel exponencialmente ponderada, para determinar a aplicação mais viável no monitoramento do processo, com a natureza de dados autocorrelacionados. Os procedimentos metodológicos utilizados para essa pesquisa foram organizados em etapas, os passos para construção das cartas foram definidos, após avaliação da natureza dos dados com distribuição não normal, com testes e procedimentos, de modo a interromper a autocorrelação, comprovando-se o uso correto das cartas de controle. Os resultados dessa pesquisa mostraram que foi possível, pela análise e comparação das duas cartas, estabelecer os indicadores de cada uma e com maior capacidade, utilizar o gráfico da média móvel exponencialmente ponderada, para uma redução do teor de contaminação no concentrado, que influencia diretamente na qualidade do minério de ferro, produto da flotação.

Palavras-chave: Flotação. Minério de ferro. Carta de Controle. Soma Cumulativa (CUSUM). Média Móvel Exponencialmente Ponderada (EWMA).

ABSTRACT

In iron ore processing plants, flotation is an essential process to achieve desired quality standards, in which efficient management of controllable variables can be obtained by monitoring small variations in the silica content of the concentrated mineral. The objective of this study was the analysis and comparison of control charts of variables, using graphs of cumulative sums and exponentially weighted moving average, to determine the most viable application in monitoring the process, with the nature of autocorrelated data. The methodological procedures used for this research were organized into stages, the steps for constructing the cards were defined, after evaluating the nature of the data with non-normal distribution, with tests and procedures, in order to interrupt the autocorrelation, proving the correct use of control charts. The results of this research showed that it was possible, by analyzing and comparing the two charts, to establish the indicators of each one and with greater capacity, to use the exponentially weighted moving average chart, to reduce the level of contamination in the concentrate, which directly influences in the quality of iron ore, a product of flotation.

Keywords: *Flotation. Iron ore. Variable. Control Chart. Cumulative Sum (CUSUM). Exponentially Weighted Moving Average (EWMA).*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Entradas e saídas de um processo de produção	17
Figura 2 - Representação de uma carta de controle.....	19
Figura 3 - Série temporal do total de exames positivos para Influenza no município de Curitiba.....	22
Figura 4 - Gráfico do Indicador diferenciado no <i>lag</i> 53.....	23
Figura 5 - Gráfico de Controle CUSUM para os dados de tensão de ruptura do cabo.....	29
Figura 6 - Gráfico EWMA do índice IPCA.....	32
Figura 7 - Gráficos de controle no caso de medição em 500 g (unidade do eixo Y em gramas)	34
Figura 8 - Carta MM em cenário de pandemia COVID 19 (MG).....	35
Figura 9 - Carta EWMA em cenário de pandemia COVID 19 (MG)	35
Figura 10 - Estrutura lógica da abordagem quantitativa.....	36
Figura 11 - Fluxograma dos procedimentos metodológicos definidos	39
Figura 12 - Máquina de flotação “ <i>TankCell</i> ” Outotec.....	41
Figura 13 - Fatores hidrodinâmicos do objeto de estudo	42
Figura 14 - Fluxograma de processo da Linha 1	43
Figura 15 - <i>Boxplot</i> dos dados de 2022 do percentual sílica	45
Figura 16 - Carta de Controle CUSUM do percentual de sílica.....	49
Figura 17 - Carta de Controle EWMA do percentual de sílica	51
Figura 18 - Teste normalidade da flotação (<i>lag</i> 3)	119

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Regras de decisão para detecção de padrão não aleatório.....	24
Quadro 2 - Resumo dos tipos de Carta de Controle	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Implementação do algoritmo de soma acumulada	27
Tabela 2 - Valores obtidos para a tensão de ruptura dos cabos	27
Tabela 3- Estatística CUSUM para os dados de tensão de ruptura do cabo.....	28
Tabela 4 - Teste autocorrelação dos dados do percentual sílica.....	46
Tabela 5 - Comprimentos Médios de Sequências para diferentes parâmetros da carta EWMA	53
Tabela 6 - Dados históricos filtrados Sílica.....	60

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CEP	Controle estatístico do processo
CUSUM	<i>Cumulative Sum Control Chart</i>
MMEP	Média móvel exponencialmente ponderada
LSC	Limite Superior de Controle
LIC	Limite Inferior de Controle
CF	Célula de Flotação
SiO_2	Sílica

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	14
1.2. OBJETIVO	16
1.3. OBJETIVOS ESPECIFICOS	16
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
2.1. PRINCÍPIOS DO CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO.....	17
2.2. O GRÁFICO DE CONTROLE	18
2.3. TESTE DE NORMALIDADE	20
2.4. DADOS DE PROCESSO AUTOCORRELACIONADOS	20
2.5. ANÁLISE DE DECISÃO EM GRÁFICOS DE CONTROLE	23
2.7. GRÁFICOS DE CONTROLE DA MÉDIA MÓVEL EXPONENCIALMENTE PONDERADA (EWMA)	29
2.8. COMPARATIVO DOS GRÁFICOS DE CONTROLE	32
3. METODOLOGIA DE PESQUISA	36
3.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	36
3.2. MÉTODO DE PESQUISA.....	36
4. O PROCESSO DA FLOTAÇÃO	40
4.1. CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROCESSO DA FLOTAÇÃO	40
4.2. PLANEJAMENTO E COLETA DE DADOS	43
4.3. ANÁLISE DOS DADOS	44
4.3.1. Verificação de outliers.....	44
4.3.2. Verificação da autocorrelação dos dados	45
4.4. CONSTRUÇÃO DAS CARTAS	48
4.4.1. Construção da carta CUSUM.....	48
4.4.2. Construção da carta EWMA.....	50
4.4.3. Análise comparativa entres as cartas CUSUM e EWMA.....	51
4.5. RESULTADOS	54
5. CONCLUSÕES.....	55
5.1. CONTRIBUIÇÕES DA PESQUISA	55
5.2. SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS.....	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57

APÊNDICE A – COLETA DE DADOS DO BANCO DE DADOS – HISTÓRICO DA VARIÁVEL DE PERCENTUAL DE SÍLICA (CONSIDERANDO OUTLIERS, VALORES > 3,67)	60
APÊNDICE B – TESTE DE NORMALIDADE DOS DADOS – HISTÓRICO DAS VARIÁVEIS EM CONDIÇÃO DE ESTABILIDADE	119
APÊNDICE C – TESTE DE AUTOCORRELAÇÃO – DEFINIÇÃO DO <i>LAG</i> IDEAL	120

1. INTRODUÇÃO

1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Esse estudo buscou o potencial de aplicação prática do controle estatístico de processo, em uma etapa, de uma usina de beneficiamento, denominada flotação, onde ocorre a separação físico-química do minério de ferro e do mineral contaminante, popularmente conhecida como sílica.

Como ferramenta estatística, foram utilizados dois métodos neste trabalho, sendo estes conhecidos como *Cumulative Sum* (CUSUM) e *Exponentially Weighted Moving Average* (EWMA), por serem mais apropriados ao perfil dos dados encontrados, da variável de qualidade objeto deste estudo, percentual de sílica.

De acordo com Luz e Lins (2010), o tratamento de minérios, apesar de ser essencialmente técnico em suas aplicações práticas, não pode desprezar o conceito econômico sendo impossível, na prática, obter uma separação completa dos constituintes minerais, que, como regra geral, quanto maior o teor dos concentrados, maior é a perda, ou seja, mais baixas são as recuperações.

Seguindo essa definição, foi possível compreender melhor, dado valor alvo encontrado no plano de metas interno, da sala de operação da usina de beneficiamento, de um teor, em percentagem de sílica, abaixo de 1,23. Um valor menor, para uma recuperação metalúrgica ainda melhor, se torna inviável, por acarretar um alto consumo de insumos reagentes.

Nesse contexto de importância econômica, o setor de mineração utiliza, em usinas de beneficiamento, o processo denominado flotação, de natureza físico-química que, segundo Wills et.al. (2006), explora as diferenças das características de superfície, do mineral de valor e do material indesejado (sílica), na qual a flotação de espuma é complexa, envolvendo três fases (sólidos, água e espuma) com muitos subprocessos e interações.

Segundo Ribeiro (2015), a operação de flotação necessita que os equipamentos garantem as seguintes características fundamentais:

- a) Manter as partículas minerais em suspensão;
- b) Gerar e dispersar as bolhas de ar;
- c) Manter e favorecer a mesma oportunidade de contato seletivo das partículas;
- d) Evitar a formação de espaço morto, o que reduz o tempo de residência;
- e) Transportar o mineral de interesse;
- f) Reduzir turbulência na interface polpa-espuma;

g) Permitir a drenagem da espuma.

Dentre as características mencionadas, os itens b, e, f, estão associados às variáveis controláveis de domínio e atuação pelos colaboradores diretamente do sistema de controle da planta, onde a característica de qualidade associada é o percentual de sílica no concentrado.

Contudo, atualmente na unidade, uma série de informações e sinais de campo estão disponíveis em um sistema supervisorio da planta, conhecido como *Supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA), onde os dados são apresentados, apenas de forma instantânea, individualmente em cada setor da planta e nesse sentido, dificulta uma visão de monitoramento da saída do processo, a qual justifica-se a aplicação prática das cartas para o monitoramento e controle do processo da flotação.

Conforme Mukherjee et al. (2019), o processo de Flotação de Minério possui como característica de qualidade de interesse, a porcentagem de concentração de sílica, que aparece como impureza, comprometendo-se o produto minério de ferro, a qual possui característica de dados autocorrelacionados e uma distribuição de dados não normais, o que inviabiliza a utilização de gráficos de controle tradicionais.

Para Qiu (2018), os gráficos estatísticos de controle de processo convencionais são projetados sob a suposição de que a distribuição do processo relacionado é normal, que na prática, muitas vezes não acontece, sendo necessário aplicar os gráficos não paramétricos.

Neste trabalho, procedeu-se uma análise preliminar, com o intuito de identificar o comportamento dos dados históricos coletados. Observou-se que, no contexto do processo de flotação em uma mineradora situada no sudeste de Minas Gerais, os dados exibiam autocorrelação. O desempenho da flotação depende deste modo, de um monitoramento apropriado, que reflita a manutenção das características de performance definidas por Ribeiro (2015), e deste modo, é fundamental monitorar e controlar pequenos deslocamentos da média do percentual de Sílica no concentrado, em relação ao valor desejado.

Conforme Li et al. (2010), os gráficos de controle não paramétricos são úteis, quando a distribuição dos dados analisados não é normal e nesse caso, os métodos CUSUM e EWMA foram comparados, para validar a performance em detectar deslocamentos médios de processo, por meio de uma simulação de uma amostra de referência.

Deste modo, nesse trabalho, buscou-se contribuir para a construção do conhecimento, tendo como foco a aplicação e análise das cartas de controle, delimitando-se o escopo em comparar os métodos CUSUM e EWMA, indicar qual deles possui maior capacidade para o problema de alarmes falsos, ressaltando-se a relevância desta pesquisa para a área.

Em termos práticos, este trabalho busca apontar uma ferramenta adequada, considerando a natureza dos dados deste processo, para o monitoramento do percentual de Sílica da flotação de uma mineradora do estado de Minas Gerais, que influenciem positivamente na manutenção da qualidade do minério de ferro da flotação com um baixo teor deste contaminante no concentrado.

1.2. OBJETIVO

Sendo assim, o objetivo geral dessa dissertação é analisar a aplicação das cartas de controle CUSUM e EWMA, com dados autocorrelacionados, para o monitoramento da variável de percentual de sílica, no processo de flotação de minério de ferro *tankcell*.

1.3. OBJETIVOS ESPECIFICOS

Desdobrando o objetivo geral, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

1. Com base em dados históricos, identificar o período e defasagem (*lag*) ideais para aplicação das cartas de controle CUSUM e EWMA.
2. Construir as cartas CUSUM e EWMA baseado nos dados históricos coletados do processo de flotação.
3. Comparar o desempenho de cada carta de controle em função dos pontos plotados e identificados como causas especiais em ambos os gráficos.
4. Escolher a melhor carta para monitorar e controlar o percentual de sílica no processo de flotação de minério de ferro.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo serão apresentados alguns conceitos relativos ao problema de pesquisa, iniciando-se pelo método estatístico para identificação da defasagem (*lag*) ideal em processo autocorrelacionado. Em seguida, fundamentos teóricos e características das cartas de controle. Encerra-se este capítulo, descrevendo-se os resultados em um quadro comparativo das cartas aplicáveis, como suporte teórico para a avaliação prática, como monitoramento e controle no processo de flotação.

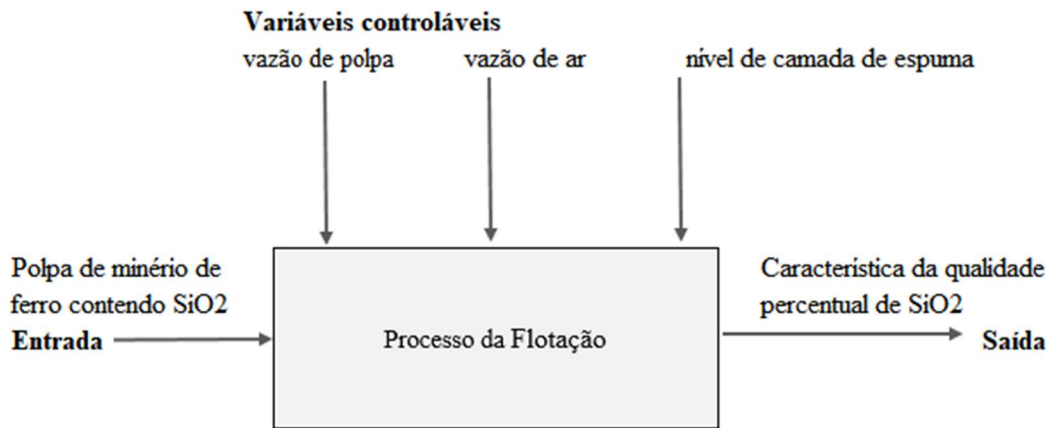
2.1. PRINCÍPIOS DO CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO

O controle estatístico de processo (CEP) é um conjunto de métodos utilizados para se planejar, monitorar e aprimorar um processo produtivo. Ele inicia com a coleta de amostras e, em seguida, procedimentos estatísticos, com o propósito de identificar se o processo opera de maneira estável, dentro dos limites de controle predefinidos (Louzada, 2013).

De acordo com Ribeiro e Caten (2012), o controle estatístico do processo (CEP), é uma técnica estatística aplicada à produção que permite a redução sistemática da variabilidade nas características da qualidade de interesse, contribuindo para a melhoria da qualidade intrínseca, da produtividade, da confiabilidade e do custo do que está sendo produzido. É um sistema de inspeção por amostragem, operando ao longo do processo, com o objetivo de verificar a presença de causas especiais, as quais fazem com que o processo saia fora de seu padrão natural de operação, ou seja, provocam alterações na forma, tendência central ou variabilidade das características de qualidade. Elas reduzem significativamente o desempenho do processo e devem ser identificadas e neutralizadas, pois sua correção se justifica economicamente.

Aplicado ao processo, de acordo com Montgomery (2016), representado na Figura 1, se baseia em um sistema, com uma entrada, um conjunto de variáveis controláveis e uma saída, capaz de representar uma medida da característica de qualidade do processo e do produto.

Figura 1 - Entradas e saídas de um processo de produção



Fonte: Adaptado Montgomery (2016)

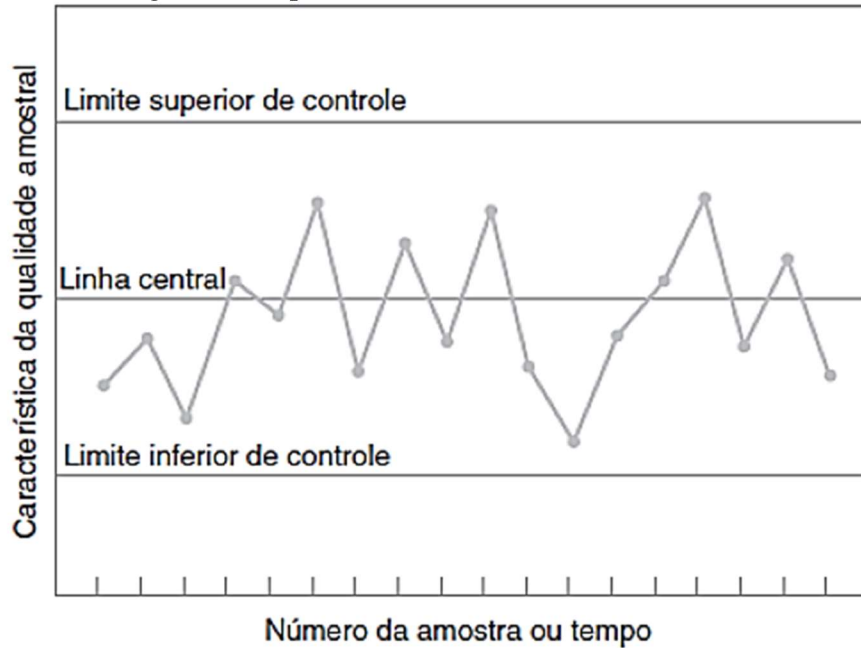
O monitoramento e controle da variável de saída do percentual de sílica (O monitoramento e controle da variável de saída do percentual de sílica (SiO_2) no concentrado final da flotação tem uma importância econômica considerável na mineração, onde se faz necessário, identificar de forma rápida, quaisquer variações na média dessa variável de qualidade, a fim de propiciar à equipe operacional, alertas para investigações no processo, permitindo atuar nas variáveis controláveis (vazão de polpa, nível de camada de espuma e vazão de ar) em tempo, mantendo-se a qualidade do processo sob controle estatístico.) no concentrado final da flotação tem uma importância econômica considerável na mineração, onde se faz necessário, identificar de forma rápida, quaisquer variações na média dessa variável de qualidade, a fim de propiciar à equipe operacional, alertas para investigações no processo, permitindo atuar nas variáveis controláveis (vazão de polpa, nível de camada de espuma e vazão de ar) em tempo, mantendo-se a qualidade do processo sob controle estatístico.

2.2. O GRÁFICO DE CONTROLE

O gráfico de controle é uma representação de uma característica de qualidade que foi medida ou calculada a partir de uma amostra temporal e contém uma linha horizontal central – Limite Central (LC), do valor médio correspondente ao processo sob controle estatístico. Duas outras linhas referem-se a dois limites de controle, sendo um superior – Limite Superior de Controle (LSC) e um inferior – Limite Inferior de Controle (LIC), que devem ser definidos de modo que, se o processo está sob controle, todos os pontos amostrais estarão entre eles (MONTGOMERY, 2016).

A representação de uma carta de controle e seus respectivos limites pode ser observada conforme Figura 2.

Figura 2 - Representação de uma carta de controle



Fonte: Montgomery (2016)

Segundo Louzada (2013), o Dr. Walter A. Shewhart propôs uma teoria geral, que considera uma estatística amostral ω que mede a característica de qualidade de interesse, com média μ_ω e desvio padrão σ_ω , conforme Equações 1 a 3:

$$LSC = \mu_\omega + L\sigma_\omega \quad (1)$$

$$LC = \mu_\omega \quad (2)$$

$$LIC = \mu_\omega - L\sigma_\omega \quad (3)$$

Em que L é a distância entre os limites de controle e a linha central, expressa em unidades de desvio-padrão.

A escolha dos limites de controle deve ser feita de modo a minimizar a ocorrência do risco de um erro tipo I, ou seja, o risco de um ponto localizar-se além dos limites de controle, quando não há causa especial no processo. No entanto, o alargamento dos limites de controle causa um efeito contrário, aumenta-se o risco de suceder um erro de tipo II, isto é, o risco de um ponto situar-se entre os limites de controle quando o processo está realmente fora de controle estatístico (JURAN, 1992).

2.3. TESTE DE NORMALIDADE

Uma forma de relatar o resultado da análise do teste de hipóteses é dizer se a hipótese nula H_0 foi rejeitada em um nível de significância especificado. O valor p (ou nível de significância observado) é o menor nível de significância em que H_0 seria rejeitada, quando um procedimento de teste especificado é usado em um determinado conjunto de dados (DEVORE, 2006).

De acordo com Larson et al. (2015), usando um teste qui-quadrado, é possível decidir, com certo nível de significância, se uma variável é normalmente distribuída, seguindo-se as hipóteses nula e alternativa a seguir:

H_0 : a variável possui uma distribuição normal

H_1 : a variável não possui uma distribuição normal

Uma das formas é testar a hipótese nula de que os dados seguem uma distribuição normal, comparando-se o valor- p com o nível de significância α . Segundo Montgomery e Runger (2009), um nível de significância de 0,05 funciona bem para a maioria dos casos.

O valor p , probabilidade de se aceitar uma hipótese nula, da estatística de Anderson Darling é dado por Snedecor e Cochran (1989) pela equação Equação 4:

$$p = 1 - (1 - \alpha)^n \quad (4)$$

Em que α é o nível de significância (5%) e n é o número de amostras.

Assim, se $\text{valor-}p \leq \alpha$, os dados não seguem uma distribuição normal, isto é, rejeita-se a hipótese nula. Já se $\text{valor-}p \geq \alpha$, não há evidências suficientes para concluir que os dados não seguem uma distribuição normal.

2.4. DADOS DE PROCESSO AUTOCORRELACIONADOS

É comum a ocorrência de situações, devido a características próprias do processo produtivo, as observações amostrais da característica de qualidade terem autocorrelação. Essa

condição acarreta problemas para o monitoramento, com estimativas incorretas do desvio padrão dos dados dependendo do grau de autocorrelação da série temporal.

Segundo Orssatto et al. (2015), a autocorrelação é uma dependência temporal dos valores de uma mesma variável que, sendo identificadas, podem interferir nos pontos do gráfico, tornando difícil a interpretação quanto às causas especiais e comuns do processo industrial.

De acordo com Montgomery (2016), quando o processo está sob controle, a característica da qualidade no instante t , x_t , é representada conforme Equação 5:

$$x_t = \mu + \varepsilon_{t=1,2,\dots} \quad (5)$$

Em que:

μ é a média.

ε_t representa o erro aleatório, distribuído normalmente e de forma independente, com média 0 e desvio-padrão σ .

A suposição de normalidade, ainda conforme Montgomery (2016), em grau moderado, pode ser negligenciada. Contudo, a condição de independência das observações, é requisito para a implementação dos gráficos de controle e eles não funcionam bem se a característica da qualidade apresentar níveis de correlação, ainda que baixos, ao longo do tempo, ocasionando em demasiados alarmes falsos. Basicamente, todos os processos de fabricação são regidos por elementos inerciais, que podem gerar observações correlacionadas ao longo do tempo. Assim, segundo ainda esses autores, é possível medir analiticamente o nível de autocorrelação (ρ_k) ao longo de uma série temporal, dada pela Função de Autocorrelação Amostral (FAC), conforme Equação 6:

$$r_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (x_t - \bar{x})(x_{t-k} - \bar{x})}{\sum_{t=1}^n (x_t - \bar{x})^2}; \text{ onde } k = 0, 1, \dots, k \quad (6)$$

Em que:

t : instante no tempo

k : defasagem entre as observações (espaçamento de tempo ou lag)

n : quantidade de observações

x_t : valor observado no instante t

\bar{x} : média dos valores observados

r_k : nível de autocorrelação com defasagem k

Costa, Epprecht e Carpinetti (2012) sugerem que se calcule a FAC das observações (r_2, r_3, \dots) para diversos espaçamentos de tempo e que se verifique o menor valor de k a partir da relação apresentada na Equação 7, a fim de interromper a autocorrelação dos dados do processo.

$$rk < 2/\sqrt{n} \quad (7)$$

Onde:

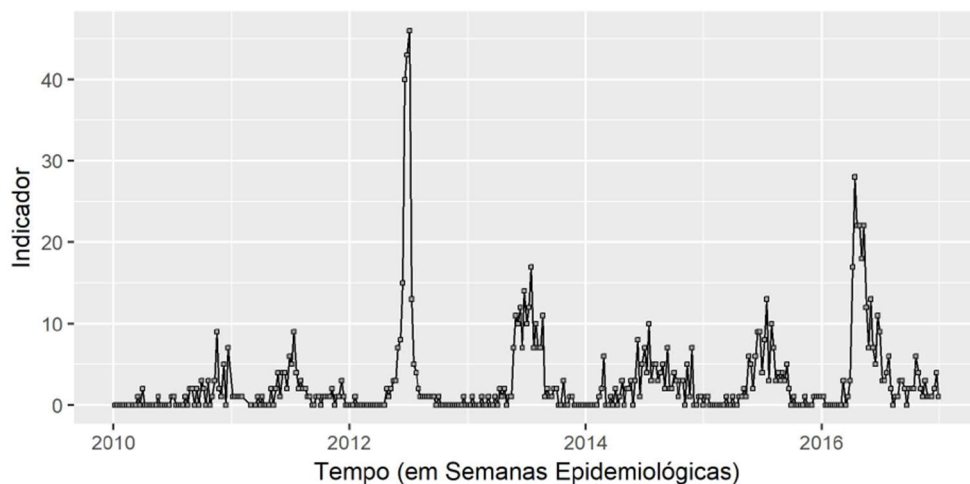
k é a defasagem.

n é a quantidade de observações.

Com o auxílio de programas computacionais para análises estatísticas, é possível gerar esse gráfico FAC, com limites de dois desvios-padrão para o parâmetro de autocorrelação (ρk) de defasagem (*lag*) k . Por meio de uma análise visual, é possível verificar se a autocorrelação da amostra excede seu limite (MONTGOMERY, 2016).

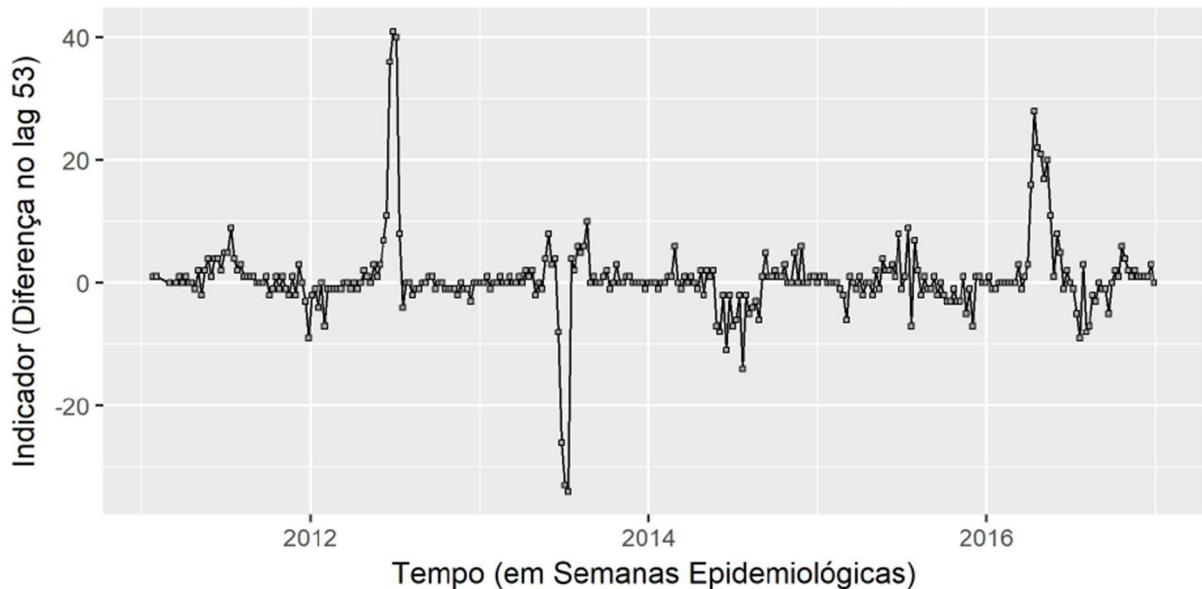
Em um estudo realizado por Veloso (2018), buscou-se construir um indicador adequado que possibilitasse ações de vigilância epidemiológica para Influenza no município de Curitiba. Foi obtido neste estudo uma visão em semanas epidemiológicas, referente ao total de resultados positivos registrados, representando-se a série histórica na Figura 3.

Figura 3 - Série temporal do total de exames positivos para Influenza no município de Curitiba



Foi utilizado como ferramenta estatística, a diferenciação da série em *lags* sazonais de tamanho 53, onde foi possível verificar a atenuação da sazonalidade presente, conforme Figura 4.

Figura 4 - Gráfico do Indicador diferenciado no lag 53.



Fonte: Veloso (2018)

2.5. ANÁLISE DE DECISÃO EM GRÁFICOS DE CONTROLE

O reconhecimento de padrões sistemáticos ou não aleatórios no gráfico de controle e a identificação das razões para esse comportamento vão além do conhecimento dos princípios estatísticos, pois requerem experiência e conhecimento do processo (MONTGOMERY, 2016).

O Manual do Controle Estatístico da Qualidade (SMALL, 1958) da Western Electric sugere um conjunto de quatro regras de decisão para a detecção de padrões não aleatórios, dividindo o gráfico de controle em 3 regiões, sendo chamadas de zonas A (3 Sigma), B (2 Sigma) e C (1 Sigma), conforme Quadro 1.

De acordo com Costa, Epprecht e Carpinetti (2012), os gráficos de controle das somas acumuladas (CUSUM) e média móvel exponencialmente ponderada (EWMA), quando utilizados, a decisão sob o estado do processo é baseada na informação acumulada de diversas amostras, gerando-se a evidência com a contribuição que cada amostra fornece.

Quadro 1 - Regras de decisão para detecção de padrão não aleatório

Regra	Descrição	Representação
1	Um simples ponto fora dos limites de 3 desvios padrão (fora da zona A) para cima ou para baixo dos limites de controle.	
2	Dois de três pontos consecutivos além do limite de 2 desvios padrão (zona A ou além) do mesmo lado da linha central.	
3	Quatro de cinco pontos consecutivos além do limite de 1 Desvio padrão (zona B ou além) no mesmo lado da linha central.	
4	Oito pontos consecutivos no acima ou abaixo da média na Zona C ou além.	

Fonte: Adaptado de SMALL (1958).

2.6. GRÁFICOS DE CONTROLE DA SOMA CUMULATIVA (CUSUM)

O gráfico de controle da soma cumulativa foi proposto inicialmente por Page em 1954 e eles incorporam toda a sequência de informações demarcando as somas acumuladas dos desvios em relação ao valor alvo (Montgomery, 2016).

Hawkins e Olwell (1998), em seu livro “*Cumulative Sum Charts and Charting for Quality Improvement*”, propõem o gráfico de controle da soma cumulativa (CUSUM) como ferramenta para detectar mudanças persistentes de um processo e ressaltam que ele permite a detecção imediata de estados fora de controle e fornecem estimativas de quando ocorreu e da sua magnitude.

Segundo Louzada (2013), o CUSUM é um método em que se observa o valor acumulado dos desvios da variável de interesse em relação a um valor estabelecido, plotando-se as somas cumulativas conforme Equação 8, considerando-se amostras coletadas de tamanho $n \geq 1$:

$$C_i = \sum_{j=i}^i (\bar{x}_j - \mu_0) \quad (8)$$

Onde: C_i é a soma cumulativa até, e incluindo, a i -ésima amostra, \bar{x}_j a média da j -ésima amostra e μ_0 alvo para a média do processo.

De acordo com Costa, Epprecht e Carpinetti (2012), pelo fato de o gráfico CUSUM basear-se no histórico do processo, é uma boa alternativa na detecção de pequenas mudanças na média, as quais um gráfico de controle Shewhart não seria capaz de detectar. A razão para isso, é a magnitude relativamente pequena da mudança, onde o gráfico CUSUM não sinaliza os desajustes de imediato. O gráfico de Shewhart para médias é muito eficaz se a magnitude da mudança for de $1,5\sigma$ a 2σ , ou mais. Para mudanças menores, ele não é eficaz. O gráfico de controle da soma cumulativa (CUSUM) portanto, é uma boa alternativa quando pequenas mudanças são importantes.

A base do conceito de CUSUM, conforme Samohyl (2009), é a soma acumulada dos desvios das mensurações ao redor da média ou valor nominal do processo como ponto de referência, no qual o desvio entre o valor observado X_i e a média μ_0 (ou alvo) da variável é calculado para cada observação, e a sequência de desvios é acumulada numa soma contínua, considerando ainda, no cálculo do valor da CUSUM, a inclusão de valor de referência k , o qual caracteriza-se por uma tolerância com pequenas modificações no processo, que pode ser formalizada explicitamente nas equações. Este valor é diminuído dos desvios positivos e acrescentado aos desvios negativos.

O algoritmo do gráfico CUSUM tabular, de acordo com Montgomery (2016), trabalha acumulando desvios de μ_0 que estão acima do alvo, com uma estatística C^+ , e acumulando desvios de μ_0 que estão abaixo do alvo, com outra estatística C^- . As estatísticas C^+ e C^- são chamadas de CUSUMs unilaterais superior e inferior, onde os valores iniciais são $C_0^+ = C_0^- = 0$ e K é usualmente chamado de valor de referência (ou valor de tolerância ou de folga), sempre escolhido a meia distância entre o valor alvo μ_0 e o valor da média fora de controle μ_1 , cujo interesse é detectar rapidamente. Assim, K é a metade da magnitude da mudança e o CUSUM tabular pode ser calculado conforme Equações 9 a 11:

$$C_i^+ = \text{máx} [0, X_i - (\mu_0 + K) + C_{i-1}^+] \quad (9)$$

$$C_i^- = \text{máx} [0, (\mu_0 - K) - x_i + C_{i-1}^-] \quad (10)$$

$$K = \frac{|\mu_1 - \mu_0|}{2} \quad (11)$$

Onde:

μ_0 : valor alvo.

K : valor de referência.

x_i : valor observado.

E segundo Montgomery (2016), se a média se desloca para um valor superior $\mu_1 > \mu_0$, tem-se então uma tendência para cima ou positiva se desenvolverá na soma cumulativa. Inversamente, se a média se desloca para baixo para um valor $\mu_1 < \mu_0$, então uma tendência para baixo ou negativa se desenvolverá em C_i . Tanto uma tendência para cima quanto para baixo, é evidência de que a média do processo mudou, e deve ser efetivada uma pesquisa para se determinar alguma causa especial.

Ainda conforme Montgomery (2016), o CUSUM tabular é planejado pela escolha do intervalo de decisão H . Em geral, recomenda-se que esses parâmetros sejam selecionados de modo a fornecer bom desempenho do comprimento médio da sequência (CMS). Foram realizados vários estudos analíticos sobre o desempenho do CUSUM, e as diretrizes gerais para a seleção de H e K são expressas como $H = h\sigma$ e $K = k\sigma$, onde σ representa o desvio padrão da variável amostral utilizada na construção do CUSUM. Utilizando-se $h = 4$ ou $h = 5$ e $k = 0,5$, resultará, em geral, em um CUSUM que tem boas propriedades do CMS contra uma mudança de cerca de 1σ na média do processo.

De acordo com a Tabela 1 do algoritmo da Soma Acumulada, apresentada por Montgomery (2016), são dispostos três conjuntos de colunas, sendo o primeiro dos valores observados, o segundo com o desvio, a soma acumulada unilateral $+C_i$ e o valor $+N_i$ e o terceiro com o desvio, a soma acumulada unilateral $-C_i$ e o valor $-N_i$

Tabela 1 - Implementação do algoritmo de soma acumulada

Período i	Observação	a			b		
		$X_i - (\mu_0 + K)$	$C_i +$	$N_i +$	$(\mu_0 - K) - X_i$	$C_i -$	$N_i -$
1	X_1	$X_1 - (\mu_0 + K)$	$C_1 +$	$N_1 +$	$(\mu_0 - K) - X_1$	$C_1 -$	$N_1 -$
2	X_2	$X_2 - (\mu_0 + K)$	$C_2 +$	$N_2 +$	$(\mu_0 - K) - X_2$	$C_2 -$	$N_2 -$
3	X_3	$X_3 - (\mu_0 + K)$	$C_3 +$	$N_3 +$	$(\mu_0 - K) - X_3$	$C_3 -$	$N_3 -$
4	X_4	$X_4 - (\mu_0 + K)$	$C_4 +$	$N_4 +$	$(\mu_0 - K) - X_4$	$C_4 -$	$N_4 -$
...
n	X_n	$X_n - (\mu_0 + K)$	$C_n +$	$N_n +$	$(\mu_0 - K) - X_n$	$C_n -$	$N_n -$

Fonte: Adaptado de Montgomery (2016).

Como complemento da fundamentação teórica, Alves (2003), por meio de um exemplo prático, ilustrou a aplicação do gráfico e controle CUSUM, onde a tensão média de ruptura de um cabo produzido pela indústria precisava ser igual a 70 kg. Durante o dia produtivo, foram coletadas 30 amostras de 5 cabos a cada 15 minutos desde o início da atividade operacional. A tensão de ruptura, inicialmente com desvio padrão de 2,24 kg, aumentou para 71,5 kg nas 5 primeiras horas, conforme dados da Tabela 2.

Tabela 2 - Valores obtidos para a tensão de ruptura dos cabos

	Amostra	Tensão de ruptura de cada cabo (em Kg)					\bar{X}_i	\bar{Y}_i
Hora 1	1	68,85	69,41	69,95	68,32	67,78	68,86	-1,14
	2	72,64	70,9	71,50	72,06	70,34	71,49	1,49
	3	69,13	67,52	68,58	69,67	68,06	68,59	-1,41
	4	68,16	68,67	69,76	69,22	67,63	68,69	-1,31
Hora 2	5	72,28	71,75	70,73	71,25	72,79	71,76	1,76
	6	69,6	70,68	71,79	71,24	70,15	70,69	0,69
	7	69,68	68,61	70,22	69,13	68,06	69,14	-0,86
	8	70,84	71,91	72,44	72,98	71,37	71,91	1,91
Hora 3	9	67,54	69,63	68,45	69,03	67,87	68,50	-1,5
	10	68,07	68,65	69,25	69,81	70,41	69,24	-0,76
	11	68,79	68,21	69,95	70,51	69,35	69,36	-0,64
	12	71,01	69,83	68,68	70,42	69,26	69,84	-0,16
Hora 4	13	72,22	71,71	71,17	70,65	70,12	71,17	1,17
	14	69,93	68,79	69,37	71,08	70,51	69,94	-0,06
	15	70,98	71,51	69,93	72,05	70,46	70,99	0,99
	16	67,84	67,97	68,02	67,92	67,88	67,93	-2,07
Hora 5	17	69,61	69,06	67,94	68,49	70,17	69,05	-0,95
	18	71,87	70,81	71,34	72,42	72,95	71,88	1,88
	19	68,92	70,06	67,77	68,34	69,48	68,91	-1,09
	20	68,47	70,13	69,01	69,59	67,91	69,02	-0,98
Hora 6	21	72,77	72,65	72,73	72,81	72,69	72,73	2,73
	22	72,41	72,34	72,46	72,5	72,39	72,42	2,42
	23	70,78	72,45	71,89	71,32	70,22	71,33	1,33
	24	71,01	70,43	69,3	69,87	71,56	70,43	0,43
Hora 7	25	71,93	72,04	71,96	72,00	71,90	71,97	1,97
	26	69,58	68,57	70,62	70,10	69,08	69,59	-0,41
	27	70,78	70,88	70,85	70,75	70,70	70,79	0,79
	28	69,83	69,95	70,72	67,97	69,41	69,58	-0,42
Hora 8	29	71,59	71,67	71,56	71,52	71,64	71,60	1,60

	Amostra	Tensão de ruptura de cada cabo (em Kg)					\bar{X}_i	\bar{Y}_i
	30	72,90	72,83	72,79	72,86	72,83	72,83	2,83

Fonte: Alves (2003).

Deste modo, para os dados de tensão de ruptura do cabo, foi feita a tabela dos desvios do valor nominal, das amostras de 1 a 30, conforme Tabela 3, calculando-se a soma acumulada para obter a estatística CUSUM C_i .

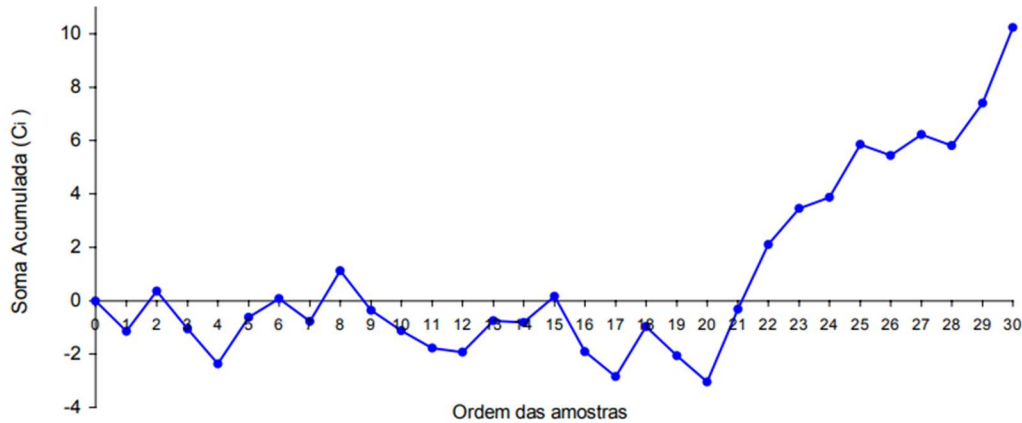
Tabela 3- Estatística CUSUM para os dados de tensão de ruptura do cabo

	Amostra	\bar{X}_i	$\bar{X}_i - \mu_0$	$C_i = (\bar{X}_i - \mu_0) + C_{i-1}$
Hora 1				0
	1	68,86	-1,14	-1,14
	2	71,49	1,49	0,35
	3	68,59	-1,41	-1,06
Hora 2	4	68,69	-1,31	-2,37
	5	71,76	1,76	-0,61
	6	70,69	0,69	0,08
	7	69,14	-0,86	-0,78
Hora 3	8	71,91	1,91	1,13
	9	68,50	-1,50	-0,37
	10	69,24	-0,76	-1,13
	11	69,36	-0,64	-1,77
Hora 4	12	69,84	-0,16	-1,93
	13	71,17	1,17	-0,76
	14	69,94	-0,06	-0,82
	15	70,99	0,99	0,17
Hora 5	16	67,93	-2,07	-1,90
	17	69,05	-0,95	-2,85
	18	71,88	1,88	-0,97
	19	68,91	-1,09	-2,06
Hora 6	20	69,02	-0,98	-3,04
	21	72,73	2,73	-0,31
	22	72,42	2,42	2,11
	23	71,33	1,33	3,44
Hora 7	24	70,43	0,43	3,87
	25	71,97	1,97	5,84
	26	69,59	-0,41	5,43
	27	70,79	0,79	6,22
Hora 8	28	69,58	-0,42	5,80
	29	71,60	1,60	7,40
	30	72,83	2,83	10,23

Fonte: Alves (2003).

Pelo gráfico CUSUM na Figura 5, nota-se que as 20 primeiras observações oscilaram aleatoriamente em torno da média, enquanto as 10 observações finais exibiram uma tendência crescente, sugerindo um aumento no valor médio de \bar{X}_i e conseqüentemente, no valor médio do processo, que não teria sido percebido em um gráfico \bar{X} de Shewhart.

Figura 5 - Gráfico de Controle CUSUM para os dados de tensão de ruptura do cabo



Fonte: Alves (2003).

2.7. GRÁFICOS DE CONTROLE DA MÉDIA MÓVEL EXPONENCIALMENTE PONDERADA (EWMA)

De acordo com Samohyl (2009), a média calculada por suavização exponencial simples é definida como uma combinação, entre a média do período passado z_{i-1} e o valor observado mais recentemente x_i , conforme Equação 12:

$$z_i = \lambda x_i + (1 - \lambda)z_{i-1} \quad (12)$$

Onde: λ é a constante de amortecimento, tal que $0 < \lambda \leq 1$.

O índice $i = 1, 2, \dots$ representa o número da ordem do dado observado e para o valor inicial adota-se $z_0 = \mu_0$ (valor alvo ou valor médio em controle da variável x).

O gráfico de controle da média móvel exponencialmente ponderada (EWMA) pode ser considerado como uma média ponderada de todas as observações passadas e correntes. O gráfico EWMA é insensível à hipótese de normalidade e deste modo é ideal para observações individuais, séries ou previsões.

O gráfico de controle EWMA pode ser construído pela plotagem de z_i versus número da amostra i (ou tempo). A linha central e os limites de controle para o gráfico de controle EWMA são definidos pelo conjunto conforme as Equações 13 a 15:

$$LSC = \mu_0 + L_\sigma \sqrt{\frac{\lambda}{(2-\lambda)} [1 - (1 - \lambda)^{2i}]} \quad (13)$$

$$LC = \mu_0 \quad (14)$$

$$LIC = \mu_0 - L_\sigma \sqrt{\frac{\lambda}{(2-\lambda)} [1 - (1 - \lambda)^{2i}]} \quad (15)$$

Onde:

μ_0 : valor alvo.

λ : Constante de amortecimento.

z_i : Período observado.

De acordo com Montgomery (2016), o termo $(1 - \lambda)^{2i}$, se aproxima de 1 quando i se torna grande, o que significa, depois que o gráfico de controle EWMA foi executado por vários períodos de tempo, os limites de controle se aproximam dos valores de estado estacionário, conforme as Equações 16 a 18:

$$LSC = \mu_0 + L_\sigma \sqrt{\frac{\lambda}{(2-\lambda)}} \quad (16)$$

$$LC = \mu_0 \quad (17)$$

$$LIC = \mu_0 - L_\sigma \sqrt{\frac{\lambda}{(2-\lambda)}} \quad (18)$$

Onde:

μ_0 : valor alvo.

λ : constante de amortecimento.

z_i : período observado.

Em relação à característica de desempenho, conforme descreveu Devore (2006), um gráfico de controle será efetivo se fornecer poucos alarmes falsos, em que uma avaliação da

eficácia de um gráfico, supondo que a variável de interesse seja normalmente distribuída, é baseada na probabilidade de erro α , quando $\mu = \mu_0$, conforme Equação 19:

$$\alpha = P(\bar{X} > \mu_0 + 3\sigma/\sqrt{n} \text{ ou } \bar{X} < \mu_0 - 3\sigma/\sqrt{n}) = 0,0027 \quad (19)$$

Onde:

μ_0 : valor alvo.

P : probabilidade.

n : quantidade observações.

O comprimento médio da sequência (CMS) do gráfico de controle, é o número médio de pontos que devem ser marcados antes que um ponto indique uma condição de fora de controle, tendo como referência o valor de 370, conforme Equação 20:

$$CMS = \frac{1}{p} = \frac{1}{\alpha} = \frac{1}{0,0027} = 370 \quad (20)$$

Onde:

p : probabilidade de erro.

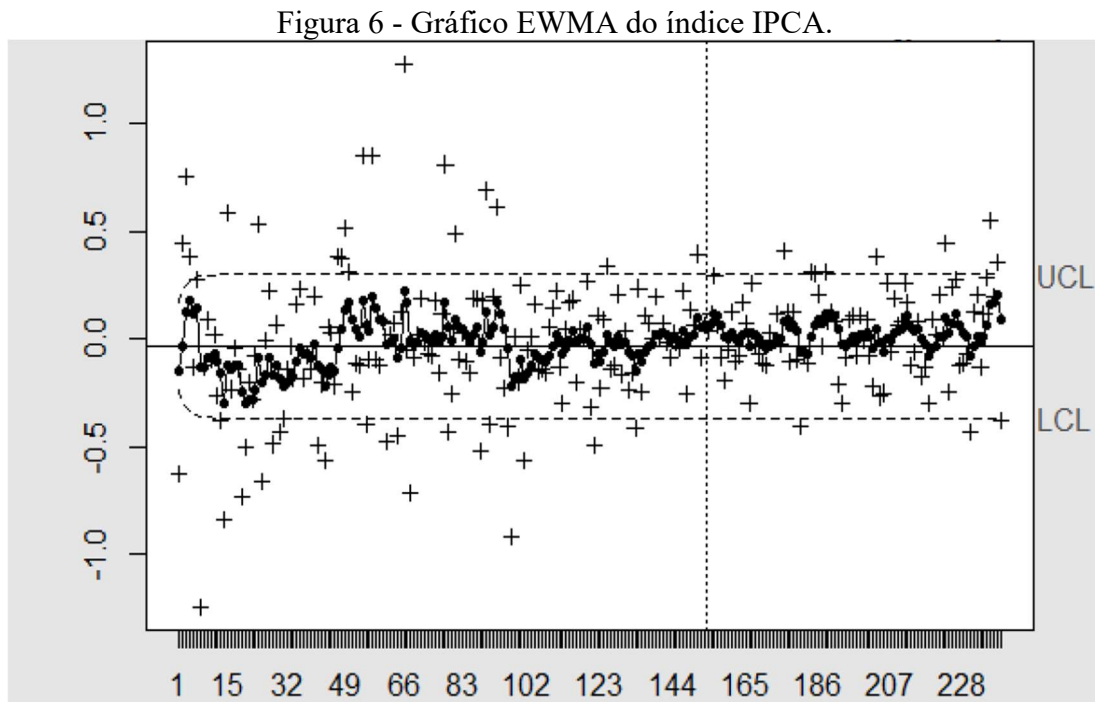
α : erro.

Na literatura, existem diversos estudos que abordam a questão da influência dos parâmetros largura (L) e constante de amortecimento (λ), que se baseiam em procedimentos para obtenção de um desempenho do CMS desejado. Conforme cita Montgomery (2016), em geral, valores de $\lambda = 0,10$ ou $0,20$ e $L = 3$ funcionam bem, particularmente com valores maiores de λ , embora, quando λ for pequeno ($\lambda \leq 0,1$), é desejável reduzir-se a largura L entre 2,6 e 2,8.

Deste modo, para este trabalho, foram considerados os parâmetros $\lambda = 0,20$ e $L = 3$, com possibilidade de desempenho semelhante do comprimento médio da sequência (CMS) do CUSUM, de modo a viabilizar a etapa de comparação.

No sentido de exemplificar, um estudo computacional na série de dados do Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), realizado por Ondolo et. al. (2015), utilizando simulações de Monte Carlo, onde foram consideradas 5000 réplicas e o gráfico EWMA apresentou o melhor desempenho no estudo de simulação, com tamanho $n = 50$ e grau

de correlação $\phi = 0.8$. Foi realizada uma aplicação do gráfico de controle, para o período de janeiro de 1995 a abril de 2015, totalizando 244 observações mensais, coletadas no site Ipeadata (<http://www.ipeadata.gov.br/>), conforme Figura 6.



Os resultados demonstraram que o gráfico EWMA apresentou melhor desempenho comparado. Com a análise deste exemplo, foi observado que o uso destes gráficos de controle podem ser uma ferramenta para monitorar tendências, que vai de encontro com o objetivo de detectar pequenas mudanças no percentual de Sílica, em tempo de ajustar o processo da flotação.

2.8. COMPARATIVO DOS GRÁFICOS DE CONTROLE

Segundo com Souza (2018), existem vários tipos de gráficos de controle aplicados ao processo e a sua escolha vai depender do tipo de informação, o tamanho e a periodicidade da coleta das observações. Segundo ainda esse autor, os tipos de gráficos de controle têm algumas características comuns, tais como a linha central, correspondente ao desempenho médio, e os limites de controle representando à faixa de variação esperada no processo.

Em outro estudo, Champ e Woodall (1987), consideram os gráficos EWMA e CUSUM mais eficazes na detecção de pequenas mudanças na média do sistema produtivo, uma vez que utilizam os dados das amostras precedentes para avaliar a estabilidade do processo.

O quadro 3, apresenta um comparativo entre os gráficos de controles de Shewhart, da soma cumulativa (CUSUM) e média móvel exponencialmente ponderada (EWMA), em que apenas os gráficos CUSUM e EWMA, como boas possíveis aplicações para o atendimento do processo industrial, por serem eficazes na detecção de pequenas mudanças na média sem perda de desempenho significativa.

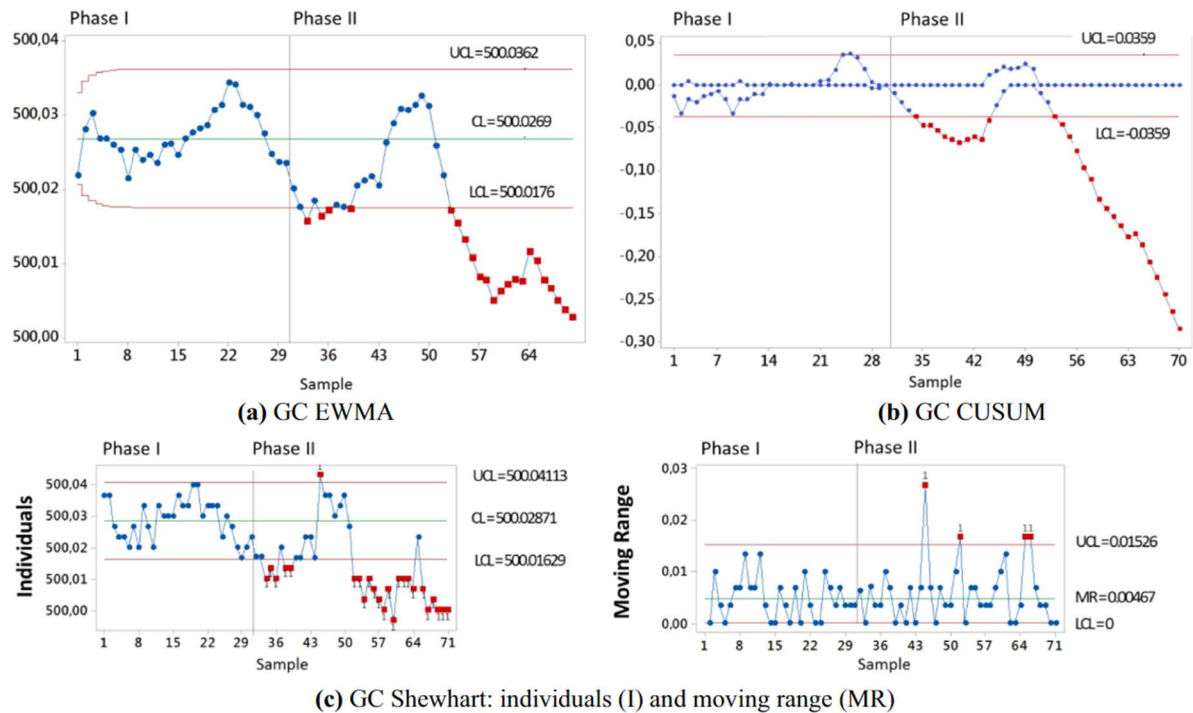
Quadro 2 - Resumo dos tipos de Carta de Controle

Método	Efeitos no monitoramento do processo
Gráfico de controle para variáveis (Shewhart)	Os limites de controle \bar{X} , no gráfico dependem da variabilidade do processo e o gráfico R indica se a variabilidade do processo está sob controle. São apropriados para detectar grandes variações da média.
Gráfico de controle da soma cumulativa (CUSUM)	Se o processo flutua o sai de seu valor alvo, o gráfico dará um sinal C+ para desvios acumulados acima do alvo e C- para desvios abaixo, denominadas CUSUMs unilaterais superior e inferior. São apropriados para detectar pequenas variações da média
Gráficos de controle da média móvel exponencialmente ponderada (EWMA)	Uma média móvel, que utiliza maior peso nas amostras mais recentes e vai diminuindo gradualmente para observações mais antigas pela constante de peso λ . O gráfico de controle EWMA é também eficaz para pequenas mudanças no processo.

Fonte: Adaptado de Montgomery (2016).

Conforme Lakus et al. (2022), um estudo comparativo foi realizado com objetivo de identificar o gráfico de controle mais adequado (entre Shewhart, CUSUM e EWMA), para monitorar a estabilidade de balanças eletrônicas, onde o gráfico EWMA foi o mais indicado por ter aplicação em todos os pontos de verificação, fato atribuído à falta de normalidade de alguns dados. Os 3 gráficos construídos, durante o desenvolvimento da pesquisa, podem ser observados conforme Figura 7. Com essa representação, foi possível observar as características construtivas de cada gráfico e suas performances na detecção das mudanças na média, de modo a permitir nesse momento uma certa familiaridade com os perfis de cada carta de controle.

Figura 7 - Gráficos de controle no caso de medição em 500 g (unidade do eixo Y em gramas)

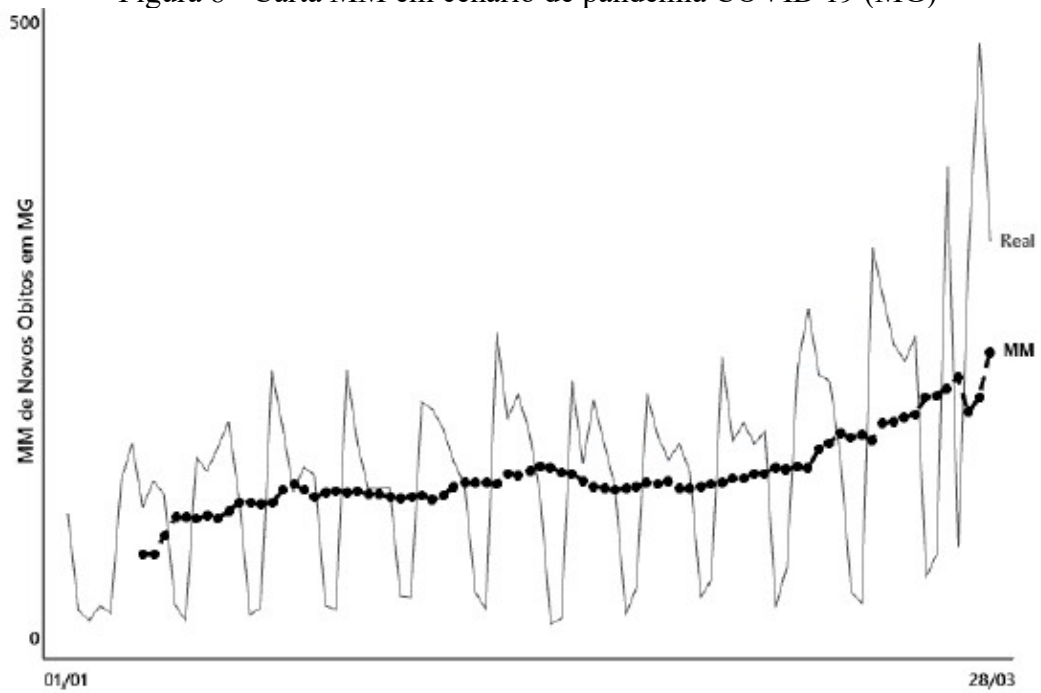


Fonte: Lakus et al. (2022)

De acordo com Camargo et al. (2022), um outro estudo comparativo foi realizado com objetivo de identificar diferenças entre os gráficos de controle de média móvel (MM) e média móvel exponencialmente ponderada (EWMA), para monitorar e divulgar nos meios de comunicação oficiais, o avanço dos casos de COVID 19 durante a pandemia, onde o gráfico EWMA apresentou-se mais eficiente no monitoramento on-line, detectando-se mais rapidamente, mudanças nos cenários de mortes.

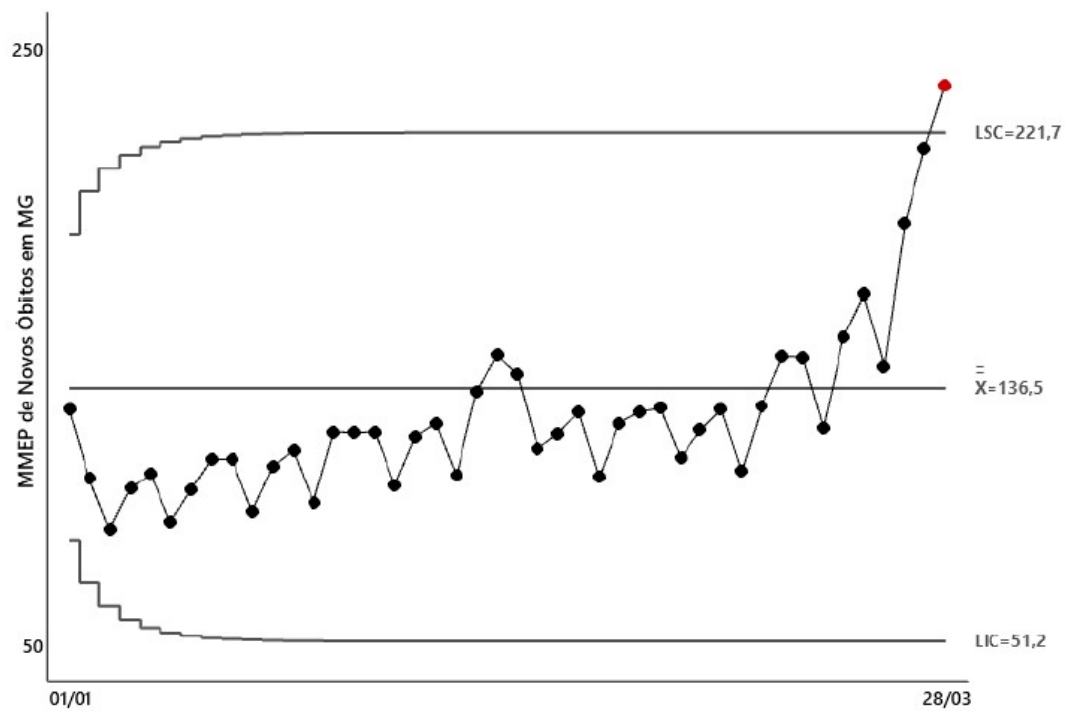
Segundo ainda Camargo et al. (2022), nas Figura 8 a 9, percebeu-se uma diferença de velocidade de resposta na tendência de crescimento da EWMA, quando comparada com a carta MM, da quantidade de óbitos em Minas Gérias. Nesse sentido, essa comparação conseguiu demonstrar o quanto a carta de controle EWMA é apropriada para um monitoramento online de um processo.

Figura 8 - Carta MM em cenário de pandemia COVID 19 (MG)



Fonte: Camargo et al. (2022)

Figura 9 - Carta EWMA em cenário de pandemia COVID 19 (MG)



Fonte: Camargo et al. (2022)

3. METODOLOGIA DE PESQUISA

3.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

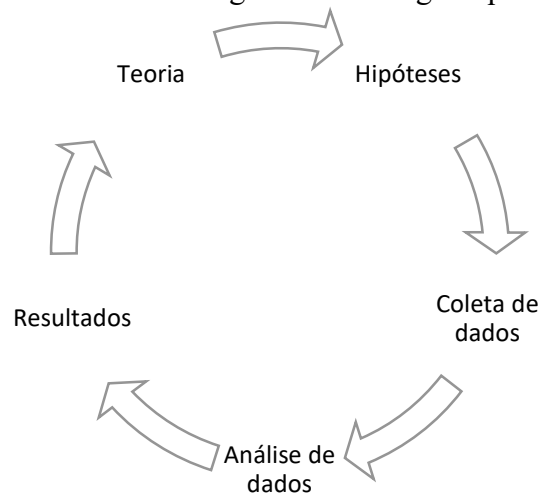
Esse trabalho considerou, como hipótese, direcionada pela avaliação de dois tipos de carta de controle (CUSUM e EWMA), de uma diferença em resultados da carta EWMA, quando comparada com a carta CUSUM. De acordo com Miguel (2012), dependendo do problema de pesquisa, é necessário lançar mão de hipóteses para direcionar os esforços para resolver o problema.

3.2. MÉTODO DE PESQUISA

O ato de mensurar variáveis, é a característica mais marcante que define uma pesquisa quantitativa, mas apenas o critério da mensuração não é suficiente para diferenciar essa abordagem em relação à qualitativa (Miguel, 2012).

Deste modo, é importante representar a estrutura lógica da abordagem quantitativa, conforme a Figura 10. Essa pesquisa pode ser considerada quantitativa, onde, por meio da coleta e análise dos dados, com o uso das cartas de controle para pequenas variações na média, buscou-se interpretar os dados analisados, de modo que foi possível encontrar uma dedução para hipótese de maior robustez da carta EWMA.

Figura 10 - Estrutura lógica da abordagem quantitativa



Fonte: Adaptado Miguel et al. (2012)

Para Gil (2017), as pesquisas descritivas têm como objetivo a descrição das características de determinada população ou fenômeno e podem ser elaboradas também com a finalidade de identificar possíveis relações entre variáveis.

Para Miguel (2012), a pesquisa axiomática descritiva analisa os modelos quantitativos com o propósito de entender o processo modelado ou explicar suas características, permitindo uma melhor compreensão dos relacionamentos funcionais do ambiente em questão.

Deste modo, essa pesquisa foi classificada como descritiva, visto que foi possível, mediante a coleta de dados, comparar os dois métodos, descrever os comportamentos da variável de percentual de Sílica, no monitoramento do processo da flotação, considerando ainda, avaliar as diferenças entre os métodos EWMA e CUSUM.

Segundo Silva (2014), uma pesquisa é de natureza “Aplicada” quando o pesquisador consegue aplicar o estudo para solucionar problemas específicos e obter resultados com possibilidade de gerar conhecimento para trabalhos futuros. Assim, essa pesquisa pode ser considerada aplicada, por terem sido utilizadas duas ferramentas estatísticas e realizadas as comparações entre as duas cartas de controle, para validar qual delas possui maior confiabilidade, ou seja, menor quantidade de alarmes falsos.

De acordo com Miguel (2012), modelos matemáticos compreendem um conjunto de variáveis de controle em um domínio específico da aplicação e um conjunto de variáveis de desempenho que medem a qualidade das decisões obtidas a partir das relações causais e quantitativas definidas entre as variáveis de controle. Uma vez formulado, pode avaliar as variáveis de desempenho, utilizando-se técnicas analíticas estatísticas.

A partir desta visão, definiu-se essa pesquisa como modelagem e simulação, que segundo Berto (2014), compreende o uso de técnicas matemáticas para descrever o comportamento de um sistema produtivo ou parte deste. Baseada em evidências quantitativas, que investigaram os comportamentos da variável de qualidade, do percentual de Sílica, de uma flotação, em uma situação real, com base em dados históricos, foi possível responder quantitativamente os resultados da pesquisa, por meio do uso e parametrização do software de estatística Minitab, para a correta aplicação das cartas de controle.

O primeiro passo para a pesquisa foi a coleta do histórico do percentual de sílica do concentrado final da linha 1 da flotação, do período de 2022, com a obtenção de 2845 dados brutos.

O segundo passo, com uso da ferramenta *boxplot*, foi possível a avaliação e retirada dos outliers, de modo que o processo tivesse uma boa representatividade em relação ao valor alvo do processo.

Uma vez retirados os outliers, tanto a análise de normalidade quanto a verificação e autocorrelação são necessárias, de modo que essa avaliação, como terceiro passo, explica a natureza dos dados e direciona para os procedimentos de retirada da autocorrelação e para o uso correto das cartas de controle.

O procedimento de retirada da autocorrelação levou em consideração a condição do processo da flotação ser contínuo, onde a relação rk , foi testada considerando-se faixas de amostras ao longo do período analisado, de modo a identificar o *lag* ideal, com uso da Função de Autocorrelação (FAC).

Para construção das cartas de controle CUSUM e EWMA, são avaliados os desvios em relação à média, ou seja, a diferença entre o valor observado e um valor alvo (média histórica do processo ou média ideal do processo).

Com o cálculo desses desvios é possível identificar qualquer deslocamento, mesmo com pequenas variações. Caso a média do processo seja deslocada, será possível identificar uma tendência (positiva ou negativa) no gráfico, confirmando essa mudança.

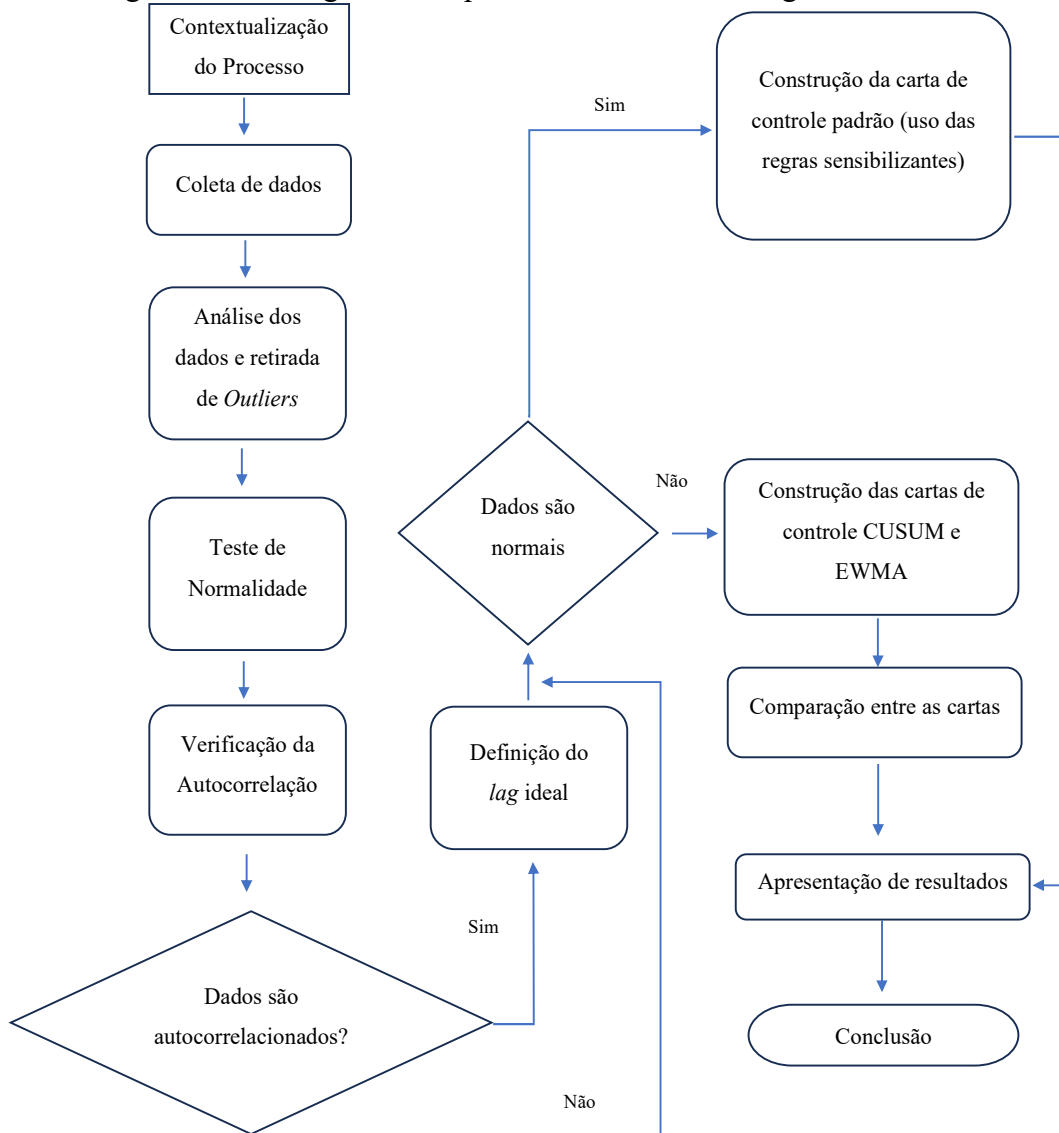
O planejamento do CUSUM e EWMA visa fornecer um bom desempenho do comprimento médio da sequência (CMS), que indica a média de pontos necessários para a ocorrência de um ponto fora dos limites de controle.

Para o CUSUM, o comprimento médio da sequência é impactado diretamente pela escolha dos parâmetros k e h . O parâmetro k está relacionado com a magnitude da mudança que é necessário identificar, enquanto o parâmetro h indica o intervalo de confiança para detecção de causas especiais. A identificação de mudanças de cerca de 1,5 desvio padrão da média do processo pode ser obtida com bons resultados, com $k = \frac{1}{2}$ e $h = 4$ ou 5 .

Para o EWMA, o comprimento médio da sequência é impactado diretamente pela escolha dos parâmetros λ e L . O parâmetro λ está relacionado com a constante de amortecimento, enquanto o parâmetro L indica a largura para detecção de causas especiais. A identificação de mudanças de cerca de 1,5 desvio padrão da média do processo pode ser obtida com bons resultados, com $\lambda = 0,2$ e $L = 3$.

Os procedimentos metodológicos utilizados para essa pesquisa foram organizados em etapas, conforme a Figura 11, onde um conjunto de dados de um período, definido, foram analisados e tratados para posterior construção das cartas adequadas para o processo da flotação.

Figura 11 - Fluxograma dos procedimentos metodológicos definidos



Fonte: Próprio autor (2023)

4. O PROCESSO DA FLOTAÇÃO

Neste capítulo, uma breve caracterização do processo da flotação, permitiu a construção de uma visão clara da situação-problema. Foram apresentados, o princípio de funcionamento, o fluxograma do processo e as variáveis controláveis presentes, que se relacionam diretamente com o percentual de sílica. Realizou-se o levantamento de hipótese sobre a ferramenta estatística mais adequada, considerando-se a carta EWMA de maior capacidade para a etapa monitoramento e controle.

Na etapa coleta e análise, avaliou-se a base de dados históricos da variável de qualidade do processo da flotação da empresa em que a pesquisa foi realizada, para identificar a natureza e o comportamento, sendo estes autocorrelacionados e com distribuição não normal. Após aplicar os procedimentos de retirada da autocorrelação dos dados, foi possível a construção das cartas CUSUM e EWMA, com uso de um software estatístico, utilizando-se parâmetros padronizados na literatura, alcançando-se o resultado de identificação para pequenas mudanças na média e a demonstração da hipótese levantada do método de EWMA, com menos propensão a alarmes falsos.

4.1. CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROCESSO DA FLOTAÇÃO

Para que o processo de flotação funcione de modo adequado, existe uma conjunção de fatores, dentre eles, os hidrodinâmicos, que estão relacionados com as condições operacionais de vazão de polpa, vazão de ar e camada de espuma (Ribeiro, 2015).

Esta pesquisa teve como objeto de estudo o monitoramento e controle de uma linha do processo de flotação *tankcell*, com nível de instrumentação adequado, a qual recebe alimentação contínua de polpa de minério de ferro com teores de Sílica no concentrado (%Sílica), que precisam ser retirados por meio do controle das principais variáveis de controle deste processo.

Conforme Chaves e Peres (2002), no início da década de 90, a empresa *Outokumpu Mintec* lançou no mercado uma célula de grande volume denominada “*TankCell*” com capacidades de até 500m³. A Figura 12 apresenta um corte de uma unidade de flotação “*Tank Cell*” *Outotec*.

Figura 12 - Máquina de flotação “*TankCell*” Outotec

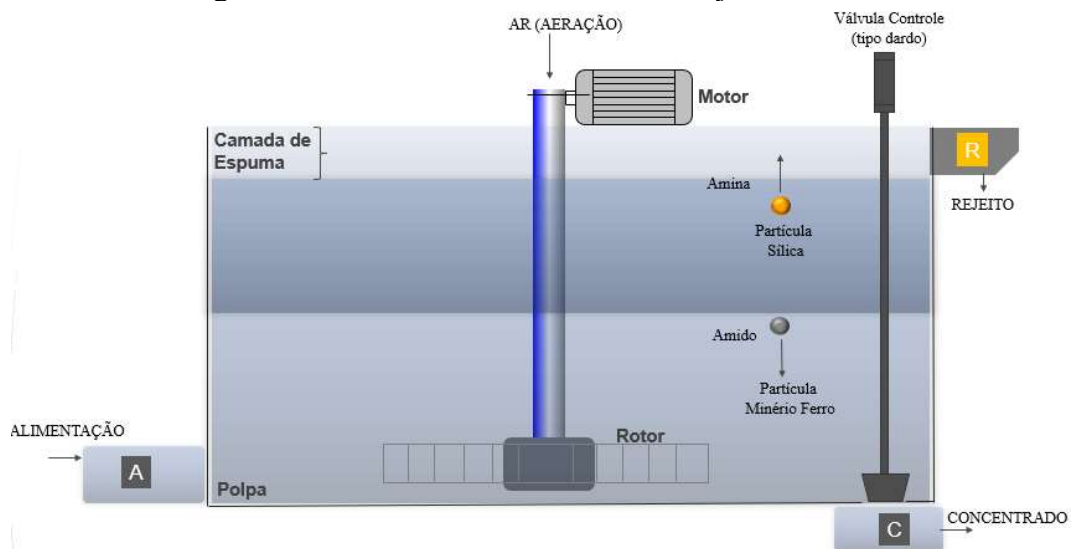


Fonte: Ficha de dados Metso (2023).

Segundo Monte e Peres (2010), este modelo de célula pneumática, proporciona maior favorecimento para a flotação tanto de partículas mais finas quanto grosseiras, sendo este, adequado a minérios com distribuição granulométricas e faixas de densidade mais amplas.

Conforme representado na Figura 13, de acordo com a dinâmica de funcionamento da célula de flotação, a partícula de minério é forçada para baixo, pelo reagente depressor amido e a sílica é coletada para cima, com uso do reagente amina, formando assim a região da camada de espuma, que quando muito alta, não permite um bom arraste, ficando essa impureza retida no minério de ferro. Esta quantidade de sílica, incorporada indevidamente no concentrado, torna o minério de ferro, produto da flotação, mais pobre, com a qualidade comprometida.

Figura 13 - Fatores hidrodinâmicos do objeto de estudo

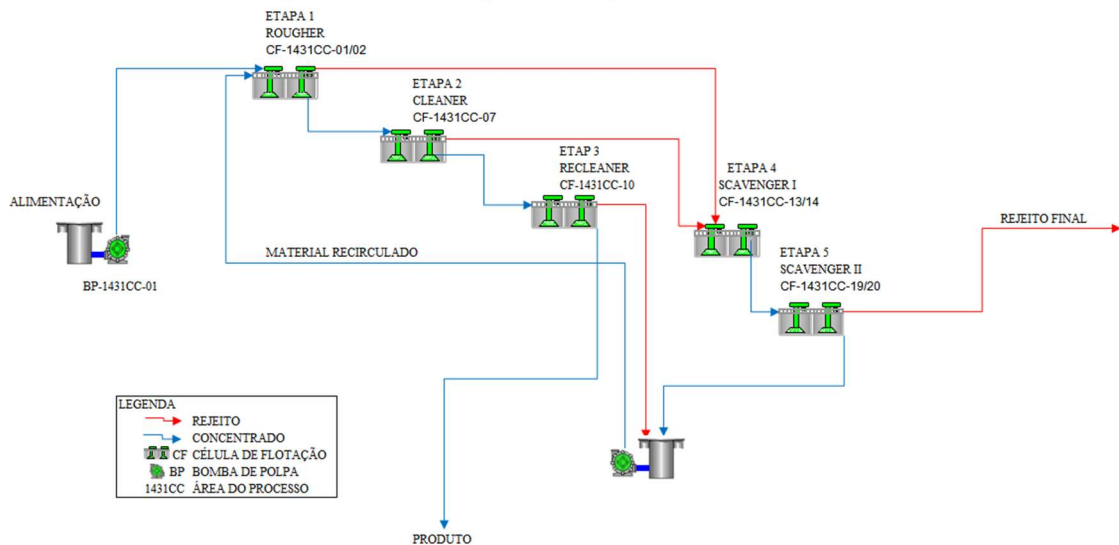


Fonte: Próprio Autor (2024).

Por este motivo, é de grande relevância o monitoramento de pequenos desvios no percentual de Sílica, por meio de cartas de controle apropriadas, com baixo índice de alertas falsos. Torna-se imprescindível a utilização de ferramentas estatísticas apropriadas, para que seja possível, a percepção antecipada pelos operadores da planta, de pequenos desvios na média do processo, de modo a perceber mais rapidamente, pontos fora dos limites de controle, cujas ações podem ser mais eficazes, com característica preventiva.

A área da flotação, objeto desse estudo, representada no fluxograma de processo na Figura 14, é composta por 3 linhas de processo, denominadas como linhas 1, 2 e 3. No entanto, para a realização deste trabalho, foi analisado apenas o processo referente a linha 1, que é composta por células de flotação (CF), que determina em cada etapa de concentração do minério (*rougher, cleaner, recleaner, scavenger*) e é alimentada por uma bomba de polpa (BP).

Figura 14 - Fluxograma de processo da Linha 1



Conforme demonstrado no fluxo da flotação da Figura 14, a Etapa 1 é chamada “*rougher*”, onde se obtém um concentrado pobre e um rejeito que ainda contém teores dos minerais úteis. Na Etapa 2, o concentrado passa por uma segunda lavagem, denominada “*cleaner*”, onde são produzidos um concentrado e um rejeito de teores elevados. O rejeito *rougher* é repassado na etapa 4, chamada “*scavenger*”, onde se obtém um rejeito muito pobre (rejeito final) e um concentrado que reúne os minerais úteis que estavam no rejeito *rougher*, mas que é pobre para ser considerado produto. Tanto o rejeito *cleaner* como o concentrado *scavenger* ainda contêm minerais úteis e por isso são retornados à célula *rougher*. Neste processo que foi estudado, o produto passa ainda pela Etapa 3, após a recirculação do fluxo, contendo os minerais úteis, chamada “*re-cleaner*”.

O Controle do processo atual é realizado, por meio de um Controle Supervisório e Aquisição de Dados (SCADA), existente na Sala de Operação da unidade, apenas com as informações online dos equipamentos da flotação e seus periféricos, não possibilitando aos colaboradores, uma visualização de mudanças na média do percentual de sílica.

As cartas de controle CUSUM e EWMA, por apresentar um bom desempenho na detecção de pequenas mudanças no processo, vai de encontro com o que se define por este processo da flotação.

4.2. PLANEJAMENTO E COLETA DE DADOS

Nesse passo do procedimento, foi estabelecida a base amostral, onde considerou-se todos os valores do percentual de Sílica, registrados no período de 2022 a apresentados no Apêndice A. Os dados foram coletados, por meio do sistema de gerenciamento de informações de planta (PIMS), que é uma solução que realiza a gestão de todos os dados gerados a partir da integração dos sinais de campo, bem como armazenamento e disponibilização destes dados em diversos formatos. Essa escolha se deu pelo período ser mais próximo da atual condição do processo e os anos anteriores possuem probabilidade maior do processo não ser representativo. Os dados completos do ano foram importantes, uma vez que para as cartas de controle que buscam detectar pequenas mudanças na média, uma quantidade maior de amostras se torna necessária. Uma avaliação inicial foi realizada, separando-se por períodos trimestrais os dados. Contudo, após a aplicação de procedimentos para retirada da autocorrelação, foi possível uma análise de base única, sem a separação por períodos, com os dados resultantes.

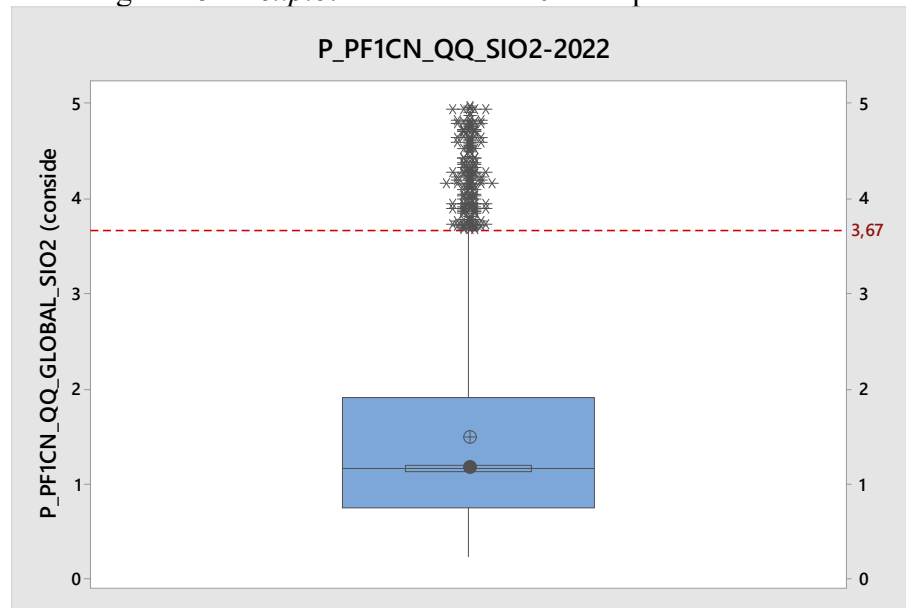
4.3. ANÁLISE DOS DADOS

4.3.1. Verificação de outliers

Inicialmente, foi realizada a verificação de outliers, a partir dos dados brutos históricos do ano de 2022, aplicando-se o gráfico *boxplot*, com utilização de um software de estatística, em que o resultado, considerou como *outlier*, valores acima do limite de 3,67 do percentual de sílica, conforme Figura 15.

De um total de 2845 dados brutos, foram identificados 152 *outliers*, e com intervalo de confiança de 95%, os dados ficaram entre 1,13 e 1,21, com mediana de 1,17. O primeiro quartil com 0,75 e o terceiro quartil com 1,95.

Os dados do Apêndice A foram disponibilizados, levando-se em conta o filtro de *outliers*.

Figura 15 - *Boxplot* dos dados de 2022 do percentual sílica

Fonte: Autoria Própria (2023)

4.3.2. Verificação da autocorrelação dos dados

Na sequência, conforme exposto anteriormente, na seção 2, com base na Equação 5, realizou-se uma análise de autocorrelação dos dados.

Seguindo essa abordagem, a estratégia utilizada neste trabalho foi a análise para a definição de um valor ideal de espaçamento (*lag*) e calculou-se o nível de autocorrelação para diversas defasagens (*k*) até que se encontrasse um $r_k < 2/\sqrt{n}$, a fim de se interromper a autocorrelação encontrada nos dados.

Um algoritmo foi construído, conforme apresentado no Apêndice C, de modo que inicialmente, os dados do ano de 2022, já retirados os outliers, foram ajustados no padrão de formatação e a média dos dados \bar{X} foi estabelecida para construção da Função de Autocorrelação.

Deste modo, utilizou-se a técnica de Validação-Cruzada, conhecida como *K-Fold*, para divisão do *Dataset*, de modo a segmentar os dados em blocos, para que fosse encontrado um valor de *lag* viável para o monitoramento, sem perda de representatividade da base amostral.

O código gerou a Tabela 4, resultante da variação do índice *K – Fold*, percorrendo o *Dataset*, de 1 até 80, gerando-se o resultado da Função de Autocorrelação r_k , identificando-se o *lag* ideal das interações.

Inicialmente, utilizando-se toda a base de dados, a variação do índice *K – Fold de 1 e 2* apresentou a relação verdadeira nos *lags* 46 e 20, indicando uma defasagem inviável para o

processo da flotação, uma vez que a necessidade de monitoramento é diária e não se justifica a retirada de muitos pontos.

Foi observado que, a partir do índice $K - Fold$ de 3, com 948 amostras, obteve-se um r_k viável e concluiu-se uma configuração de defasagem (lag), com $k = 3$, capaz de interromper a autocorrelação dos dados.

Tabela 4 - Teste autocorrelação dos dados do percentual sílica

Divisor do <i>dataset</i>	<i>n</i> _amostras	<i>rk</i>	<i>rk</i> desejado	lag ideal
1	2845	0,029410964	0,037496338	46
2	1422	0,047834148	0,053037152	20
3	948	0,044579974	0,06495698	3
4	711	-0,02894103	0,07500586	3
5	569	-0,024074883	0,083844362	3
6	474	-0,056915768	0,091863042	3
7	406	-0,059469574	0,099258333	3
8	356	-0,058151883	0,105999788	3
9	316	0,112317667	0,11250879	2
10	284	-0,030308782	0,118678166	3
11	259	0,006190836	0,124273953	3
12	237	-0,004500345	0,12991396	3
13	219	-0,006692714	0,135147476	3
14	203	0,004596931	0,140372481	3
15	190	-0,080704336	0,14509525	3
16	178	0,126078665	0,149906338	2
17	167	-0,055385616	0,154764647	3
18	158	-0,057838583	0,159111457	3
19	150	-0,052046336	0,163299316	3
20	142	0,012559041	0,167836272	3
21	135	-0,02176249	0,172132593	3
22	129	-0,002166905	0,176090181	3
23	124	0,002426315	0,179605302	3
24	119	0,18011141	0,183339699	2
25	114	0,063204896	0,187317162	3
26	109	0,037460717	0,191565257	3
27	105	0,033614028	0,195180015	3
28	102	0,016770717	0,198029509	3
29	98	0,149954788	0,202030509	2
30	95	0,050843869	0,20519567	3
31	92	0,032969229	0,208514414	3
32	89	0,169253913	0,211999576	2
33	86	0,134582865	0,215665546	3
34	84	0,139725696	0,21821789	3
35	81	0,151490825	0,222222222	3
36	79	0,141701119	0,22501758	3

Divisor do dataset	n_amostras	rk	rk desejado	lag ideal
37	77	0,121806074	0,227921153	3
38	75	0,068509945	0,230940108	3
39	73	0,081656855	0,234082294	3
40	71	0,199329048	0,237356332	3
41	69	0,174533777	0,240771706	3
42	68	0,158879576	0,242535625	3
43	66	0,201778059	0,246182982	3
44	65	0,229041197	0,248069469	3
45	63	0,221163091	0,251976315	3
46	62	0,202282069	0,254000254	3
47	61	0,180646896	0,25607376	3
48	59	0,191117264	0,260377822	3
49	58	0,227758858	0,262612866	3
50	57	0,214072795	0,264906471	3
51	56	0,205967233	0,267261242	3
52	55	0,186676848	0,269679945	3
53	54	0,157306799	0,272165527	3
54	53	0,125898509	0,274721128	3
55	52	0,085678376	0,277350098	3
56	51	-0,076088976	0,280056017	3
57	50	0,163140912	0,282842712	2
58	49	0,113192032	0,285714286	2
59	48	0,082418029	0,288675135	3
60	47	0,210101584	0,291729983	3
61	47	0,210101584	0,291729983	3
62	46	0,234156556	0,294883912	3
63	45	0,251167422	0,298142397	3
64	44	0,253083541	0,301511345	3
65	44	0,253083541	0,301511345	3
66	43	0,249805278	0,304997141	3
67	42	0,224196897	0,3086067	3
68	42	0,224196897	0,3086067	3
69	41	0,225548607	0,312347524	3
70	41	0,225548607	0,312347524	3
71	40	0,205549948	0,316227766	3
72	40	0,205549948	0,316227766	3
73	39	0,207916646	0,320256308	3
74	38	0,178316296	0,324442842	3
75	38	0,178316296	0,324442842	3
76	37	0,194315105	0,328797975	3
77	37	0,194315105	0,328797975	3
78	36	0,205795957	0,333333333	3
79	36	0,205795957	0,333333333	3

Fonte: Autoria Própria (2024)

Para a avaliação da normalidade, utilizou-se o teste de Anderson Darling e conforme descrito no portal de suporte técnico do software aplicado, a estatística AD é usada para calcular o valor de p, que ajuda a determinar o que melhor se adapta a distribuição de seus dados. Na análise de normalidade dos dados do processo estudado, apresentada no Apêndice C, o valor-p do teste de Anderson-Darling foi menor do que o nível de significância escolhido de 5%, onde os dados não seguem a distribuição normal.

Sendo assim, o teste de normalidade foi um procedimento estatístico que auxiliou essa pesquisa na confirmação da condição descrita na literatura, que segundo Montgomery (2016), sendo os dados com característica de uma distribuição não normal, as cartas CUSUM e EWMA, propostas no trabalho, são as mais apropriadas neste caso.

4.4. CONSTRUÇÃO DAS CARTAS

Para a etapa de construção das cartas, foi utilizado o software de estatística Minitab, com pacotes nativos, de modo que os gráficos CUSUM e EWMA puderam ser parametrizados de forma a permitir a etapa de análise comparativa e com possibilidade de ser aplicado no monitoramento da flotação, com os devidos procedimentos para retirada da autocorrelação dos dados.

4.4.1. Construção da carta CUSUM

Conforme visto no conjunto de Equações 20 a 21, segundo Costa, Epprecht e Carpinetti (2012), o algoritmo CUSUM trabalha com as seguintes quantidades:

$$S_{i+} = \max \{0, X_i - (\mu_0 + d) + S_i - 1+\} \quad (21)$$

$$S_{i-} = \max \{0, (\mu_0 - d) - X_i + S_i - 1-\} \quad (22)$$

O algoritmo CUSUM, ainda segundo Costa, Epprecht e Carpinetti (2012), produz um sinal sempre que S_{i+} ou S_{i-} for maior do que K .

Os valores recomendados para K e d são respectivamente, $5\sigma''$ e $|\mu_1 - \mu_0|/2$, sendo σ'' , o desvio-padrão do processo quando em controle, e $|\mu_1 - \mu_0|$ a magnitude do deslocamento da média que é relevante detectar com rapidez.

O ideal é que o valor de K seja determinado em função do risco α em que o usuário esteja disposto a incorrer. Mas como não existe uma expressão simples que relacione o risco α com o parâmetro K para determinado valor de d , segue-se com a recomendação da literatura em adotar $K = 5\sigma$.

Deste modo, para o percentual de sílica, considerando-se o alvo $\mu_0 = 1,23$ e a média histórica $\mu_1 = 1,3202$, definiu-se o valor de d (deslocamento que se deseja detectar), pelo método do meio da lacuna, onde:

$$d = (1,3202 - 1,23)/2$$

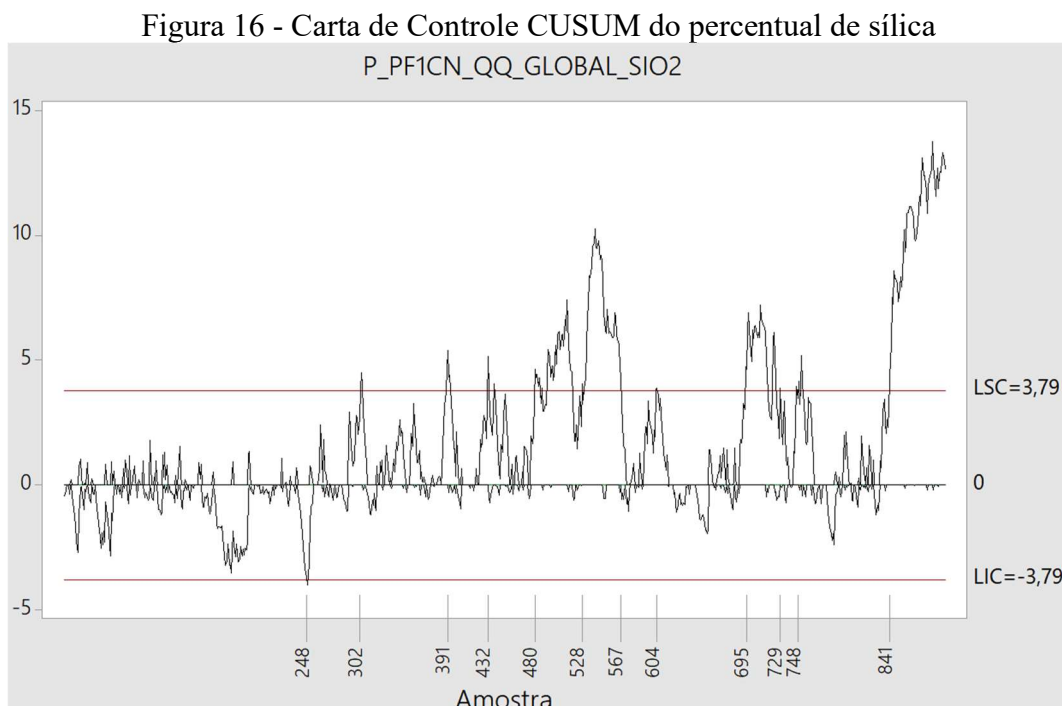
$$d = 0,0451$$

Considerando-se que o desvio padrão da base histórica foi de 0,7585, o valor de K foi:

$$k = 5\sigma_0$$

$$k = 5 * 0,7585 = 3,7925$$

Uma carta de controle CUSUM foi construída, conforme a Figura 16, considerando a parametrização calculada.



Fonte: Autoria Própria (2023)

4.4.2. Construção da carta EWMA

De acordo com a Equação 23 e conforme explica Costa, Epprecht e Carpinetti (2012), no gráfico EWMA são plotados valores da estatística que represente as pequenas variações na média denominada Y_i

$$Y_i = \lambda X_i + (1 - \lambda)Y(i - 1) \quad (23)$$

Onde: $0 < \lambda \leq 1$ e $Y_0 = \mu_0$ (valor alvo ou valor médio em controle de X).

A variância é dada pela Equação 24:

$$\sigma^2(Y_i) = \sigma^2(\lambda/(2 - \lambda))[1 - (1 - \lambda)^2] \quad (24)$$

Onde: σ^2 é a variância da variável X e à medida que i aumenta, a quantidade $[1 - (1 - \lambda)^2]$ tende a 1.

Portanto, a linha média e os limites de k-sigma do gráfico EWMA são dados conforme Equações 25 a 27:

$$LSC = \mu_0 + k\sigma_0\sqrt{(\lambda/(2 - \lambda))} \quad (25)$$

$$LM = \mu_0 \quad (26)$$

$$LIC = \mu_0 - k\sigma_0\sqrt{(\lambda/(2 - \lambda))} \quad (27)$$

Onde:

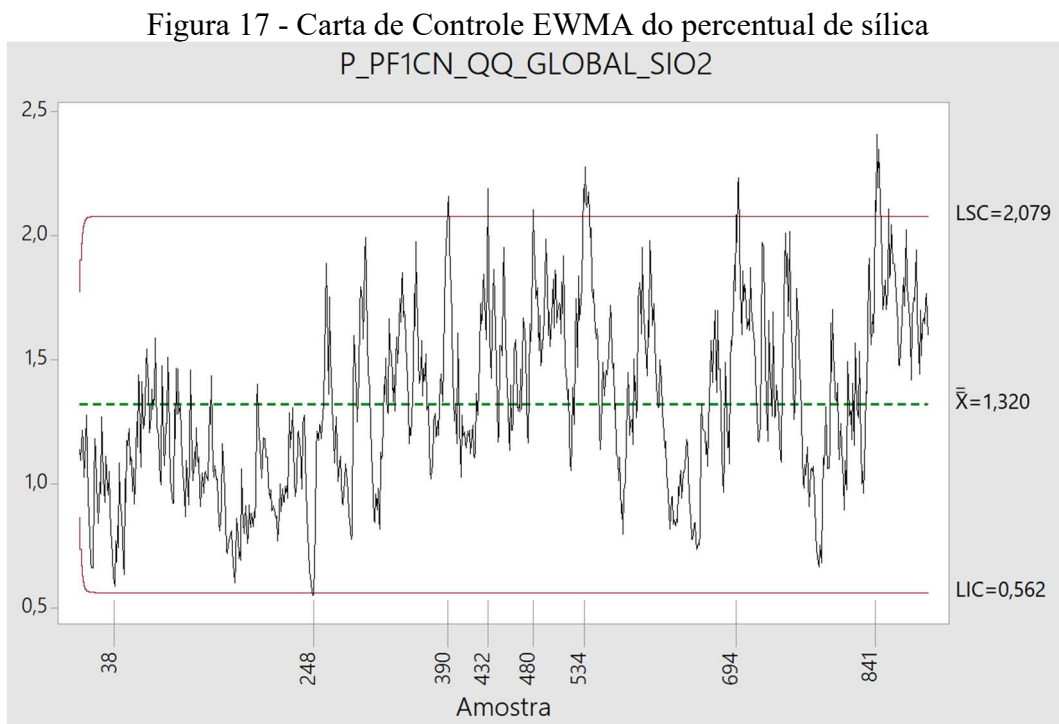
σ_0 : é o desvio padrão do processo quando em controle.

μ_0 : valor alvo.

λ : constante de amortecimento.

Existem valores tabelados para os parâmetros da carta EWMA, sendo utilizados com frequência, os valores ($\lambda = 0,2$ e $L = 3$), com bons resultados do comprimento médio da sequência (CMS), ou seja, poucos alertas falsos.

A carta EWMA foi construída e apresentada na Figura 17, utilizando-se os parâmetros ($\lambda = 0,2$ e $L = 3$) e considerando-se o período amostrado de 2022, com suas devidas tratativas de retirada da autocorrelação.



Fonte: Autoria Própria (2023)

4.4.3. Análise comparativa entres as cartas CUSUM e EWMA

Para realização da comparação entre as duas cartas, um primeiro cálculo do comprimento médio da sequência (CMS) foi realizado, considerando-se os dados coletados com os devidos procedimentos de retirada da autocorrelação.

Siegmund (1985) apresenta uma aproximação do cálculo do CMS para um CUSUM unilateral C^+ ou C^-), conforme Equação 27:

$$CMS_0 = \frac{\exp(-2\Delta b) + 2\Delta b - 1}{2\Delta^2} \quad (27)$$

Onde:

$$\Delta = \delta^* - k \text{ para } C^+, \Delta = -\delta^* - k \text{ para } C^- \text{ e } b = h + 1,166$$

δ^* : é a mudança na média, em unidades de σ , para qual deve ser calculado o CMS

Por simetria, $CMS_0^+ = CMS_0^-$. Para obter o valor de CMS_0 para o CUSUM bilateral a partir dos CMS das estatísticas unilaterais, CMS^+ e CMS^- , de acordo com Montgomery (2016), têm-se a Equação 28:

$$\frac{1}{CMS_0} = \frac{1}{CMS^+} + \frac{1}{CMS^-} \quad (28)$$

Deste modo, o cálculo considerando os dados históricos do processo da flotação coletados foi realizado de modo que o CMS_1 foi de 14,35:

$$\begin{aligned} \delta^* &= d \\ \delta^* &= 0,0451 \\ b &= h + 1,166 \\ b &= 3,7925 + 1,166 = 4,9585 \\ CMS_1 &= \frac{\exp(-2(-0,0451) 4,9585) + 2(-0,0451)4,9585 - 1}{2(-0,0451)^2} \\ CMS &= 28,70 \\ \frac{1}{CMS_1} &= \frac{1}{28,70} + \frac{1}{28,70} \\ \frac{1}{CMS_1} &= \frac{2}{28,70} \\ CMS_1 &= 14,35 \end{aligned}$$

Para Montgomery (2016), em geral, valores de λ no intervalo $0,05 \leq \lambda \leq 0,25$ funcionam bem na prática, com $\lambda = 0,05$, $\lambda = 0,10$ e $\lambda = 0,20$ sendo escolhas populares. Uma boa regra empírica é o uso de valores menores de λ para detectar menores mudanças e que $L = 3$ (os limites três sigmas usuais) funciona razoavelmente bem, particularmente com valores maiores de λ . Deste modo, os valores utilizados na construção da carta EWMA neste trabalho utilizaram $\lambda = 0,20$ e $L = 3$.

Quanto ao CMS da carta EWMA, como foram utilizados os parâmetros da literatura, que existem valores resultantes conforme Tabela 5, onde considerou-se os valores mais próximos dos parâmetros para o mesmo desvio padrão encontrado de 0,7585.

Tabela 5 - Comprimentos Médios de Sequências para diferentes parâmetros da carta EWMA

Mudança na média	$L = 3,054$ $\lambda = 0,40$	$L = 2,998$ $\lambda = 0,25$	$L = 2,962$ $\lambda = 0,2$	$L = 2,814$ $\lambda = 0,10$	$L = 2,615$ $\lambda = 0,05$
0	500	500	500	500	500
0,25	224	170	150	106	84,1
0,50	71,2	48,2	41,8	31,3	28,8
0,75	28,4	20,1	18,2	15,9	16,4
1,00	14,3	11,1	10,5	10,3	11,4
1,50	5,9	5,5	5,5	6,1	7,1
2,00	3,5	3,6	3,7	4,4	5,2
2,50	2,5	2,7	2,9	3,4	4,2
3,00	2,0	2,3	2,4	2,9	3,5
4,00	1,4	1,7	1,9	2,2	2,7

Fonte: Adaptado Montgomery (2016)

Deste modo, entende-se por meios dos valores calculados e tabelados, que o gráfico EWMA possui um CMS de modo a apresentar uma quantidade menor de pontos fora dos limites de controle, quando comparado ao gráfico CUSUM.

Essa é uma característica muito importante para o processo da flotação, que possui uma quantidade grande de variáveis manipuladas e os colaboradores, quando realizam intervenções na planta a qualquer sinal, acabam por causar uma instabilidade no processo, ao invés de controlá-lo.

Nas observações realizadas nas duas cartas de controle, foi possível verificar que a carta EWMA apresentou de fato uma quantidade bem menor de pontos fora dos limites de controle, quando comparada à carta CUSUM.

No gráfico CUSUM, de acordo com os pontos destacados no gráfico e que se referem as amostras, onde identificou-se uma quantidade maior de pontos fora do limite superior de controle. Foi possível visualizar na amostra 302 uma diferença em relação ao gráfico EWMA, que não sinalizou. Foi observada uma maior permanência dos pontos fora do limite superior, nas amostras 393 a 394 e 433 a 438 do gráfico CUSUM. Isso se deu pelo efeito da soma acumulada, de pequenos desvios, ter gerado maior sensibilidade de detecção.

Conforme o gráfico CUSUM, a partir da amostra 480, uma maior quantidade de pontos fora do limite superior de controle foi registrada, até a amostra 517. Verificou-se uma mudança, significativa para o gráfico CUSUM, a partir da amostra 528, onde muitos pontos em sequência acima do limite superior de controle, até a amostra 567 e novamente nas amostras 695 a 729.

No gráfico EWMA, foi identificado um ponto bem próximo do limite inferior de controle na amostra 38. Essa sinalização demonstrou que o gráfico EWMA, por conceder peso maior para as informações mais atuais e peso menor para as mais remotas foi capaz de detectar mais rapidamente, uma mudança inicial, comparado ao gráfico CUSUM, que precisa de uma quantidade de amostras com sinais positivos ou negativos para gerar o efeito da soma cumulativa.

Foi identificado, pelo gráfico EWMA, a partir da amostra 841, uma mudança mais significativa, com todos os pontos em sequência acima da média, com uma quantidade bem menor de pontos fora dos limites de controle comparado ao gráfico CUSUM, que apresentou todos os seus pontos acima do limite superior de controle.

Após a realização dessa análise, chega-se a uma resposta para o problema de pesquisa, da possibilidade do uso de ambas as cartas para se detectar as mudanças na média com pequenas magnitudes, onde a carta de controle EWMA, com parâmetros citados na literatura, desempenhou melhor, com maior capacidade, com menor risco de falsos alarmes, quando comparada à carta CUSUM, evitando-se assim uma intervenção no processo em situações onde não haveria necessidade e com possibilidade de prejudicar a estabilidade da flotação.

4.5. RESULTADOS

Nos gráficos CUSUM e EWMA, observou-se com clareza a capacidade de identificar pequenas mudanças na média do processo. Essas ferramentas mostraram-se eficazes e representam uma solução viável para a aplicação prática no monitoramento e controle do processo de flotação.

De acordo com os dados históricos da variável de percentual de sílica, muitos valores apresentaram-se ligeiramente acima do valor alvo. Conclui-se que, pela natureza deste processo, a aplicação do gráfico EWMA apresentou-se mais conservadora, com menos pontos fora dos limites de controle, sem deixar de sinalizar possíveis mudanças no processo.

5. CONCLUSÕES

Os resultados dessa pesquisa mostraram que foi possível analisar a aplicação, por meio dos gráficos CUSUM e EWMA, para servir ao monitoramento do percentual de sílica no processo de flotação, desde que conhecida a natureza dos dados, neste caso com distribuição não normal e procedimentos de modo a interromper a autocorrelação dos dados, comprovando-se o uso correto das cartas de controle.

A validação de maior aplicabilidade da carta de controle EWMA, para monitorar o percentual de sílica, de acordo com os resultados, foi satisfeita, onde o processo apresentou menos pontos fora dos limites de controle, sendo comprovada sua capacidade na detecção e bom desempenho para ser aplicada no monitoramento e controle.

Essa pesquisa demonstrou, por meio da análise de comparação das duas cartas, ser possível, utilizar o gráfico EWMA, como ferramenta de investigação de possíveis problemas pela equipe de colaboradores, para tomada de decisão, alcançando os objetivos geral e específicos.

5.1. CONTRIBUIÇÕES DA PESQUISA

A pesquisa demonstrou, para o processo industrial da flotação, que tem característica de dados autocorrelacionados, que o uso das cartas de controle CUSUM e EWMA para o monitoramento, são boas opções capazes de detectar pequenas variações na média.

Com a comprovação da carta EWMA, ser mais viável para o monitoramento do processo de flotação, com menor risco de alarmes falsos, a pesquisa concretizou-se como uma aplicação prática, de modo que proporcionou, considerando a visão acadêmica, uma contribuição com a base da pesquisa científica do tema.

Em termos práticos, essa pesquisa tem o potencial de contribuir, por meio do monitoramento, utilizando o gráfico EWMA, para uma redução do teor de contaminação no concentrado, que influencia diretamente na qualidade do minério de ferro, produto da flotação, mantendo-se a meta da empresa, em controlar o percentual de sílica em valores abaixo de 1,23.

5.2. SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS

Foi possível obter uma visão prática de aplicação da carta EWMA e CUSUM, com o uso dos parâmetros indicados na literatura. De acordo com outros estudos comparativos entre

essas cartas, com o foco na identificação de diferenças no comprimento médio da sequência (CMS), pelas mudanças nos parâmetros das cartas, este trabalho trouxe uma possibilidade de pesquisas futuras, considerando ainda as demais linhas do processo de flotação da empresa, de modo a realizar simulações computacionais alterando seus parâmetros e concretizar-se como uma solução para monitoramento e controle do processo da flotação em diversos cenários.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, C.C. **Gráficos de controle CUSUM: um enfoque dinâmico para a análise estatística de processos.** Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, Santa Catarina, 2003.

ARAUJO, A. C. et al. Ore mineralogy and its relevance for selection of concentration methods in processing of Brazilian iron ores. **Mineral Processing and Extractive Metallurgy**, v. 112, n. 1, p. 54-64, 2003. DOI:10.1179/037195503225011439.

BERTO, R. M. V. de S.; NAKANO, D. Revisitando a produção científica nos anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção. **Production**, v. 24, n. 1, p. 225–232, jan. 2014.

CAMARGO, B. B. de; et al. Estudo comparativo entre a aplicação da média móvel e carta de controle da média móvel exponencialmente ponderada para monitoramento de pandemias. **Revista Produção Online**, v. 22, n. 3, p. 3127-3161, 2022. DOI:10.14488/1676-1901.v22i3.4577

CHAMP, C. W.; WOODALL, W. H. Exact results for shewhart control charts with supplementary runs rules. **Technometrics**, v. 29, n. 4, p. 393-399, 1987. DOI: 10.2307/1269449.

CHAVES, Arthur Pinto; PERES, Antonio Eduardo Clark. **Teoria e prática do tratamento de minérios.** Volume 4. São Paulo: Signus, 2002.

COSTA, A. F. B.; EPPRECHT, E. K.; CARPINETTI, L. C. R. **Controle estatístico de qualidade.** 2 ed. São Paulo: Atlas, 2012.

DEVORE, J. L. **Probabilidade e estatística para engenharia e ciências.** São Paulo: Cengage Learning, 2006.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo: Atlas, 2017.

HAWKINS, Douglas M.; OLWELL, David H.. **Cumulative sum charts and charting for quality improvement.** New York: Springer, 1998. DOI:10.1007/978-1-4612-1686-5

JURAN, J. M. **A qualidade desde o projeto.** São Paulo: Pioneira, 1992. p. 285.

LAKUS, D. R. et al. Shewhart, CUSUM and EWMA Control Charts: A Comparative Study on Intermediate Check of Balances. **Mapan - Journal of Metrology Society of India**, v. 37, p. 453-464, feb. 2022. DOI:10.1007/s12647-021-00511-8.

LARSON, R.; FARBER, B. **Estatística aplicada.** São Paulo: Pearson, 2015.

LI, S. Y.; TANG, L. C.; NG, S. H. Nonparametric CUSUM and EWMA control charts for detecting mean shifts. **Journal of Quality Technology**, v. 42, n. 2, p. 209-226, 2010. DOI: 10.1080/00224065.2010.11917817.

LOUZADA, F.; et. al. **Controle estatístico de processos: uma abordagem prática para cursos de engenharia e administração**. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

LUZ, A. B. da; LINS, F. A. F. Capítulo 1: Introdução ao tratamento de minérios. In.: LUZ, A. B. da, SAMPAIO, J. A.; FRANÇA, S. C. A. **Tratamento de minérios**. 5 ed. Rio de Janeiro: CETEM/ MCT, 2010. p. 3-22. Disponível em: <<http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/712>>. Acesso em: 30 abr 2024.

METSO. **Catalog TankCell Flotation Solutions**. Helsinki: Metso Outotec, 2023. Disponível em: <<https://www.metso.com/portfolio/tankcell/>>. Acesso em: 30 abr 2024.

MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick (Coord.). **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

MONTE, Marisa Bezerra de Mello; PERES, Antônio Eduardo Clark. Capítulo 10: Química de superfície na flotação. In.: LUZ, A. B. da, SAMPAIO, J. A.; FRANÇA, S. C. A. **Tratamento de minérios**. 5 ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010. p. 399-464. Disponível em: <<http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/712>>. Acesso em: 30 abr 2024.

MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade**. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

MONTGOMERY, D.C.; RUNGER, G. C. **Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros**. 4 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

MUKHERJEE, A.; CHONG, Z. L.; KHOO, M. B. C. Comparisons of some distribution-free CUSUM and EWMA schemes and their applications in monitoring impurity in mining process flotation. **Computers and Industrial Engineering**, v. 137, nov. 2019. DOI: 10.1016/j.cie.2019.106059.

ONDOLO, Cátia; MÜLLER, Fernanda; ROSA, L. Gráficos de Controle para monitorar processos autocorrelacionados. **Revista Gestão Inovação e Tecnologias**, v. 5, n. 3, p. 2424-2438, 2015. DOI: 10.7198/S2237-0722201500030017.

ORSSATTO, F.; BOAS, M. V.; EYNG, E. Gráfico de controle da média móvel exponencialmente ponderada: aplicação na operação e monitoramento de uma estação de tratamento de esgoto. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 20, n. 4, p. 543-550, dez. 2015. DOI: 10.1590/S1413-41522015020040093742.

QIU, P.; ZHANG, J. On Phase II SPC in cases when normality is invalid. **Quality and Reliability Engineering International**, v. 31, n. 1, p. 27–35, 2015.

QIU, Peihua. Some perspectives on nonparametric statistical process control. **Journal of Quality Technology**, v. 50, n. 1, p. 49-65, 2018. DOI:10.1080/00224065.2018.1404315.

RIBEIRO, B. F. **Estudo comparativo entre equipamentos de flotação**. 30 f. Monografia (Trabalho de Final de Curso) Departamento de Engenharia de Minas, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1843/31469>>. Acesso em: 30 abr 2024.

RIBEIRO, José Luís Duarte; CATEN, Carla Shwengber ten. **Controle estatístico do processo**. Série Monográfica Qualidade. Porto Alegre: FEENG/UFRGS, 2012.

SAMOHYL, R. W. **Controle estatístico de qualidade**. São Paulo: Elsevier, 2009.

SIEGMUND, D. **Sequential analysis: tests and confidence intervals**. New York: Springer, 1985.

SILVA, Antônio João Hocayen da. **Metodologia de pesquisa: conceitos gerais**. Paraná: Unicentro, 2014. Disponível em: <<http://repositorio.unicentro.br:8080/jspui/handle/123456789/841>>. Acesso em: 30 abr 2024

SMALL, Bonnie B. (Coord.). **Statistical quality control handbook**. New York: Western Electric Company, 1958.

SNEDECOR, G.W.; COCHRAN, W.G. **Statistical Methods**. 8 ed. Ames: Iowa State University Press, 1989.

SOUZA, Guilherme Abreu. **Aplicação de gráficos de controle estatístico de processo para avaliação de desempenho de estações de tratamento de água**. 140 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2018. Disponível em> <<http://hdl.handle.net/1843/BUOS-B9EK3Y>>. Acesso em: 30 abr 2024.

VELOSO, Luiza Tuler. **Modelos de séries temporais e gráficos de controle estatístico aplicados a indicadores de vigilância epidemiológica do Ministério da Saúde**. 2018. 62 f., il. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Estatística); Universidade de Brasília, Brasília, 2018. Disponível em: <<https://bdm.unb.br/handle/10483/24566>>. Acesso em: 30 abr 2024.

WILLS, B. A.; NAPIER-MUNN, T. J. **Mineral Processing Technology: an introduction to the practical aspects of ore treatment and mineral recovery**. 7 ed. Brisbane: Elsevier Science & Technology Books, 2006.

APÊNDICE A – Coleta de Dados do banco de dados – histórico da variável de percentual de Sílica (considerando Outliers, valores > 3,67)

Tabela 6 - Dados históricos filtrados Sílica

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Sílica (considerando resultado boxplot < 3,67)
01-jan-22 01:29:00	0,660000026
01-jan-22 03:29:00	0,730000019
01-jan-22 05:29:00	0,409999996
01-jan-22 07:29:00	0,810000002
01-jan-22 09:29:00	1,100000024
01-jan-22 11:29:00	0,920000017
01-jan-22 13:29:00	1,049999952
01-jan-22 15:29:00	1,659999967
01-jan-22 17:29:00	1,419999957
01-jan-22 19:29:00	3,160000086
01-jan-22 21:29:00	0,959999979
01-jan-22 23:29:00	1,450000048
02-jan-22 01:29:00	1,259999999
02-jan-22 03:29:00	1,850000024
02-jan-22 05:29:00	0,970000029
02-jan-22 07:29:00	0,439999998
02-jan-22 09:29:00	0,490000001
02-jan-22 11:29:00	0,469999999
02-jan-22 13:29:00	1,169999957
02-jan-22 15:29:00	1,399999976
02-jan-22 17:29:00	1,730000019
02-jan-22 19:29:00	2,650000095
02-jan-22 21:29:00	1,889999986
02-jan-22 23:29:00	1,710000038
03-jan-22 01:29:00	0,959999979
03-jan-22 03:29:00	0,589999974
03-jan-22 05:29:00	0,419999987
03-jan-22 07:29:00	0,449999988
03-jan-22 09:29:00	0,370000005
03-jan-22 11:29:00	0,330000013
03-jan-22 13:29:00	0,569999993
03-jan-22 15:29:00	0,850000024
03-jan-22 17:29:00	0,529999971
03-jan-22 19:29:00	0,509999999
03-jan-22 21:29:00	0,680000007
03-jan-22 23:29:00	0,490000001
04-jan-22 01:29:00	0,779999971
04-jan-22 03:29:00	0,939999998
04-jan-22 05:29:00	0,280000001
04-jan-22 07:29:00	0,839999974
04-jan-22 09:29:00	0,589999974

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
04-jan-22 11:29:00	0,550000012
04-jan-22 13:29:00	0,379999995
04-jan-22 15:29:00	0,620000005
04-jan-22 17:29:00	0,670000017
04-jan-22 19:29:00	0,769999981
04-jan-22 21:29:00	1,019999981
04-jan-22 23:29:00	2,349999905
05-jan-22 03:29:00	2,309999943
05-jan-22 05:29:00	2
05-jan-22 21:29:00	1,919999957
06-jan-22 17:29:00	0,850000024
09-jan-22 07:29:00	0,980000019
11-jan-22 23:29:00	0,899999976
15-jan-22 19:29:00	0,310000002
15-jan-22 21:29:00	0,730000019
15-jan-22 23:29:00	0,479999989
16-jan-22 01:29:00	1,289999962
16-jan-22 03:29:00	1,059999943
16-jan-22 05:29:00	0,660000026
16-jan-22 15:29:00	0,310000002
16-jan-22 17:29:00	0,289999992
16-jan-22 19:29:00	0,479999989
16-jan-22 21:29:00	0,589999974
17-jan-22 11:29:00	1,139999986
17-jan-22 13:29:00	1,679999948
17-jan-22 15:29:00	0,600000024
17-jan-22 17:29:00	0,460000008
17-jan-22 19:29:00	0,769999981
17-jan-22 21:29:00	0,579999983
17-jan-22 23:29:00	1,870000005
18-jan-22 01:29:00	2,509999999
18-jan-22 03:29:00	1,659999967
18-jan-22 05:29:00	0,779999971
18-jan-22 11:29:00	0,680000007
18-jan-22 13:29:00	0,720000029
18-jan-22 15:29:00	0,389999986
18-jan-22 17:29:00	0,509999999
18-jan-22 19:29:00	0,319999993
18-jan-22 21:29:00	0,689999998
18-jan-22 23:29:00	0,790000021
21-jan-22 03:29:00	0,649999976
21-jan-22 05:29:00	0,899999976
21-jan-22 07:29:00	0,720000029
21-jan-22 09:29:00	0,980000019
21-jan-22 11:29:00	0,689999998
21-jan-22 13:29:00	1,850000024

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
21-jan-22 19:29:00	2,279999971
21-jan-22 21:29:00	0,289999992
21-jan-22 23:29:00	0,5
22-jan-22 01:29:00	0,419999987
22-jan-22 03:29:00	0,509999999
22-jan-22 05:29:00	0,829999983
22-jan-22 07:29:00	1,470000029
22-jan-22 09:29:00	3,089999914
22-jan-22 11:29:00	1,419999957
22-jan-22 13:29:00	0,509999999
22-jan-22 15:29:00	0,680000007
22-jan-22 17:29:00	0,370000005
22-jan-22 19:29:00	0,349999994
22-jan-22 21:29:00	0,389999986
22-jan-22 23:29:00	0,389999986
23-jan-22 01:29:00	0,479999989
23-jan-22 03:29:00	0,509999999
23-jan-22 05:29:00	0,600000024
23-jan-22 07:29:00	0,600000024
23-jan-22 09:29:00	0,689999998
23-jan-22 11:29:00	0,5
23-jan-22 13:29:00	0,560000002
23-jan-22 15:29:00	0,529999971
23-jan-22 17:29:00	0,270000011
23-jan-22 19:29:00	0,360000014
23-jan-22 21:29:00	0,280000001
23-jan-22 23:29:00	0,439999998
24-jan-22 01:29:00	0,600000024
24-jan-22 03:29:00	2,470000029
24-jan-22 05:29:00	1,490000001
24-jan-22 07:29:00	3,640000105
24-jan-22 09:29:00	0,629999995
24-jan-22 11:29:00	0,360000014
24-jan-22 13:29:00	0,800000012
24-jan-22 15:29:00	1,289999962
24-jan-22 17:29:00	1,399999976
24-jan-22 19:29:00	2,079999924
24-jan-22 21:29:00	0,519999981
24-jan-22 23:29:00	0,400000006
25-jan-22 01:29:00	0,469999999
25-jan-22 03:29:00	0,389999986
25-jan-22 05:29:00	2,450000048
25-jan-22 07:29:00	1,029999971
25-jan-22 09:29:00	0,779999971
25-jan-22 11:29:00	0,340000004
25-jan-22 19:29:00	0,479999989

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
25-jan-22 21:29:00	0,270000011
25-jan-22 23:29:00	0,629999995
26-jan-22 01:29:00	0,280000001
26-jan-22 03:29:00	0,270000011
26-jan-22 05:29:00	0,409999996
26-jan-22 07:29:00	0,280000001
26-jan-22 09:29:00	0,280000001
26-jan-22 11:29:00	0,280000001
26-jan-22 13:29:00	0,449999988
26-jan-22 15:29:00	0,270000011
26-jan-22 17:29:00	0,449999988
26-jan-22 19:29:00	3,299999952
26-jan-22 21:29:00	1,889999986
27-jan-22 07:29:00	2,559999943
27-jan-22 09:29:00	0,379999995
27-jan-22 11:29:00	0,400000006
27-jan-22 13:29:00	0,550000012
27-jan-22 15:29:00	0,340000004
27-jan-22 17:29:00	1,200000048
27-jan-22 19:29:00	2,170000076
27-jan-22 21:29:00	1,580000043
27-jan-22 23:29:00	1,220000029
28-jan-22 01:29:00	1,070000052
28-jan-22 03:29:00	0,680000007
28-jan-22 05:29:00	1,700000048
28-jan-22 09:29:00	1,5
28-jan-22 11:29:00	1,009999999
28-jan-22 13:29:00	0,569999993
28-jan-22 15:29:00	0,490000001
28-jan-22 17:29:00	0,829999983
28-jan-22 19:29:00	1,340000033
28-jan-22 21:29:00	1,240000001
28-jan-22 23:29:00	0,850000024
29-jan-22 01:29:00	0,910000026
29-jan-22 03:29:00	1,019999981
29-jan-22 05:29:00	1,159999967
29-jan-22 07:29:00	0,759999999
29-jan-22 09:29:00	0,479999989
29-jan-22 11:29:00	1,019999981
29-jan-22 13:29:00	1,240000001
29-jan-22 15:29:00	1,450000048
29-jan-22 19:29:00	1,950000048
29-jan-22 21:29:00	1,370000005
29-jan-22 23:29:00	0,340000004
30-jan-22 01:29:00	0,75
30-jan-22 03:29:00	0,670000017

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
30-jan-22 05:29:00	1,279999971
30-jan-22 07:29:00	1,110000014
30-jan-22 09:29:00	1,799999952
30-jan-22 11:29:00	2,279999971
30-jan-22 13:29:00	1,850000024
30-jan-22 15:29:00	2,089999914
30-jan-22 17:29:00	0,740000001
30-jan-22 19:29:00	0,730000019
31-jan-22 15:29:00	3,150000095
31-jan-22 17:29:00	2,599999905
31-jan-22 19:29:00	2,089999914
31-jan-22 21:29:00	2,119999886
01-fev-22 01:29:00	1,210000038
01-fev-22 03:29:00	0,550000012
01-fev-22 05:29:00	1,240000001
01-fev-22 07:29:00	0,340000004
01-fev-22 09:29:00	0,5
01-fev-22 11:29:00	1,039999962
01-fev-22 13:29:00	0,610000014
01-fev-22 15:29:00	0,519999981
01-fev-22 17:29:00	0,889999986
01-fev-22 19:29:00	2,799999952
01-fev-22 21:29:00	2,109999895
01-fev-22 23:29:00	2,539999962
02-fev-22 01:29:00	0,460000008
02-fev-22 03:29:00	1,120000005
02-fev-22 05:29:00	0,740000001
02-fev-22 07:29:00	1,330000043
02-fev-22 09:29:00	2,039999962
02-fev-22 11:29:00	3,559999943
02-fev-22 17:29:00	1,559999943
02-fev-22 19:29:00	2,480000019
02-fev-22 21:29:00	1,679999948
02-fev-22 23:29:00	2,130000114
03-fev-22 01:29:00	1,720000029
03-fev-22 03:29:00	1,75
03-fev-22 05:29:00	1,840000033
03-fev-22 07:29:00	0,810000002
03-fev-22 09:29:00	0,600000024
03-fev-22 11:29:00	0,970000029
03-fev-22 13:29:00	2,299999952
03-fev-22 19:29:00	1,169999957
03-fev-22 21:29:00	1,399999976
03-fev-22 23:29:00	0,5
04-fev-22 01:29:00	0,319999993
04-fev-22 03:29:00	0,340000004

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
04-fev-22 05:29:00	0,319999993
04-fev-22 07:29:00	0,959999979
04-fev-22 09:29:00	1,529999971
04-fev-22 11:29:00	0,850000024
04-fev-22 13:29:00	1,190000057
04-fev-22 15:29:00	1,820000052
04-fev-22 17:29:00	2,069999933
04-fev-22 19:29:00	0,839999974
04-fev-22 21:29:00	0,970000029
04-fev-22 23:29:00	1,419999957
05-fev-22 01:29:00	1,539999962
05-fev-22 03:29:00	1,509999999
05-fev-22 05:29:00	1,240000001
05-fev-22 07:29:00	1,320000052
05-fev-22 09:29:00	1,320000052
05-fev-22 11:29:00	0,870000005
05-fev-22 13:29:00	1,879999995
05-fev-22 15:29:00	2,589999914
05-fev-22 17:29:00	1,080000043
05-fev-22 19:29:00	1,190000057
05-fev-22 21:29:00	0,600000024
05-fev-22 23:29:00	0,460000008
06-fev-22 01:29:00	0,460000008
06-fev-22 03:29:00	0,589999974
06-fev-22 05:29:00	0,740000001
06-fev-22 07:29:00	0,560000002
06-fev-22 09:29:00	1,059999943
06-fev-22 11:29:00	0,709999979
06-fev-22 13:29:00	0,460000008
06-fev-22 15:29:00	0,660000026
06-fev-22 17:29:00	0,769999981
06-fev-22 19:29:00	0,490000001
06-fev-22 21:29:00	0,740000001
06-fev-22 23:29:00	1,440000057
07-fev-22 01:29:00	0,699999988
07-fev-22 03:29:00	0,910000026
07-fev-22 05:29:00	0,889999986
07-fev-22 07:29:00	2,200000048
07-fev-22 09:29:00	3,390000105
07-fev-22 13:29:00	1,820000052
07-fev-22 15:29:00	0,75
07-fev-22 17:29:00	0,649999976
11-fev-22 01:29:00	0,800000012
11-fev-22 03:29:00	0,379999995
11-fev-22 05:29:00	0,540000021
11-fev-22 07:29:00	1,600000024

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
11-fev-22 11:29:00	2,400000095
11-fev-22 13:29:00	0,75
11-fev-22 15:29:00	1,120000005
11-fev-22 17:29:00	1,730000019
11-fev-22 21:29:00	1,919999957
11-fev-22 23:29:00	0,75
12-fev-22 01:29:00	0,889999986
12-fev-22 03:29:00	1,240000001
12-fev-22 05:29:00	2,599999905
12-fev-22 07:29:00	1,820000052
12-fev-22 09:29:00	2,579999924
12-fev-22 11:29:00	0,699999988
12-fev-22 13:29:00	0,5
12-fev-22 15:29:00	0,930000007
13-fev-22 05:29:00	0,930000007
13-fev-22 07:29:00	0,949999988
13-fev-22 09:29:00	0,360000014
13-fev-22 11:29:00	0,310000002
13-fev-22 13:29:00	0,389999986
13-fev-22 15:29:00	0,349999994
13-fev-22 17:29:00	3,460000038
13-fev-22 21:29:00	3,430000067
13-fev-22 23:29:00	0,829999983
14-fev-22 01:29:00	0,920000017
14-fev-22 03:29:00	1,110000014
14-fev-22 05:29:00	0,689999998
14-fev-22 07:29:00	0,649999976
14-fev-22 09:29:00	0,550000012
14-fev-22 11:29:00	0,920000017
14-fev-22 13:29:00	2,170000076
14-fev-22 15:29:00	3,210000038
14-fev-22 17:29:00	2,819999933
14-fev-22 19:29:00	1,580000043
17-fev-22 23:29:00	1,870000005
18-fev-22 01:29:00	0,709999979
18-fev-22 03:29:00	0,689999998
18-fev-22 05:29:00	0,959999979
18-fev-22 07:29:00	2,599999905
18-fev-22 09:29:00	1,639999986
18-fev-22 11:29:00	0,730000019
18-fev-22 13:29:00	0,540000021
21-fev-22 07:29:00	2,650000095
21-fev-22 11:29:00	1,169999957
21-fev-22 13:29:00	2,190000057
21-fev-22 15:29:00	2,450000048
21-fev-22 17:29:00	2,190000057

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
21-fev-22 19:29:00	0,569999993
21-fev-22 21:29:00	0,5
21-fev-22 23:29:00	0,550000012
22-fev-22 01:29:00	1,440000057
22-fev-22 03:29:00	1,399999976
22-fev-22 05:29:00	0,860000014
22-fev-22 07:29:00	0,769999981
22-fev-22 09:29:00	0,409999996
22-fev-22 11:29:00	0,600000024
22-fev-22 13:29:00	0,639999986
22-fev-22 15:29:00	1,25
22-fev-22 17:29:00	0,769999981
22-fev-22 19:29:00	0,879999995
22-fev-22 21:29:00	0,660000026
22-fev-22 23:29:00	0,439999998
23-fev-22 01:29:00	0,759999999
23-fev-22 03:29:00	1,419999957
23-fev-22 05:29:00	1,269999981
23-fev-22 07:29:00	0,790000021
25-fev-22 13:29:00	0,319999993
25-fev-22 15:29:00	0,400000006
25-fev-22 17:29:00	0,540000021
25-fev-22 19:29:00	0,670000017
25-fev-22 21:29:00	1,139999986
25-fev-22 23:29:00	2
26-fev-22 01:29:00	1,480000019
26-fev-22 03:29:00	0,720000029
26-fev-22 05:29:00	0,540000021
26-fev-22 07:29:00	0,649999976
26-fev-22 09:29:00	1,159999967
26-fev-22 11:29:00	0,639999986
26-fev-22 13:29:00	0,790000021
26-fev-22 15:29:00	1,120000005
26-fev-22 17:29:00	2,019999981
26-fev-22 19:29:00	2,759999999
26-fev-22 21:29:00	2,660000086
26-fev-22 23:29:00	2,75
27-fev-22 01:29:00	0,899999976
27-fev-22 03:29:00	0,300000012
27-fev-22 05:29:00	0,490000001
27-fev-22 07:29:00	0,720000029
27-fev-22 09:29:00	0,949999988
27-fev-22 11:29:00	0,389999986
27-fev-22 17:29:00	0,300000012
27-fev-22 19:29:00	0,419999987
27-fev-22 21:29:00	0,709999979

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
27-fev-22 23:29:00	0,75
28-fev-22 01:29:00	1,25
28-fev-22 03:29:00	1,590000033
28-fev-22 05:29:00	2,730000019
28-fev-22 07:29:00	1,080000043
28-fev-22 09:29:00	0,839999974
28-fev-22 11:29:00	3,569999933
28-fev-22 15:29:00	0,920000017
28-fev-22 17:29:00	1,840000033
28-fev-22 19:29:00	1,139999986
28-fev-22 21:29:00	1,019999981
28-fev-22 23:29:00	0,639999986
01-mar-22 01:29:00	0,519999981
01-mar-22 03:29:00	0,370000005
01-mar-22 05:29:00	1
01-mar-22 07:29:00	1,50999999
01-mar-22 09:29:00	1
01-mar-22 11:29:00	1,190000057
01-mar-22 13:29:00	1,629999995
01-mar-22 17:29:00	3,019999981
01-mar-22 19:29:00	0,439999998
01-mar-22 21:29:00	0,370000005
01-mar-22 23:29:00	0,449999988
02-mar-22 01:29:00	0,639999986
02-mar-22 03:29:00	1,389999986
02-mar-22 05:29:00	0,910000026
02-mar-22 07:29:00	1,590000033
02-mar-22 09:29:00	0,649999976
02-mar-22 13:29:00	1,00999999
02-mar-22 15:29:00	0,910000026
02-mar-22 17:29:00	1,129999995
02-mar-22 19:29:00	2,670000076
02-mar-22 23:29:00	0,740000001
03-mar-22 01:29:00	0,959999979
03-mar-22 03:29:00	0,730000019
03-mar-22 05:29:00	1,340000033
03-mar-22 07:29:00	0,839999974
03-mar-22 09:29:00	1,129999995
03-mar-22 11:29:00	1,110000014
03-mar-22 13:29:00	1,570000052
03-mar-22 15:29:00	1,870000005
03-mar-22 17:29:00	0,930000007
03-mar-22 19:29:00	0,560000002
03-mar-22 21:29:00	0,540000021
03-mar-22 23:29:00	1,029999971
04-mar-22 01:29:00	1,279999971

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
04-mar-22 03:29:00	0,75999999
04-mar-22 05:29:00	0,959999979
04-mar-22 07:29:00	1,25999999
04-mar-22 09:29:00	1,230000019
04-mar-22 11:29:00	2,5
04-mar-22 13:29:00	1,539999962
04-mar-22 15:29:00	1,049999952
04-mar-22 17:29:00	0,959999979
04-mar-22 19:29:00	0,790000021
04-mar-22 21:29:00	1,00999999
05-mar-22 21:29:00	2,210000038
05-mar-22 23:29:00	2,420000076
06-mar-22 01:29:00	0,50999999
06-mar-22 05:29:00	0,289999992
06-mar-22 07:29:00	0,560000002
06-mar-22 09:29:00	0,449999988
06-mar-22 11:29:00	0,529999971
06-mar-22 13:29:00	0,50999999
06-mar-22 15:29:00	0,689999998
06-mar-22 17:29:00	0,860000014
06-mar-22 19:29:00	0,600000024
06-mar-22 21:29:00	0,949999988
06-mar-22 23:29:00	1,25
07-mar-22 01:29:00	1,419999957
07-mar-22 03:29:00	1,909999967
07-mar-22 05:29:00	0,800000012
07-mar-22 07:29:00	1,289999962
07-mar-22 09:29:00	1,559999943
07-mar-22 11:29:00	1,029999971
07-mar-22 13:29:00	0,740000001
07-mar-22 15:29:00	0,349999994
07-mar-22 17:29:00	0,550000012
07-mar-22 19:29:00	0,449999988
07-mar-22 21:29:00	0,540000021
07-mar-22 23:29:00	0,519999981
08-mar-22 01:29:00	1,100000024
08-mar-22 03:29:00	3,210000038
08-mar-22 05:29:00	0,670000017
08-mar-22 07:29:00	0,589999974
08-mar-22 09:29:00	0,949999988
08-mar-22 11:29:00	1,029999971
08-mar-22 13:29:00	1,25999999
08-mar-22 15:29:00	0,5
08-mar-22 17:29:00	1,169999957
08-mar-22 21:29:00	1,779999971
08-mar-22 23:29:00	2,960000038

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
09-mar-22 03:29:00	2,150000095
09-mar-22 05:29:00	0,660000026
09-mar-22 07:29:00	0,270000011
09-mar-22 09:29:00	0,569999993
09-mar-22 11:29:00	0,300000012
09-mar-22 13:29:00	0,419999987
09-mar-22 15:29:00	0,660000026
09-mar-22 17:29:00	1,009999999
09-mar-22 19:29:00	0,25
09-mar-22 21:29:00	0,379999995
09-mar-22 23:29:00	0,349999994
10-mar-22 01:29:00	0,280000001
10-mar-22 03:29:00	0,259999999
10-mar-22 05:29:00	0,5
10-mar-22 07:29:00	0,360000014
10-mar-22 09:29:00	0,660000026
10-mar-22 11:29:00	0,560000002
10-mar-22 13:29:00	0,709999979
10-mar-22 15:29:00	0,889999986
10-mar-22 17:29:00	2,799999952
10-mar-22 21:29:00	1,639999986
10-mar-22 23:29:00	0,829999983
11-mar-22 01:29:00	1,889999986
11-mar-22 03:29:00	0,75
11-mar-22 05:29:00	0,860000014
11-mar-22 07:29:00	0,949999988
11-mar-22 09:29:00	0,709999979
11-mar-22 11:29:00	0,899999976
11-mar-22 13:29:00	0,579999983
11-mar-22 15:29:00	0,479999989
11-mar-22 17:29:00	0,479999989
11-mar-22 19:29:00	0,319999993
11-mar-22 21:29:00	0,469999999
11-mar-22 23:29:00	0,379999995
12-mar-22 01:29:00	0,589999974
12-mar-22 03:29:00	0,889999986
12-mar-22 05:29:00	0,550000012
12-mar-22 07:29:00	0,579999983
12-mar-22 09:29:00	1,190000057
12-mar-22 11:29:00	0,419999987
12-mar-22 13:29:00	0,560000002
12-mar-22 15:29:00	0,959999979
12-mar-22 17:29:00	1,009999999
12-mar-22 19:29:00	0,589999974
12-mar-22 21:29:00	1,409999967
12-mar-22 23:29:00	1,570000052

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
13-mar-22 01:29:00	2,589999914
13-mar-22 03:29:00	1,120000005
13-mar-22 05:29:00	0,509999999
13-mar-22 07:29:00	0,439999998
13-mar-22 09:29:00	0,579999983
13-mar-22 11:29:00	0,330000013
13-mar-22 13:29:00	0,340000004
13-mar-22 15:29:00	0,360000014
13-mar-22 17:29:00	0,829999983
13-mar-22 19:29:00	0,569999993
13-mar-22 21:29:00	0,819999993
13-mar-22 23:29:00	0,560000002
14-mar-22 01:29:00	0,430000007
14-mar-22 03:29:00	0,519999981
14-mar-22 05:29:00	2,539999962
14-mar-22 09:29:00	0,850000024
14-mar-22 11:29:00	0,740000001
14-mar-22 13:29:00	0,319999993
14-mar-22 15:29:00	0,740000001
14-mar-22 17:29:00	0,370000005
14-mar-22 19:29:00	0,569999993
14-mar-22 21:29:00	0,560000002
14-mar-22 23:29:00	0,819999993
15-mar-22 01:29:00	0,629999995
15-mar-22 03:29:00	0,819999993
15-mar-22 21:29:00	0,949999988
15-mar-22 23:29:00	1,360000014
16-mar-22 01:29:00	1,610000014
16-mar-22 03:29:00	0,860000014
16-mar-22 05:29:00	0,509999999
16-mar-22 07:29:00	0,349999994
16-mar-22 09:29:00	0,620000005
16-mar-22 11:29:00	0,469999999
16-mar-22 13:29:00	0,569999993
16-mar-22 15:29:00	0,460000008
16-mar-22 17:29:00	0,939999998
16-mar-22 19:29:00	1,039999962
16-mar-22 21:29:00	1,840000033
16-mar-22 23:29:00	1,389999986
17-mar-22 01:29:00	1,009999999
17-mar-22 03:29:00	0,870000005
17-mar-22 07:29:00	0,600000024
17-mar-22 09:29:00	1,179999948
17-mar-22 11:29:00	0,610000014
17-mar-22 13:29:00	0,709999979
17-mar-22 15:29:00	0,959999979

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
17-mar-22 17:29:00	2,019999981
17-mar-22 19:29:00	1,120000005
17-mar-22 21:29:00	1,029999971
17-mar-22 23:29:00	0,920000017
18-mar-22 01:29:00	0,610000014
18-mar-22 03:29:00	1,159999967
18-mar-22 05:29:00	1,080000043
18-mar-22 09:29:00	1,129999995
18-mar-22 11:29:00	1,159999967
18-mar-22 13:29:00	2,230000019
18-mar-22 15:29:00	0,769999981
18-mar-22 19:29:00	1,259999999
18-mar-22 21:29:00	1,549999952
18-mar-22 23:29:00	1,240000001
19-mar-22 01:29:00	1,629999995
19-mar-22 03:29:00	1,820000052
19-mar-22 07:29:00	2,839999914
19-mar-22 09:29:00	1
20-mar-22 01:29:00	0,800000012
20-mar-22 03:29:00	1,740000001
20-mar-22 05:29:00	0,879999995
20-mar-22 07:29:00	0,519999981
20-mar-22 09:29:00	0,670000017
20-mar-22 11:29:00	0,970000029
20-mar-22 13:29:00	0,560000002
20-mar-22 17:29:00	0,970000029
20-mar-22 19:29:00	0,689999998
20-mar-22 21:29:00	1,440000057
20-mar-22 23:29:00	0,670000017
21-mar-22 01:29:00	0,850000024
21-mar-22 03:29:00	0,810000002
21-mar-22 05:29:00	0,740000001
21-mar-22 07:29:00	0,639999986
21-mar-22 09:29:00	0,769999981
21-mar-22 11:29:00	1,379999995
21-mar-22 13:29:00	1,429999948
21-mar-22 15:29:00	1,169999957
21-mar-22 17:29:00	1,559999943
21-mar-22 19:29:00	1,090000033
21-mar-22 21:29:00	1,080000043
21-mar-22 23:29:00	1,169999957
27-mar-22 15:29:00	0,850000024
27-mar-22 17:29:00	1,279999971
27-mar-22 19:29:00	1,179999948
27-mar-22 21:29:00	1,870000005
27-mar-22 23:29:00	1,879999995

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
28-mar-22 01:29:00	0,810000002
28-mar-22 03:29:00	0,730000019
28-mar-22 05:29:00	0,639999986
28-mar-22 07:29:00	1,110000014
28-mar-22 09:29:00	0,899999976
28-mar-22 11:29:00	0,600000024
28-mar-22 13:29:00	0,529999971
28-mar-22 15:29:00	0,280000001
28-mar-22 17:29:00	0,409999996
28-mar-22 19:29:00	0,879999995
28-mar-22 21:29:00	0,800000012
28-mar-22 23:29:00	0,810000002
29-mar-22 01:29:00	0,829999983
29-mar-22 03:29:00	0,639999986
29-mar-22 05:29:00	1
29-mar-22 07:29:00	1,120000005
29-mar-22 09:29:00	2,130000114
29-mar-22 11:29:00	0,460000008
29-mar-22 13:29:00	0,540000021
29-mar-22 15:29:00	1,139999986
29-mar-22 17:29:00	0,720000029
29-mar-22 19:29:00	0,920000017
29-mar-22 21:29:00	1,090000033
29-mar-22 23:29:00	1,100000024
30-mar-22 01:29:00	0,980000019
30-mar-22 03:29:00	0,959999979
30-mar-22 05:29:00	1,080000043
30-mar-22 07:29:00	0,75
30-mar-22 13:29:00	0,479999989
30-mar-22 15:29:00	0,910000026
30-mar-22 17:29:00	0,779999971
30-mar-22 19:29:00	0,349999994
30-mar-22 21:29:00	0,569999993
30-mar-22 23:29:00	0,910000026
31-mar-22 01:29:00	0,680000007
31-mar-22 03:29:00	1,029999971
31-mar-22 05:29:00	0,370000005
31-mar-22 07:29:00	0,540000021
31-mar-22 09:29:00	1,629999995
31-mar-22 11:29:00	1,009999999
31-mar-22 13:29:00	0,629999995
31-mar-22 15:29:00	0,730000019
02-abr-22 15:29:00	1,120000005
02-abr-22 17:29:00	1,190000057
02-abr-22 19:29:00	0,959999979
02-abr-22 21:29:00	1,480000019

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
02-abr-22 23:29:00	0,720000029
03-abr-22 01:29:00	0,400000006
03-abr-22 03:29:00	0,449999988
03-abr-22 07:29:00	2,5
03-abr-22 09:29:00	0,620000005
03-abr-22 11:29:00	1,350000024
03-abr-22 13:29:00	0,689999998
03-abr-22 15:29:00	1,320000052
03-abr-22 17:29:00	0,740000001
03-abr-22 19:29:00	1,110000014
03-abr-22 21:29:00	2,609999895
03-abr-22 23:29:00	0,899999976
04-abr-22 01:29:00	1,600000024
04-abr-22 03:29:00	1,080000043
05-abr-22 05:29:00	1,240000001
05-abr-22 07:29:00	1,070000052
05-abr-22 09:29:00	0,970000029
05-abr-22 11:29:00	0,879999995
05-abr-22 13:29:00	0,819999993
05-abr-22 15:29:00	0,589999974
05-abr-22 19:29:00	1,090000033
05-abr-22 21:29:00	0,460000008
05-abr-22 23:29:00	0,400000006
06-abr-22 01:29:00	0,75
06-abr-22 03:29:00	1,409999967
06-abr-22 05:29:00	1,029999971
06-abr-22 07:29:00	2,670000076
06-abr-22 09:29:00	1,740000001
06-abr-22 11:29:00	0,469999999
06-abr-22 13:29:00	0,579999983
06-abr-22 15:29:00	1,549999952
06-abr-22 17:29:00	1,190000057
06-abr-22 19:29:00	1,440000057
06-abr-22 21:29:00	1,259999999
06-abr-22 23:29:00	0,649999976
07-abr-22 01:29:00	1,210000038
07-abr-22 03:29:00	2,940000057
07-abr-22 05:29:00	2,430000067
07-abr-22 07:29:00	1,710000038
07-abr-22 09:29:00	0,790000021
07-abr-22 11:29:00	0,930000007
07-abr-22 13:29:00	0,560000002
07-abr-22 15:29:00	0,490000001
07-abr-22 17:29:00	0,490000001
07-abr-22 19:29:00	0,460000008
07-abr-22 21:29:00	0,670000017

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
07-abr-22 23:29:00	0,779999971
08-abr-22 01:29:00	0,680000007
08-abr-22 03:29:00	0,769999981
08-abr-22 05:29:00	0,959999979
08-abr-22 07:29:00	1,259999999
08-abr-22 19:29:00	3,5
08-abr-22 21:29:00	1,090000033
09-abr-22 11:29:00	1,950000048
09-abr-22 13:29:00	0,949999988
09-abr-22 15:29:00	0,439999998
09-abr-22 17:29:00	1,259999999
09-abr-22 19:29:00	1,440000057
09-abr-22 21:29:00	1,580000043
09-abr-22 23:29:00	0,980000019
10-abr-22 01:29:00	0,899999976
10-abr-22 03:29:00	0,790000021
10-abr-22 05:29:00	1,090000033
10-abr-22 07:29:00	1,080000043
10-abr-22 09:29:00	0,879999995
10-abr-22 11:29:00	0,740000001
10-abr-22 13:29:00	1,690000057
10-abr-22 15:29:00	1,389999986
10-abr-22 17:29:00	0,629999995
10-abr-22 19:29:00	0,699999988
10-abr-22 21:29:00	1,460000038
10-abr-22 23:29:00	2,289999962
11-abr-22 01:29:00	1,149999976
11-abr-22 03:29:00	1,240000001
11-abr-22 05:29:00	1,409999967
11-abr-22 07:29:00	3,5
11-abr-22 09:29:00	1,509999999
11-abr-22 11:29:00	0,469999999
11-abr-22 13:29:00	0,649999976
11-abr-22 15:29:00	0,970000029
11-abr-22 17:29:00	0,400000006
11-abr-22 19:29:00	0,810000002
11-abr-22 21:29:00	0,600000024
11-abr-22 23:29:00	0,550000012
12-abr-22 01:29:00	0,370000005
12-abr-22 03:29:00	0,490000001
12-abr-22 07:29:00	0,409999996
12-abr-22 09:29:00	0,75
12-abr-22 17:29:00	0,889999986
12-abr-22 19:29:00	0,490000001
12-abr-22 21:29:00	0,449999988
12-abr-22 23:29:00	0,600000024

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
13-abr-22 01:29:00	0,319999993
13-abr-22 03:29:00	0,509999999
13-abr-22 05:29:00	0,579999983
13-abr-22 07:29:00	0,400000006
13-abr-22 09:29:00	0,289999992
13-abr-22 11:29:00	0,870000005
13-abr-22 13:29:00	0,430000007
13-abr-22 15:29:00	1,259999999
13-abr-22 17:29:00	2,660000086
13-abr-22 21:29:00	0,479999989
13-abr-22 23:29:00	0,5
14-abr-22 01:29:00	1,019999981
14-abr-22 03:29:00	0,569999993
14-abr-22 05:29:00	0,720000029
14-abr-22 07:29:00	1,039999962
14-abr-22 09:29:00	1,179999948
14-abr-22 11:29:00	1,720000029
14-abr-22 13:29:00	1,379999995
14-abr-22 15:29:00	1,419999957
14-abr-22 17:29:00	2,380000114
14-abr-22 19:29:00	2,359999895
14-abr-22 21:29:00	2,369999886
14-abr-22 23:29:00	2,359999895
15-abr-22 01:29:00	2,269999981
15-abr-22 03:29:00	1,529999971
15-abr-22 05:29:00	1,309999943
15-abr-22 07:29:00	1,110000014
15-abr-22 09:29:00	1,029999971
15-abr-22 13:29:00	1,190000057
15-abr-22 15:29:00	0,949999988
15-abr-22 17:29:00	1,490000001
15-abr-22 19:29:00	0,550000012
15-abr-22 21:29:00	0,990000001
15-abr-22 23:29:00	1,190000057
16-abr-22 01:29:00	1,529999971
16-abr-22 03:29:00	0,959999979
16-abr-22 05:29:00	0,990000001
16-abr-22 07:29:00	0,740000001
16-abr-22 09:29:00	0,709999979
16-abr-22 11:29:00	1,440000057
16-abr-22 13:29:00	1,879999995
16-abr-22 15:29:00	3,279999971
16-abr-22 17:29:00	1,440000057
17-abr-22 01:29:00	1,039999962
17-abr-22 03:29:00	0,569999993
17-abr-22 05:29:00	1,539999962

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
17-abr-22 07:29:00	1,720000029
17-abr-22 09:29:00	2,559999943
17-abr-22 11:29:00	2,230000019
17-abr-22 13:29:00	1,620000005
17-abr-22 15:29:00	2,359999895
17-abr-22 17:29:00	3,410000086
17-abr-22 19:29:00	1,490000001
17-abr-22 21:29:00	0,839999974
17-abr-22 23:29:00	0,990000001
18-abr-22 01:29:00	0,730000019
18-abr-22 03:29:00	1,470000029
18-abr-22 05:29:00	0,920000017
18-abr-22 07:29:00	0,970000029
18-abr-22 09:29:00	0,870000005
18-abr-22 11:29:00	0,600000024
18-abr-22 13:29:00	0,899999976
18-abr-22 15:29:00	1,759999999
18-abr-22 17:29:00	3,319999933
18-abr-22 21:29:00	1,570000052
18-abr-22 23:29:00	0,730000019
19-abr-22 07:29:00	0,389999986
19-abr-22 09:29:00	0,349999994
19-abr-22 11:29:00	1,629999995
19-abr-22 13:29:00	1,389999986
19-abr-22 15:29:00	0,759999999
19-abr-22 17:29:00	0,579999983
19-abr-22 19:29:00	0,709999979
19-abr-22 23:29:00	1,139999986
20-abr-22 01:29:00	1,039999962
20-abr-22 03:29:00	0,660000026
20-abr-22 05:29:00	1,559999943
20-abr-22 07:29:00	0,579999983
20-abr-22 09:29:00	0,699999988
20-abr-22 11:29:00	1,669999957
20-abr-22 13:29:00	1,169999957
20-abr-22 15:29:00	1,639999986
20-abr-22 17:29:00	2,109999895
20-abr-22 19:29:00	0,930000007
20-abr-22 23:29:00	1,570000052
21-abr-22 01:29:00	0,839999974
21-abr-22 11:29:00	0,569999993
21-abr-22 13:29:00	0,610000014
21-abr-22 15:29:00	0,670000017
21-abr-22 17:29:00	0,529999971
22-abr-22 07:29:00	0,490000001
22-abr-22 09:29:00	0,419999987

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
22-abr-22 11:29:00	0,689999998
22-abr-22 13:29:00	1,190000057
22-abr-22 15:29:00	0,800000012
22-abr-22 17:29:00	0,529999971
22-abr-22 19:29:00	1,370000005
22-abr-22 21:29:00	3,440000057
22-abr-22 23:29:00	0,889999986
23-abr-22 01:29:00	0,639999986
23-abr-22 03:29:00	0,810000002
23-abr-22 05:29:00	2,079999924
23-abr-22 07:29:00	0,560000002
23-abr-22 09:29:00	0,469999999
23-abr-22 11:29:00	0,709999979
23-abr-22 13:29:00	0,870000005
23-abr-22 15:29:00	1
23-abr-22 17:29:00	0,839999974
23-abr-22 19:29:00	1,200000048
23-abr-22 21:29:00	1,159999967
23-abr-22 23:29:00	1,549999952
24-abr-22 01:29:00	1,179999948
24-abr-22 03:29:00	1,200000048
24-abr-22 05:29:00	1,019999981
24-abr-22 07:29:00	1,360000014
24-abr-22 09:29:00	1,299999952
24-abr-22 11:29:00	1,360000014
25-abr-22 03:29:00	0,910000026
25-abr-22 05:29:00	1,230000019
25-abr-22 07:29:00	0,460000008
25-abr-22 09:29:00	0,649999976
25-abr-22 11:29:00	0,479999989
25-abr-22 13:29:00	0,639999986
25-abr-22 15:29:00	0,479999989
25-abr-22 17:29:00	0,439999998
25-abr-22 19:29:00	0,560000002
25-abr-22 21:29:00	0,800000012
25-abr-22 23:29:00	0,460000008
26-abr-22 01:29:00	0,920000017
26-abr-22 03:29:00	0,629999995
26-abr-22 05:29:00	0,540000021
26-abr-22 07:29:00	0,810000002
26-abr-22 09:29:00	0,629999995
26-abr-22 11:29:00	0,790000021
26-abr-22 13:29:00	0,680000007
26-abr-22 15:29:00	0,889999986
26-abr-22 17:29:00	1,200000048
26-abr-22 19:29:00	1,909999967

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
28-abr-22 05:29:00	3,529999971
28-abr-22 17:29:00	1,980000019
28-abr-22 19:29:00	1,25
28-abr-22 21:29:00	2,609999895
28-abr-22 23:29:00	1,129999995
29-abr-22 01:29:00	1,299999952
29-abr-22 03:29:00	0,879999995
29-abr-22 05:29:00	1,210000038
29-abr-22 07:29:00	0,589999974
29-abr-22 09:29:00	1,019999981
29-abr-22 11:29:00	0,670000017
30-abr-22 17:29:00	1,919999957
30-abr-22 19:29:00	0,779999971
30-abr-22 21:29:00	0,720000029
30-abr-22 23:29:00	0,720000029
01-mai-22 01:29:00	1,779999971
01-mai-22 03:29:00	2,559999943
01-mai-22 05:29:00	1,629999995
01-mai-22 07:29:00	1,649999976
01-mai-22 09:29:00	1,580000043
01-mai-22 13:29:00	1,590000033
01-mai-22 15:29:00	2,839999914
01-mai-22 17:29:00	3,430000067
01-mai-22 21:29:00	3,480000019
01-mai-22 23:29:00	2,170000076
02-mai-22 01:29:00	3,119999886
02-mai-22 03:29:00	3,589999914
02-mai-22 13:29:00	1,549999952
02-mai-22 15:29:00	1,100000024
02-mai-22 17:29:00	0,839999974
02-mai-22 19:29:00	0,939999998
02-mai-22 21:29:00	1,509999999
02-mai-22 23:29:00	1,139999986
03-mai-22 01:29:00	2,259999999
03-mai-22 03:29:00	2,150000095
03-mai-22 05:29:00	2,109999895
03-mai-22 09:29:00	2,720000029
03-mai-22 13:29:00	0,839999974
03-mai-22 15:29:00	0,740000001
03-mai-22 17:29:00	2,289999962
03-mai-22 19:29:00	1,029999971
03-mai-22 21:29:00	0,680000007
03-mai-22 23:29:00	1,100000024
04-mai-22 01:29:00	0,839999974
04-mai-22 03:29:00	0,689999998
04-mai-22 05:29:00	0,649999976

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
04-mai-22 07:29:00	1,029999971
04-mai-22 09:29:00	0,519999981
04-mai-22 11:29:00	0,939999998
04-mai-22 13:29:00	2,160000086
04-mai-22 15:29:00	2,039999962
04-mai-22 23:29:00	1,090000033
05-mai-22 01:29:00	2,190000057
05-mai-22 05:29:00	0,560000002
05-mai-22 07:29:00	0,639999986
05-mai-22 09:29:00	1,139999986
05-mai-22 13:29:00	1,960000038
06-mai-22 03:29:00	0,730000019
06-mai-22 05:29:00	0,810000002
06-mai-22 09:29:00	2,980000019
06-mai-22 11:29:00	0,709999979
06-mai-22 13:29:00	1,379999995
06-mai-22 19:29:00	1,370000005
06-mai-22 21:29:00	0,589999974
06-mai-22 23:29:00	0,550000012
07-mai-22 01:29:00	0,560000002
07-mai-22 03:29:00	0,449999988
07-mai-22 05:29:00	0,660000026
07-mai-22 07:29:00	0,509999999
07-mai-22 09:29:00	0,810000002
07-mai-22 11:29:00	0,949999988
07-mai-22 17:29:00	3,190000057
07-mai-22 19:29:00	1,419999957
07-mai-22 21:29:00	0,930000007
07-mai-22 23:29:00	2,900000095
08-mai-22 05:29:00	0,639999986
08-mai-22 07:29:00	0,330000013
08-mai-22 09:29:00	0,419999987
08-mai-22 13:29:00	1,330000043
08-mai-22 15:29:00	0,910000026
08-mai-22 17:29:00	0,560000002
08-mai-22 19:29:00	0,360000014
08-mai-22 21:29:00	1,350000024
08-mai-22 23:29:00	0,490000001
09-mai-22 01:29:00	0,660000026
09-mai-22 03:29:00	0,980000019
09-mai-22 05:29:00	0,649999976
09-mai-22 07:29:00	2,369999886
09-mai-22 11:29:00	0,560000002
09-mai-22 13:29:00	0,839999974
09-mai-22 15:29:00	0,990000001
09-mai-22 17:29:00	0,800000012

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
09-mai-22 19:29:00	0,75999999
09-mai-22 21:29:00	1,169999957
09-mai-22 23:29:00	1,169999957
10-mai-22 01:29:00	1,50999999
10-mai-22 03:29:00	2,539999962
10-mai-22 05:29:00	1,120000005
10-mai-22 07:29:00	0,910000026
10-mai-22 09:29:00	1,210000038
10-mai-22 11:29:00	0,839999974
10-mai-22 13:29:00	1,25
10-mai-22 15:29:00	2,089999914
10-mai-22 17:29:00	1,169999957
11-mai-22 05:29:00	0,970000029
11-mai-22 07:29:00	0,670000017
11-mai-22 09:29:00	0,620000005
11-mai-22 11:29:00	1,129999995
11-mai-22 13:29:00	1,129999995
11-mai-22 15:29:00	0,939999998
11-mai-22 17:29:00	0,970000029
11-mai-22 19:29:00	1,230000019
11-mai-22 21:29:00	1,179999948
11-mai-22 23:29:00	2,539999962
12-mai-22 01:29:00	3,200000048
12-mai-22 03:29:00	1,639999986
12-mai-22 05:29:00	0,939999998
12-mai-22 07:29:00	1,070000052
12-mai-22 09:29:00	1,419999957
12-mai-22 13:29:00	1,190000057
12-mai-22 15:29:00	1,409999967
12-mai-22 17:29:00	3,130000114
12-mai-22 19:29:00	1,070000052
12-mai-22 21:29:00	1,039999962
12-mai-22 23:29:00	2,25
13-mai-22 01:29:00	1,389999986
14-mai-22 19:29:00	0,959999979
14-mai-22 21:29:00	1,230000019
14-mai-22 23:29:00	0,550000012
15-mai-22 01:29:00	1,879999995
15-mai-22 07:29:00	3,279999971
15-mai-22 09:29:00	1,039999962
15-mai-22 11:29:00	0,709999979
15-mai-22 13:29:00	0,769999981
15-mai-22 15:29:00	2,359999895
15-mai-22 21:29:00	2,309999943
15-mai-22 23:29:00	1,389999986
16-mai-22 01:29:00	1,019999981

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
16-mai-22 03:29:00	1,960000038
16-mai-22 05:29:00	0,850000024
16-mai-22 07:29:00	0,870000005
16-mai-22 09:29:00	1,080000043
16-mai-22 11:29:00	2,329999924
16-mai-22 17:29:00	2,650000095
16-mai-22 19:29:00	2,210000038
16-mai-22 21:29:00	2,519999981
16-mai-22 23:29:00	1,740000001
17-mai-22 01:29:00	2,210000038
17-mai-22 03:29:00	3,019999981
17-mai-22 05:29:00	2,230000019
17-mai-22 07:29:00	1,269999981
17-mai-22 09:29:00	1,299999952
17-mai-22 11:29:00	1,110000014
17-mai-22 13:29:00	2,410000086
17-mai-22 15:29:00	2,240000001
17-mai-22 17:29:00	3,269999981
17-mai-22 21:29:00	2,039999962
17-mai-22 23:29:00	1,480000019
18-mai-22 01:29:00	1,710000038
18-mai-22 03:29:00	0,959999979
18-mai-22 05:29:00	2,150000095
18-mai-22 07:29:00	2,069999933
18-mai-22 09:29:00	1,799999952
18-mai-22 11:29:00	2,440000057
18-mai-22 13:29:00	1,850000024
18-mai-22 23:29:00	1,570000052
19-mai-22 01:29:00	2,779999971
19-mai-22 05:29:00	2,779999971
19-mai-22 07:29:00	0,709999979
19-mai-22 09:29:00	0,819999993
19-mai-22 13:29:00	1,769999981
19-mai-22 15:29:00	1,240000001
19-mai-22 17:29:00	0,990000001
19-mai-22 19:29:00	0,759999999
19-mai-22 21:29:00	0,839999974
19-mai-22 23:29:00	0,740000001
20-mai-22 01:29:00	1,059999943
20-mai-22 03:29:00	0,560000002
20-mai-22 05:29:00	1,490000001
20-mai-22 07:29:00	1,610000014
20-mai-22 09:29:00	1,480000019
20-mai-22 11:29:00	1,470000029
20-mai-22 13:29:00	2
20-mai-22 15:29:00	1,080000043

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
20-mai-22 17:29:00	1,080000043
20-mai-22 19:29:00	0,939999998
20-mai-22 21:29:00	1,5
21-mai-22 01:29:00	2,609999895
21-mai-22 03:29:00	1,889999986
21-mai-22 05:29:00	2,289999962
21-mai-22 07:29:00	1
21-mai-22 09:29:00	1,720000029
21-mai-22 11:29:00	2,990000001
21-mai-22 13:29:00	1,659999967
21-mai-22 15:29:00	1,25
21-mai-22 17:29:00	1,110000014
21-mai-22 19:29:00	2,069999933
21-mai-22 21:29:00	1,730000019
21-mai-22 23:29:00	3,329999924
22-mai-22 01:29:00	1,570000052
22-mai-22 03:29:00	1,139999986
22-mai-22 05:29:00	0,759999999
22-mai-22 07:29:00	0,709999979
22-mai-22 09:29:00	0,709999979
22-mai-22 11:29:00	1,480000019
22-mai-22 13:29:00	1,830000043
22-mai-22 15:29:00	1,639999986
22-mai-22 17:29:00	0,800000012
22-mai-22 19:29:00	0,899999976
22-mai-22 21:29:00	0,759999999
22-mai-22 23:29:00	1,009999999
23-mai-22 01:29:00	0,769999981
23-mai-22 03:29:00	0,689999998
23-mai-22 05:29:00	1,610000014
23-mai-22 07:29:00	1,379999995
23-mai-22 09:29:00	1,700000048
23-mai-22 11:29:00	2,099999905
23-mai-22 13:29:00	1,25
23-mai-22 15:29:00	0,720000029
23-mai-22 17:29:00	0,460000008
23-mai-22 19:29:00	0,560000002
23-mai-22 21:29:00	1,019999981
23-mai-22 23:29:00	1,909999967
24-mai-22 01:29:00	2,559999943
24-mai-22 03:29:00	1,940000057
24-mai-22 05:29:00	1,240000001
24-mai-22 07:29:00	0,720000029
24-mai-22 09:29:00	0,569999993
24-mai-22 13:29:00	1,559999943
24-mai-22 15:29:00	2,299999952

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
24-mai-22 17:29:00	3,24000001
24-mai-22 19:29:00	1,820000052
26-mai-22 19:29:00	0,769999981
26-mai-22 21:29:00	0,49000001
26-mai-22 23:29:00	0,389999986
27-mai-22 01:29:00	0,519999981
27-mai-22 03:29:00	0,730000019
27-mai-22 05:29:00	1,409999967
27-mai-22 07:29:00	0,589999974
27-mai-22 09:29:00	1,610000014
27-mai-22 11:29:00	0,5
27-mai-22 13:29:00	0,74000001
27-mai-22 15:29:00	0,970000029
27-mai-22 17:29:00	0,639999986
27-mai-22 19:29:00	0,409999996
27-mai-22 21:29:00	0,589999974
27-mai-22 23:29:00	0,899999976
28-mai-22 01:29:00	1,139999986
28-mai-22 03:29:00	2,299999952
28-mai-22 05:29:00	1,210000038
28-mai-22 07:29:00	0,839999974
28-mai-22 09:29:00	1,049999952
28-mai-22 11:29:00	1,100000024
28-mai-22 13:29:00	1,600000024
28-mai-22 17:29:00	2,069999933
28-mai-22 19:29:00	1,990000001
29-mai-22 09:29:00	2,529999971
31-mai-22 01:29:00	3,630000114
31-mai-22 11:29:00	1,419999957
31-mai-22 19:29:00	2,720000029
31-mai-22 21:29:00	2,240000001
01-jun-22 01:29:00	0,800000012
01-jun-22 13:29:00	3,640000105
02-jun-22 01:29:00	1,570000052
02-jun-22 03:29:00	1,240000001
02-jun-22 05:29:00	2,769999981
02-jun-22 07:29:00	1,129999995
02-jun-22 09:29:00	1,470000029
02-jun-22 11:29:00	1,289999962
02-jun-22 13:29:00	1,029999971
02-jun-22 15:29:00	0,959999979
02-jun-22 17:29:00	2,049999952
02-jun-22 21:29:00	3,240000001
02-jun-22 23:29:00	1,820000052
03-jun-22 03:29:00	3,289999962
03-jun-22 05:29:00	1,960000038

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
03-jun-22 07:29:00	1,75
03-jun-22 09:29:00	0,779999971
03-jun-22 11:29:00	2,140000105
03-jun-22 13:29:00	1,590000033
03-jun-22 17:29:00	2,609999895
03-jun-22 19:29:00	0,990000001
03-jun-22 21:29:00	0,879999995
03-jun-22 23:29:00	1,379999995
04-jun-22 11:29:00	2,599999905
04-jun-22 13:29:00	2,119999886
04-jun-22 15:29:00	2,569999933
04-jun-22 23:29:00	2,869999886
05-jun-22 03:29:00	2,660000086
05-jun-22 05:29:00	2,289999962
05-jun-22 07:29:00	2,279999971
05-jun-22 09:29:00	2,420000076
05-jun-22 23:29:00	2,259999999
06-jun-22 01:29:00	2,490000001
06-jun-22 03:29:00	2,410000086
06-jun-22 05:29:00	3,539999962
06-jun-22 09:29:00	3,619999886
07-jun-22 05:29:00	2,170000076
07-jun-22 07:29:00	1,830000043
07-jun-22 09:29:00	1,700000048
07-jun-22 11:29:00	2,529999971
07-jun-22 13:29:00	1,860000014
07-jun-22 15:29:00	2,5
07-jun-22 17:29:00	2,339999914
07-jun-22 19:29:00	0,460000008
07-jun-22 21:29:00	0,419999987
07-jun-22 23:29:00	0,560000002
08-jun-22 01:29:00	0,829999983
08-jun-22 03:29:00	1,590000033
08-jun-22 07:29:00	1,690000057
10-jun-22 21:29:00	1,419999957
10-jun-22 23:29:00	1,669999957
11-jun-22 03:29:00	1,029999971
11-jun-22 05:29:00	2,480000019
11-jun-22 09:29:00	1,389999986
11-jun-22 11:29:00	0,560000002
11-jun-22 13:29:00	0,439999998
11-jun-22 15:29:00	0,829999983
11-jun-22 17:29:00	0,949999988
11-jun-22 19:29:00	2,529999971
12-jun-22 07:29:00	1,480000019
12-jun-22 09:29:00	0,920000017

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
12-jun-22 11:29:00	1,049999952
12-jun-22 13:29:00	1,769999981
12-jun-22 21:29:00	1,610000014
12-jun-22 23:29:00	1,350000024
15-jun-22 05:29:00	2,220000029
15-jun-22 07:29:00	0,509999999
15-jun-22 09:29:00	1,080000043
15-jun-22 11:29:00	3,470000029
15-jun-22 13:29:00	3,400000095
15-jun-22 19:29:00	0,469999999
15-jun-22 23:29:00	0,75
16-jun-22 05:29:00	0,579999983
16-jun-22 07:29:00	0,649999976
16-jun-22 09:29:00	3,319999933
16-jun-22 11:29:00	0,529999971
16-jun-22 13:29:00	0,490000001
16-jun-22 15:29:00	0,509999999
16-jun-22 17:29:00	0,759999999
16-jun-22 19:29:00	0,680000007
16-jun-22 21:29:00	0,560000002
16-jun-22 23:29:00	0,600000024
17-jun-22 01:29:00	1,830000043
17-jun-22 03:29:00	1,549999952
17-jun-22 05:29:00	2,269999981
17-jun-22 07:29:00	2,819999933
17-jun-22 09:29:00	1,639999986
17-jun-22 11:29:00	0,850000024
17-jun-22 15:29:00	0,860000014
17-jun-22 17:29:00	0,910000026
17-jun-22 19:29:00	1,279999971
17-jun-22 21:29:00	1,379999995
17-jun-22 23:29:00	1,090000033
18-jun-22 01:29:00	0,990000001
18-jun-22 03:29:00	1,129999995
18-jun-22 05:29:00	0,870000005
18-jun-22 07:29:00	1,070000052
18-jun-22 09:29:00	0,899999976
18-jun-22 11:29:00	0,889999986
18-jun-22 13:29:00	1,370000005
18-jun-22 15:29:00	0,970000029
18-jun-22 17:29:00	1,340000033
18-jun-22 19:29:00	1,299999952
18-jun-22 21:29:00	1,480000019
18-jun-22 23:29:00	1,639999986
19-jun-22 01:29:00	1,120000005
19-jun-22 03:29:00	0,769999981

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
19-jun-22 05:29:00	1,159999967
19-jun-22 07:29:00	1,309999943
19-jun-22 09:29:00	1,730000019
19-jun-22 11:29:00	2,240000001
19-jun-22 13:29:00	0,740000001
19-jun-22 15:29:00	0,699999988
19-jun-22 17:29:00	0,800000012
19-jun-22 19:29:00	1,549999952
19-jun-22 21:29:00	0,839999974
19-jun-22 23:29:00	0,699999988
20-jun-22 01:29:00	1,360000014
20-jun-22 03:29:00	1,320000052
20-jun-22 09:29:00	0,639999986
20-jun-22 11:29:00	0,620000005
20-jun-22 13:29:00	0,75
20-jun-22 15:29:00	0,689999998
20-jun-22 17:29:00	1,070000052
20-jun-22 19:29:00	0,639999986
20-jun-22 21:29:00	0,490000001
20-jun-22 23:29:00	1,259999999
21-jun-22 03:29:00	0,949999988
21-jun-22 05:29:00	2,440000057
21-jun-22 07:29:00	2,279999971
21-jun-22 09:29:00	2,019999981
21-jun-22 11:29:00	1,720000029
21-jun-22 13:29:00	1,090000033
21-jun-22 15:29:00	1
21-jun-22 17:29:00	1,090000033
21-jun-22 19:29:00	1,149999976
21-jun-22 23:29:00	2,259999999
22-jun-22 01:29:00	2,779999971
22-jun-22 05:29:00	2,400000095
22-jun-22 07:29:00	0,670000017
22-jun-22 09:29:00	1,230000019
22-jun-22 11:29:00	2,630000114
22-jun-22 13:29:00	2,369999886
22-jun-22 17:29:00	1,490000001
22-jun-22 19:29:00	1,320000052
22-jun-22 21:29:00	1,879999995
22-jun-22 23:29:00	1,330000043
23-jun-22 01:29:00	1,769999981
23-jun-22 03:29:00	2,680000067
23-jun-22 09:29:00	3,549999952
23-jun-22 11:29:00	2,299999952
23-jun-22 13:29:00	2,609999895
23-jun-22 17:29:00	1,539999962

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
23-jun-22 19:29:00	2,039999962
23-jun-22 23:29:00	1,139999986
24-jun-22 01:29:00	1,080000043
24-jun-22 05:29:00	1,299999952
24-jun-22 07:29:00	0,819999993
24-jun-22 09:29:00	1,120000005
24-jun-22 11:29:00	0,959999979
24-jun-22 13:29:00	1,330000043
24-jun-22 15:29:00	2,609999895
24-jun-22 17:29:00	3,079999924
24-jun-22 19:29:00	1,980000019
24-jun-22 21:29:00	2,190000057
24-jun-22 23:29:00	3,430000067
25-jun-22 03:29:00	0,829999983
25-jun-22 05:29:00	0,670000017
25-jun-22 07:29:00	0,330000013
25-jun-22 09:29:00	0,430000007
25-jun-22 11:29:00	0,889999986
25-jun-22 13:29:00	0,670000017
25-jun-22 15:29:00	1,399999976
25-jun-22 17:29:00	1,309999943
25-jun-22 19:29:00	1,200000048
25-jun-22 21:29:00	1,440000057
25-jun-22 23:29:00	1,070000052
26-jun-22 07:29:00	1,090000033
26-jun-22 09:29:00	1,179999948
26-jun-22 11:29:00	1,240000001
26-jun-22 15:29:00	2,519999981
26-jun-22 17:29:00	0,660000026
26-jun-22 19:29:00	0,810000002
26-jun-22 21:29:00	2,75
27-jun-22 03:29:00	1,009999999
27-jun-22 05:29:00	0,959999979
27-jun-22 07:29:00	1,220000029
27-jun-22 09:29:00	0,769999981
27-jun-22 11:29:00	0,819999993
27-jun-22 13:29:00	1,159999967
27-jun-22 15:29:00	1,049999952
27-jun-22 17:29:00	1,149999976
27-jun-22 19:29:00	0,810000002
27-jun-22 21:29:00	0,649999976
27-jun-22 23:29:00	0,469999999
28-jun-22 01:29:00	0,819999993
28-jun-22 03:29:00	0,600000024
28-jun-22 05:29:00	0,479999989
28-jun-22 07:29:00	0,519999981

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
28-jun-22 09:29:00	0,680000007
28-jun-22 11:29:00	1,100000024
28-jun-22 15:29:00	1,330000043
28-jun-22 17:29:00	1,690000057
28-jun-22 21:29:00	2,910000086
28-jun-22 23:29:00	2,990000001
29-jun-22 03:29:00	1,789999962
29-jun-22 05:29:00	0,709999979
29-jun-22 09:29:00	1,539999962
29-jun-22 15:29:00	1,480000019
29-jun-22 17:29:00	1
29-jun-22 19:29:00	1,370000005
29-jun-22 21:29:00	1,120000005
29-jun-22 23:29:00	1,610000014
30-jun-22 03:29:00	3,079999924
30-jun-22 05:29:00	2,390000105
30-jun-22 07:29:00	1,929999948
30-jun-22 09:29:00	2,450000048
30-jun-22 11:29:00	1,889999986
30-jun-22 13:29:00	1,149999976
30-jun-22 15:29:00	0,790000021
30-jun-22 17:29:00	1,529999971
30-jun-22 19:29:00	2,960000038
30-jun-22 23:29:00	1,149999976
01-jul-22 01:29:00	1,309999943
01-jul-22 03:29:00	0,959999979
01-jul-22 05:29:00	0,920000017
01-jul-22 07:29:00	0,829999983
01-jul-22 09:29:00	0,639999986
01-jul-22 11:29:00	0,639999986
01-jul-22 13:29:00	1,179999948
01-jul-22 15:29:00	0,550000012
01-jul-22 17:29:00	0,75
01-jul-22 19:29:00	0,569999993
01-jul-22 21:29:00	0,600000024
01-jul-22 23:29:00	0,899999976
02-jul-22 01:29:00	0,860000014
02-jul-22 03:29:00	1,149999976
02-jul-22 05:29:00	2,460000038
02-jul-22 09:29:00	1,440000057
02-jul-22 11:29:00	0,759999999
02-jul-22 13:29:00	0,490000001
02-jul-22 15:29:00	0,959999979
02-jul-22 17:29:00	0,829999983
02-jul-22 19:29:00	1,210000038
02-jul-22 21:29:00	0,689999998

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
02-jul-22 23:29:00	0,540000021
22-jul-22 09:29:00	1,429999948
22-jul-22 11:29:00	1,99000001
22-jul-22 15:29:00	1,929999948
22-jul-22 19:29:00	2,660000086
22-jul-22 23:29:00	1,919999957
23-jul-22 01:29:00	1,129999995
23-jul-22 03:29:00	1,75
23-jul-22 05:29:00	2,079999924
23-jul-22 07:29:00	1,269999981
23-jul-22 09:29:00	1,129999995
23-jul-22 11:29:00	1,159999967
23-jul-22 17:29:00	2,849999905
23-jul-22 21:29:00	0,620000005
23-jul-22 23:29:00	0,579999983
24-jul-22 01:29:00	1,539999962
24-jul-22 03:29:00	1,210000038
24-jul-22 05:29:00	0,529999971
24-jul-22 07:29:00	0,540000021
24-jul-22 09:29:00	1,419999957
24-jul-22 11:29:00	0,819999993
24-jul-22 13:29:00	0,74000001
24-jul-22 15:29:00	1,179999948
24-jul-22 17:29:00	1,019999981
24-jul-22 19:29:00	1,909999967
24-jul-22 21:29:00	2,140000105
24-jul-22 23:29:00	3,220000029
25-jul-22 03:29:00	1,370000005
25-jul-22 05:29:00	0,649999976
25-jul-22 07:29:00	1,889999986
25-jul-22 09:29:00	1,610000014
25-jul-22 11:29:00	3,150000095
25-jul-22 15:29:00	1,610000014
25-jul-22 17:29:00	1,769999981
25-jul-22 19:29:00	1,529999971
25-jul-22 21:29:00	1,340000033
25-jul-22 23:29:00	1,029999971
26-jul-22 01:29:00	1,509999999
26-jul-22 03:29:00	2,109999895
26-jul-22 09:29:00	1,870000005
26-jul-22 11:29:00	1,279999971
26-jul-22 13:29:00	0,699999988
26-jul-22 15:29:00	0,649999976
26-jul-22 17:29:00	0,540000021
26-jul-22 19:29:00	0,819999993
26-jul-22 21:29:00	0,99000001

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
26-jul-22 23:29:00	0,639999986
27-jul-22 01:29:00	0,629999995
27-jul-22 03:29:00	0,560000002
27-jul-22 05:29:00	1
27-jul-22 07:29:00	1,379999995
27-jul-22 09:29:00	2,900000095
27-jul-22 11:29:00	3,569999933
27-jul-22 13:29:00	0,740000001
27-jul-22 15:29:00	2,799999952
27-jul-22 17:29:00	1,299999952
27-jul-22 19:29:00	2,480000019
27-jul-22 21:29:00	2,509999999
27-jul-22 23:29:00	1,970000029
28-jul-22 01:29:00	0,930000007
28-jul-22 03:29:00	1,169999957
28-jul-22 05:29:00	3,019999981
28-jul-22 11:29:00	0,980000019
28-jul-22 13:29:00	0,910000026
28-jul-22 15:29:00	2,809999943
28-jul-22 17:29:00	0,939999998
28-jul-22 19:29:00	0,839999974
28-jul-22 21:29:00	1,279999971
28-jul-22 23:29:00	1,830000043
29-jul-22 01:29:00	2,119999886
29-jul-22 03:29:00	1,75
29-jul-22 05:29:00	1,600000024
29-jul-22 07:29:00	1,350000024
29-jul-22 09:29:00	1,129999995
29-jul-22 11:29:00	1,350000024
29-jul-22 13:29:00	1,830000043
29-jul-22 21:29:00	1,960000038
29-jul-22 23:29:00	2,279999971
30-jul-22 01:29:00	2,849999905
30-jul-22 03:29:00	1,059999943
30-jul-22 05:29:00	1,059999943
30-jul-22 07:29:00	0,629999995
30-jul-22 09:29:00	1,120000005
30-jul-22 11:29:00	1,279999971
30-jul-22 13:29:00	1,440000057
30-jul-22 15:29:00	2,240000001
30-jul-22 19:29:00	0,629999995
30-jul-22 21:29:00	0,529999971
30-jul-22 23:29:00	0,670000017
31-jul-22 01:29:00	0,850000024
31-jul-22 03:29:00	0,959999979
31-jul-22 05:29:00	1,600000024

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
31-jul-22 07:29:00	2,029999971
31-jul-22 09:29:00	1,789999962
31-jul-22 11:29:00	1,899999976
31-jul-22 13:29:00	1,299999952
31-jul-22 15:29:00	0,75
31-jul-22 17:29:00	1,580000043
31-jul-22 19:29:00	1,259999999
31-jul-22 21:29:00	2,640000105
31-jul-22 23:29:00	2,720000029
01-ago-22 01:29:00	3,039999962
01-ago-22 03:29:00	1,779999971
01-ago-22 05:29:00	2,710000038
01-ago-22 09:29:00	2,940000057
01-ago-22 11:29:00	1,289999962
01-ago-22 13:29:00	1,429999948
01-ago-22 15:29:00	1,490000001
01-ago-22 17:29:00	1,639999986
01-ago-22 19:29:00	1,549999952
01-ago-22 21:29:00	2,230000019
01-ago-22 23:29:00	2,059999943
02-ago-22 01:29:00	0,75
02-ago-22 03:29:00	0,610000014
02-ago-22 05:29:00	0,730000019
02-ago-22 07:29:00	2,069999933
02-ago-22 09:29:00	2,680000067
02-ago-22 13:29:00	1,110000014
02-ago-22 15:29:00	1
02-ago-22 19:29:00	0,970000029
02-ago-22 21:29:00	0,889999986
02-ago-22 23:29:00	1,820000052
03-ago-22 01:29:00	1,039999962
03-ago-22 03:29:00	1,409999967
03-ago-22 09:29:00	2,289999962
03-ago-22 11:29:00	1,679999948
03-ago-22 13:29:00	1,809999943
03-ago-22 15:29:00	2,150000095
03-ago-22 17:29:00	0,920000017
03-ago-22 19:29:00	1,429999948
03-ago-22 21:29:00	0,850000024
03-ago-22 23:29:00	1,269999981
04-ago-22 01:29:00	1,830000043
04-ago-22 03:29:00	2,789999962
04-ago-22 05:29:00	1,25
04-ago-22 07:29:00	1,669999957
04-ago-22 09:29:00	1,720000029
04-ago-22 11:29:00	3,240000001

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
04-ago-22 13:29:00	2,029999971
04-ago-22 15:29:00	0,910000026
04-ago-22 17:29:00	2
04-ago-22 19:29:00	1,779999971
04-ago-22 21:29:00	1,850000024
04-ago-22 23:29:00	1,539999962
05-ago-22 01:29:00	1,5
05-ago-22 03:29:00	1,889999986
05-ago-22 05:29:00	2,869999886
05-ago-22 07:29:00	0,790000021
05-ago-22 09:29:00	1,690000057
05-ago-22 11:29:00	0,819999993
05-ago-22 13:29:00	0,740000001
05-ago-22 15:29:00	1,139999986
05-ago-22 17:29:00	0,889999986
05-ago-22 19:29:00	2,440000057
05-ago-22 21:29:00	2,650000095
05-ago-22 23:29:00	1,320000052
06-ago-22 01:29:00	0,910000026
06-ago-22 03:29:00	1,169999957
06-ago-22 05:29:00	2,069999933
06-ago-22 07:29:00	2,559999943
06-ago-22 09:29:00	2,859999895
06-ago-22 11:29:00	1,789999962
06-ago-22 13:29:00	1,169999957
06-ago-22 15:29:00	0,75
06-ago-22 17:29:00	0,490000001
06-ago-22 19:29:00	1,029999971
06-ago-22 21:29:00	0,680000007
06-ago-22 23:29:00	1,110000014
07-ago-22 01:29:00	3,410000086
07-ago-22 03:29:00	1,139999986
07-ago-22 05:29:00	0,730000019
07-ago-22 07:29:00	0,829999983
07-ago-22 09:29:00	1,039999962
07-ago-22 11:29:00	1,970000029
07-ago-22 13:29:00	1,730000019
07-ago-22 15:29:00	1,539999962
07-ago-22 17:29:00	1,409999967
07-ago-22 19:29:00	0,519999981
07-ago-22 21:29:00	0,5
07-ago-22 23:29:00	0,5
08-ago-22 01:29:00	0,769999981
08-ago-22 03:29:00	0,600000024
08-ago-22 05:29:00	0,639999986
08-ago-22 07:29:00	0,75

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
08-ago-22 09:29:00	0,939999998
08-ago-22 11:29:00	1,889999986
08-ago-22 13:29:00	2,529999971
08-ago-22 15:29:00	1,610000014
08-ago-22 17:29:00	1,299999952
08-ago-22 19:29:00	1
08-ago-22 21:29:00	2,279999971
08-ago-22 23:29:00	0,270000011
09-ago-22 01:29:00	1,070000052
09-ago-22 03:29:00	0,649999976
09-ago-22 05:29:00	1,129999995
09-ago-22 07:29:00	1,820000052
09-ago-22 09:29:00	2,880000114
09-ago-22 15:29:00	3,420000076
09-ago-22 23:29:00	3,170000076
10-ago-22 01:29:00	2,470000029
10-ago-22 03:29:00	3,059999943
10-ago-22 05:29:00	2,349999905
10-ago-22 09:29:00	1,149999976
10-ago-22 11:29:00	1,169999957
10-ago-22 13:29:00	0,819999993
10-ago-22 15:29:00	0,839999974
10-ago-22 19:29:00	1,120000005
10-ago-22 21:29:00	3,180000067
10-ago-22 23:29:00	3,299999952
11-ago-22 01:29:00	2,579999924
11-ago-22 03:29:00	1,610000014
11-ago-22 05:29:00	0,970000029
11-ago-22 07:29:00	1,090000033
11-ago-22 09:29:00	0,740000001
11-ago-22 11:29:00	2,039999962
11-ago-22 13:29:00	3,630000114
11-ago-22 15:29:00	2,75
11-ago-22 17:29:00	2,049999952
11-ago-22 19:29:00	1,460000038
11-ago-22 21:29:00	1,289999962
11-ago-22 23:29:00	2,839999914
12-ago-22 05:29:00	2,349999905
12-ago-22 07:29:00	3,220000029
12-ago-22 09:29:00	2,920000076
12-ago-22 13:29:00	1,899999976
12-ago-22 15:29:00	2,279999971
12-ago-22 17:29:00	1,909999967
12-ago-22 19:29:00	1,610000014
12-ago-22 21:29:00	2,599999905
13-ago-22 01:29:00	2,859999895

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
13-ago-22 07:29:00	2,359999895
13-ago-22 09:29:00	2,029999971
13-ago-22 11:29:00	1,559999943
13-ago-22 13:29:00	3
13-ago-22 15:29:00	2,299999952
13-ago-22 17:29:00	2,029999971
13-ago-22 23:29:00	3,230000019
14-ago-22 01:29:00	2,480000019
14-ago-22 05:29:00	2,420000076
14-ago-22 07:29:00	3,049999952
14-ago-22 09:29:00	2,079999924
14-ago-22 11:29:00	1,700000048
14-ago-22 13:29:00	1,659999967
14-ago-22 15:29:00	1,049999952
14-ago-22 17:29:00	1,649999976
14-ago-22 19:29:00	1,759999999
14-ago-22 21:29:00	2,029999971
14-ago-22 23:29:00	2,180000067
15-ago-22 01:29:00	1,5
15-ago-22 03:29:00	1,350000024
15-ago-22 05:29:00	0,860000014
15-ago-22 07:29:00	0,810000002
15-ago-22 09:29:00	1,940000057
15-ago-22 11:29:00	1,559999943
15-ago-22 13:29:00	1,600000024
15-ago-22 15:29:00	1,850000024
15-ago-22 17:29:00	1,929999948
15-ago-22 19:29:00	1,730000019
15-ago-22 21:29:00	2,690000057
15-ago-22 23:29:00	1,240000001
16-ago-22 01:29:00	2,720000029
16-ago-22 03:29:00	2,410000086
16-ago-22 05:29:00	1,220000029
16-ago-22 07:29:00	3,279999971
16-ago-22 09:29:00	1,100000024
16-ago-22 11:29:00	1,779999971
16-ago-22 13:29:00	2,759999999
16-ago-22 15:29:00	2,819999933
17-ago-22 03:29:00	1,389999986
17-ago-22 05:29:00	0,949999988
17-ago-22 07:29:00	0,699999988
17-ago-22 09:29:00	0,810000002
17-ago-22 11:29:00	0,639999986
17-ago-22 13:29:00	0,370000005
17-ago-22 15:29:00	0,349999994
17-ago-22 17:29:00	0,850000024

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
17-ago-22 19:29:00	0,50999999
17-ago-22 21:29:00	0,860000014
17-ago-22 23:29:00	2,160000086
18-ago-22 01:29:00	1,769999981
18-ago-22 03:29:00	1,50999999
18-ago-22 05:29:00	0,829999983
18-ago-22 07:29:00	1,5
18-ago-22 09:29:00	2,589999914
18-ago-22 11:29:00	1,929999948
18-ago-22 13:29:00	1,25
18-ago-22 15:29:00	1,110000014
18-ago-22 17:29:00	0,689999998
18-ago-22 19:29:00	2,390000105
18-ago-22 21:29:00	1,129999995
18-ago-22 23:29:00	0,610000014
19-ago-22 01:29:00	1,059999943
19-ago-22 03:29:00	1,679999948
19-ago-22 05:29:00	1,190000057
19-ago-22 07:29:00	1,409999967
19-ago-22 09:29:00	1,590000033
19-ago-22 11:29:00	1,590000033
19-ago-22 13:29:00	1,610000014
19-ago-22 15:29:00	1,379999995
19-ago-22 17:29:00	2,460000038
19-ago-22 23:29:00	2,430000067
20-ago-22 01:29:00	1,639999986
20-ago-22 03:29:00	2,680000067
20-ago-22 07:29:00	2,490000001
20-ago-22 09:29:00	1,700000048
20-ago-22 11:29:00	1,970000029
20-ago-22 23:29:00	1,309999943
21-ago-22 01:29:00	2,5
21-ago-22 03:29:00	2,619999886
21-ago-22 05:29:00	2,859999895
21-ago-22 13:29:00	1,460000038
21-ago-22 15:29:00	1,830000043
21-ago-22 17:29:00	0,819999993
21-ago-22 19:29:00	0,860000014
21-ago-22 21:29:00	2,329999924
21-ago-22 23:29:00	1,889999986
22-ago-22 01:29:00	1,309999943
22-ago-22 03:29:00	1,539999962
25-ago-22 23:29:00	1,159999967
26-ago-22 01:29:00	1,559999943
26-ago-22 03:29:00	2,369999886
26-ago-22 05:29:00	0,550000012

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
26-ago-22 07:29:00	0,560000002
26-ago-22 09:29:00	1,039999962
26-ago-22 11:29:00	1,110000014
26-ago-22 13:29:00	1,429999948
26-ago-22 15:29:00	0,930000007
26-ago-22 17:29:00	0,289999992
26-ago-22 19:29:00	0,289999992
26-ago-22 21:29:00	0,709999979
26-ago-22 23:29:00	0,439999998
27-ago-22 01:29:00	1,070000052
27-ago-22 03:29:00	2,700000048
27-ago-22 05:29:00	0,519999981
27-ago-22 07:29:00	0,629999995
27-ago-22 09:29:00	1,179999948
27-ago-22 11:29:00	0,709999979
27-ago-22 13:29:00	1,480000019
27-ago-22 15:29:00	1,070000052
27-ago-22 17:29:00	0,540000021
27-ago-22 19:29:00	0,5
27-ago-22 21:29:00	0,330000013
27-ago-22 23:29:00	0,360000014
28-ago-22 01:29:00	0,469999999
28-ago-22 03:29:00	0,389999986
28-ago-22 07:29:00	0,649999976
28-ago-22 11:29:00	1,070000052
28-ago-22 13:29:00	0,310000002
28-ago-22 15:29:00	0,980000019
28-ago-22 17:29:00	0,300000012
28-ago-22 19:29:00	0,340000004
28-ago-22 21:29:00	3,039999962
28-ago-22 23:29:00	1,669999957
29-ago-22 01:29:00	0,560000002
29-ago-22 13:29:00	2,859999895
29-ago-22 15:29:00	1,179999948
29-ago-22 17:29:00	0,980000019
29-ago-22 19:29:00	1,549999952
29-ago-22 21:29:00	1,909999967
29-ago-22 23:29:00	0,529999971
30-ago-22 01:29:00	1,669999957
30-ago-22 03:29:00	1,830000043
30-ago-22 05:29:00	3,259999999
30-ago-22 07:29:00	1,600000024
30-ago-22 09:29:00	1,970000029
30-ago-22 11:29:00	0,980000019
30-ago-22 13:29:00	2,549999952
30-ago-22 17:29:00	0,980000019

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
30-ago-22 19:29:00	0,449999988
30-ago-22 21:29:00	0,529999971
30-ago-22 23:29:00	0,550000012
31-ago-22 01:29:00	0,589999974
31-ago-22 03:29:00	0,730000019
31-ago-22 05:29:00	1,470000029
31-ago-22 07:29:00	1,059999943
31-ago-22 09:29:00	1,840000033
31-ago-22 13:29:00	1,299999952
31-ago-22 15:29:00	0,779999971
31-ago-22 17:29:00	0,620000005
31-ago-22 19:29:00	0,75
31-ago-22 21:29:00	1,110000014
31-ago-22 23:29:00	2,019999981
01-set-22 03:29:00	2,890000105
01-set-22 05:29:00	1,710000038
01-set-22 07:29:00	1,980000019
01-set-22 09:29:00	0,860000014
01-set-22 11:29:00	0,839999974
01-set-22 13:29:00	2,690000057
01-set-22 17:29:00	1,549999952
01-set-22 19:29:00	0,790000021
01-set-22 21:29:00	0,639999986
02-set-22 07:29:00	0,699999988
02-set-22 11:29:00	1,129999995
02-set-22 13:29:00	1
02-set-22 15:29:00	1,5
02-set-22 17:29:00	1,509999999
02-set-22 19:29:00	3,339999914
02-set-22 21:29:00	3,450000048
03-set-22 05:29:00	0,980000019
03-set-22 07:29:00	2,910000086
03-set-22 09:29:00	2,099999905
03-set-22 11:29:00	1,320000052
03-set-22 13:29:00	1,460000038
03-set-22 15:29:00	1,570000052
03-set-22 21:29:00	3,220000029
03-set-22 23:29:00	0,829999983
04-set-22 01:29:00	0,970000029
04-set-22 03:29:00	0,779999971
04-set-22 05:29:00	1,240000001
04-set-22 07:29:00	3,339999914
04-set-22 09:29:00	1,480000019
04-set-22 11:29:00	1,230000019
04-set-22 13:29:00	0,860000014
04-set-22 15:29:00	0,810000002

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
04-set-22 17:29:00	1,120000005
04-set-22 19:29:00	1,450000048
04-set-22 21:29:00	1,370000005
04-set-22 23:29:00	1,200000048
05-set-22 01:29:00	1,350000024
05-set-22 03:29:00	1,090000033
05-set-22 05:29:00	0,990000001
05-set-22 07:29:00	1,309999943
05-set-22 09:29:00	0,889999986
05-set-22 11:29:00	1,100000024
05-set-22 13:29:00	0,970000029
05-set-22 15:29:00	0,930000007
05-set-22 17:29:00	1,350000024
05-set-22 19:29:00	2,549999952
05-set-22 21:29:00	3,410000086
05-set-22 23:29:00	1,590000033
06-set-22 01:29:00	1,330000043
06-set-22 03:29:00	1,950000048
06-set-22 05:29:00	2,400000095
06-set-22 13:29:00	3,529999971
06-set-22 21:29:00	1,360000014
06-set-22 23:29:00	1,649999976
07-set-22 01:29:00	1,620000005
07-set-22 03:29:00	1,200000048
07-set-22 05:29:00	2,220000029
07-set-22 13:29:00	1,330000043
07-set-22 15:29:00	1,210000038
07-set-22 17:29:00	0,779999971
07-set-22 19:29:00	1,019999981
07-set-22 21:29:00	1,340000033
08-set-22 03:29:00	2,970000029
08-set-22 05:29:00	2,089999914
08-set-22 07:29:00	0,769999981
08-set-22 09:29:00	0,920000017
09-set-22 09:29:00	0,970000029
09-set-22 11:29:00	0,870000005
09-set-22 13:29:00	1,039999962
09-set-22 15:29:00	1,080000043
09-set-22 17:29:00	0,860000014
09-set-22 19:29:00	1,149999976
09-set-22 21:29:00	1,159999967
09-set-22 23:29:00	1,909999967
10-set-22 01:29:00	1,539999962
10-set-22 03:29:00	1,039999962
10-set-22 05:29:00	1,659999967
10-set-22 07:29:00	1,25

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
10-set-22 09:29:00	1,179999948
10-set-22 11:29:00	1,120000005
10-set-22 13:29:00	1,610000014
10-set-22 15:29:00	1,320000052
10-set-22 17:29:00	2,029999971
10-set-22 19:29:00	1,789999962
10-set-22 21:29:00	2,259999999
10-set-22 23:29:00	1,620000005
11-set-22 01:29:00	0,829999983
11-set-22 03:29:00	1,080000043
11-set-22 05:29:00	1,230000019
11-set-22 07:29:00	1,25
11-set-22 09:29:00	0,790000021
11-set-22 11:29:00	0,759999999
11-set-22 13:29:00	1,710000038
11-set-22 15:29:00	1,090000033
11-set-22 17:29:00	1,210000038
11-set-22 19:29:00	0,899999976
11-set-22 21:29:00	1,009999999
11-set-22 23:29:00	1,330000043
12-set-22 01:29:00	1,299999952
12-set-22 03:29:00	0,920000017
12-set-22 05:29:00	1,049999952
12-set-22 07:29:00	1,230000019
12-set-22 09:29:00	1,279999971
12-set-22 11:29:00	0,360000014
12-set-22 13:29:00	0,560000002
12-set-22 15:29:00	0,5
12-set-22 17:29:00	0,680000007
12-set-22 19:29:00	0,400000006
12-set-22 21:29:00	0,910000026
12-set-22 23:29:00	3,440000057
13-set-22 03:29:00	1,419999957
13-set-22 05:29:00	0,409999996
13-set-22 07:29:00	0,449999988
13-set-22 09:29:00	0,670000017
13-set-22 11:29:00	0,509999999
13-set-22 13:29:00	0,970000029
13-set-22 15:29:00	1,210000038
13-set-22 17:29:00	1,149999976
13-set-22 19:29:00	1,210000038
13-set-22 21:29:00	1,509999999
13-set-22 23:29:00	1,200000048
14-set-22 01:29:00	0,790000021
14-set-22 03:29:00	0,939999998
14-set-22 05:29:00	0,959999979

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
14-set-22 07:29:00	0,529999971
14-set-22 09:29:00	0,589999974
14-set-22 11:29:00	0,389999986
14-set-22 13:29:00	0,870000005
14-set-22 15:29:00	1,200000048
14-set-22 17:29:00	0,920000017
14-set-22 19:29:00	0,810000002
14-set-22 21:29:00	1,009999999
14-set-22 23:29:00	0,740000001
15-set-22 01:29:00	1,200000048
15-set-22 03:29:00	1,120000005
15-set-22 05:29:00	0,959999979
15-set-22 07:29:00	0,670000017
15-set-22 09:29:00	0,819999993
15-set-22 11:29:00	0,790000021
15-set-22 13:29:00	1,120000005
15-set-22 15:29:00	0,819999993
15-set-22 17:29:00	1,570000052
15-set-22 19:29:00	2,869999886
15-set-22 21:29:00	0,860000014
15-set-22 23:29:00	0,810000002
16-set-22 01:29:00	1,110000014
16-set-22 03:29:00	1,240000001
16-set-22 05:29:00	1,289999962
16-set-22 07:29:00	0,850000024
16-set-22 09:29:00	1,039999962
16-set-22 11:29:00	1,190000057
16-set-22 13:29:00	1,259999999
16-set-22 21:29:00	0,449999988
16-set-22 23:29:00	0,5
17-set-22 01:29:00	0,550000012
17-set-22 03:29:00	0,629999995
17-set-22 05:29:00	1,460000038
17-set-22 07:29:00	1,269999981
17-set-22 09:29:00	1,940000057
17-set-22 11:29:00	1,049999952
17-set-22 13:29:00	0,680000007
17-set-22 15:29:00	1,830000043
17-set-22 17:29:00	1,169999957
17-set-22 19:29:00	2,359999895
17-set-22 21:29:00	1,019999981
17-set-22 23:29:00	1,340000033
18-set-22 01:29:00	1,120000005
18-set-22 03:29:00	2,779999971
18-set-22 05:29:00	1,389999986
18-set-22 07:29:00	0,550000012

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
18-set-22 09:29:00	1,149999976
18-set-22 11:29:00	1,110000014
18-set-22 19:29:00	3,25
18-set-22 21:29:00	0,730000019
18-set-22 23:29:00	0,610000014
19-set-22 01:29:00	0,600000024
19-set-22 11:29:00	2,779999971
19-set-22 13:29:00	0,5
19-set-22 15:29:00	0,460000008
19-set-22 17:29:00	0,439999998
19-set-22 19:29:00	0,529999971
24-set-22 07:29:00	1,200000048
24-set-22 09:29:00	1,279999971
24-set-22 11:29:00	0,449999988
24-set-22 13:29:00	0,709999979
24-set-22 15:29:00	0,460000008
24-set-22 17:29:00	0,769999981
24-set-22 19:29:00	0,600000024
24-set-22 21:29:00	0,850000024
24-set-22 23:29:00	0,889999986
25-set-22 01:29:00	0,689999998
25-set-22 03:29:00	0,959999979
25-set-22 05:29:00	0,990000001
25-set-22 07:29:00	0,879999995
25-set-22 09:29:00	1,019999981
25-set-22 11:29:00	0,870000005
25-set-22 13:29:00	0,620000005
25-set-22 15:29:00	1,590000033
25-set-22 17:29:00	0,509999999
25-set-22 19:29:00	0,860000014
25-set-22 21:29:00	0,839999974
25-set-22 23:29:00	0,579999983
26-set-22 01:29:00	0,519999981
26-set-22 03:29:00	0,610000014
26-set-22 05:29:00	0,850000024
26-set-22 09:29:00	0,639999986
26-set-22 11:29:00	1,669999957
26-set-22 13:29:00	0,730000019
26-set-22 15:29:00	0,980000019
26-set-22 17:29:00	0,980000019
26-set-22 19:29:00	1
26-set-22 21:29:00	1,299999952
26-set-22 23:29:00	1,450000048
27-set-22 01:29:00	3,009999999
27-set-22 05:29:00	2,589999914
27-set-22 07:29:00	0,75

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
27-set-22 09:29:00	1,629999995
27-set-22 11:29:00	2,099999905
27-set-22 13:29:00	2,009999999
27-set-22 15:29:00	0,870000005
27-set-22 17:29:00	0,589999974
27-set-22 19:29:00	0,560000002
27-set-22 21:29:00	1,149999976
27-set-22 23:29:00	3,5
28-set-22 01:29:00	1,909999967
28-set-22 03:29:00	1,179999948
28-set-22 05:29:00	1,220000029
28-set-22 07:29:00	0,829999983
28-set-22 09:29:00	0,759999999
28-set-22 11:29:00	1,169999957
28-set-22 13:29:00	1,090000033
28-set-22 21:29:00	1,389999986
28-set-22 23:29:00	0,589999974
29-set-22 01:29:00	0,899999976
29-set-22 03:29:00	0,670000017
29-set-22 05:29:00	1,480000019
29-set-22 07:29:00	1,210000038
29-set-22 09:29:00	1,779999971
29-set-22 11:29:00	1,100000024
29-set-22 13:29:00	1,120000005
29-set-22 15:29:00	1,950000048
29-set-22 17:29:00	1,009999999
29-set-22 19:29:00	1,759999999
29-set-22 21:29:00	1,639999986
30-set-22 07:29:00	0,939999998
30-set-22 11:29:00	1,539999962
30-set-22 13:29:00	2,230000019
30-set-22 17:29:00	1,210000038
30-set-22 19:29:00	1,080000043
30-set-22 21:29:00	0,730000019
30-set-22 23:29:00	1,360000014
01-out-22 03:29:00	3,319999933
01-out-22 05:29:00	2,119999886
01-out-22 07:29:00	1,389999986
01-out-22 09:29:00	1,779999971
01-out-22 11:29:00	1,850000024
01-out-22 13:29:00	3,180000067
01-out-22 15:29:00	2,099999905
01-out-22 23:29:00	2,049999952
02-out-22 01:29:00	0,860000014
02-out-22 03:29:00	1,990000001
02-out-22 05:29:00	0,560000002

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
02-out-22 07:29:00	0,790000021
02-out-22 11:29:00	0,870000005
02-out-22 13:29:00	0,949999988
02-out-22 15:29:00	0,959999979
02-out-22 19:29:00	2,119999886
02-out-22 21:29:00	3,029999971
02-out-22 23:29:00	3,109999895
03-out-22 03:29:00	2
03-out-22 11:29:00	0,519999981
03-out-22 13:29:00	1,99000001
03-out-22 17:29:00	2,039999962
04-out-22 13:29:00	1,460000038
04-out-22 15:29:00	0,910000026
04-out-22 17:29:00	0,600000024
04-out-22 19:29:00	0,610000014
04-out-22 21:29:00	0,460000008
04-out-22 23:29:00	0,460000008
05-out-22 01:29:00	0,5
05-out-22 03:29:00	0,74000001
05-out-22 05:29:00	3,450000048
05-out-22 07:29:00	0,569999993
05-out-22 09:29:00	1,080000043
05-out-22 11:29:00	1,259999999
05-out-22 13:29:00	0,74000001
05-out-22 15:29:00	0,759999999
05-out-22 21:29:00	0,550000012
05-out-22 23:29:00	1,730000019
06-out-22 01:29:00	1,580000043
06-out-22 03:29:00	1,789999962
06-out-22 11:29:00	2,980000019
06-out-22 17:29:00	1,279999971
06-out-22 19:29:00	0,449999988
06-out-22 21:29:00	0,389999986
06-out-22 23:29:00	0,449999988
07-out-22 01:29:00	0,370000005
07-out-22 03:29:00	0,649999976
07-out-22 05:29:00	1,759999999
07-out-22 07:29:00	2,039999962
07-out-22 09:29:00	1,480000019
07-out-22 11:29:00	0,99000001
07-out-22 13:29:00	0,99000001
07-out-22 15:29:00	0,560000002
07-out-22 17:29:00	0,74000001
07-out-22 19:29:00	1,419999957
07-out-22 21:29:00	3,089999914
08-out-22 01:29:00	2,019999981

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
08-out-22 03:29:00	2,789999962
08-out-22 05:29:00	1,960000038
08-out-22 07:29:00	2,759999999
08-out-22 13:29:00	1,029999971
10-out-22 01:29:00	1,470000029
11-out-22 09:29:00	1,190000057
12-out-22 07:29:00	1,830000043
12-out-22 09:29:00	1,929999948
12-out-22 11:29:00	1,990000001
12-out-22 13:29:00	1,659999967
12-out-22 23:29:00	2,880000114
13-out-22 01:29:00	2,079999924
13-out-22 03:29:00	1,450000048
13-out-22 05:29:00	1,360000014
13-out-22 07:29:00	0,980000019
13-out-22 09:29:00	1,799999952
13-out-22 11:29:00	3,319999933
13-out-22 13:29:00	2,230000019
13-out-22 15:29:00	1,5
13-out-22 17:29:00	1,519999981
13-out-22 21:29:00	3,039999962
14-out-22 01:29:00	2,339999914
14-out-22 03:29:00	3,119999886
14-out-22 07:29:00	2,339999914
14-out-22 11:29:00	2,75
14-out-22 13:29:00	2,359999895
14-out-22 19:29:00	1,899999976
14-out-22 21:29:00	3
14-out-22 23:29:00	0,980000019
15-out-22 01:29:00	1,629999995
15-out-22 03:29:00	1,029999971
15-out-22 05:29:00	1,009999999
15-out-22 07:29:00	1,629999995
15-out-22 09:29:00	1,740000001
15-out-22 11:29:00	0,860000014
15-out-22 13:29:00	1,110000014
15-out-22 15:29:00	1,730000019
15-out-22 17:29:00	2,880000114
15-out-22 19:29:00	1,350000024
15-out-22 21:29:00	1,610000014
15-out-22 23:29:00	1,269999981
16-out-22 01:29:00	1
16-out-22 03:29:00	1,549999952
16-out-22 05:29:00	2,059999943
16-out-22 07:29:00	1,309999943
16-out-22 09:29:00	2,190000057

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
16-out-22 11:29:00	1,679999948
16-out-22 13:29:00	1,259999999
16-out-22 15:29:00	1,490000001
16-out-22 17:29:00	1,429999948
17-out-22 01:29:00	1,450000048
17-out-22 03:29:00	1,419999957
17-out-22 05:29:00	1,289999962
17-out-22 07:29:00	1,320000052
17-out-22 09:29:00	2,049999952
17-out-22 11:29:00	1,820000052
17-out-22 13:29:00	3,589999914
17-out-22 15:29:00	1,950000048
17-out-22 17:29:00	1,429999948
17-out-22 19:29:00	1,259999999
17-out-22 21:29:00	1,529999971
17-out-22 23:29:00	2,890000105
18-out-22 01:29:00	3,339999914
18-out-22 03:29:00	1,090000033
18-out-22 05:29:00	1,070000052
18-out-22 07:29:00	1,409999967
18-out-22 09:29:00	1,100000024
18-out-22 11:29:00	1,529999971
18-out-22 13:29:00	1,350000024
18-out-22 15:29:00	1,940000057
18-out-22 17:29:00	1,470000029
18-out-22 19:29:00	1,610000014
18-out-22 21:29:00	1,139999986
18-out-22 23:29:00	1,429999948
19-out-22 01:29:00	2,819999933
21-out-22 23:29:00	1,620000005
22-out-22 01:29:00	1,5
22-out-22 03:29:00	1,110000014
22-out-22 05:29:00	0,759999999
22-out-22 07:29:00	0,389999986
22-out-22 09:29:00	0,699999988
22-out-22 11:29:00	3,369999886
22-out-22 19:29:00	1,169999957
22-out-22 21:29:00	0,629999995
22-out-22 23:29:00	0,860000014
23-out-22 01:29:00	0,699999988
23-out-22 03:29:00	0,939999998
23-out-22 05:29:00	1,210000038
23-out-22 07:29:00	1,120000005
23-out-22 09:29:00	1,769999981
23-out-22 11:29:00	1,690000057
23-out-22 13:29:00	1,279999971

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
23-out-22 15:29:00	1,110000014
23-out-22 17:29:00	0,800000012
23-out-22 19:29:00	1,440000057
23-out-22 21:29:00	3,150000095
23-out-22 23:29:00	2,849999905
24-out-22 01:29:00	2,799999952
24-out-22 03:29:00	1,899999976
24-out-22 05:29:00	1,769999981
24-out-22 07:29:00	3,650000095
24-out-22 09:29:00	2,720000029
24-out-22 11:29:00	2,160000086
24-out-22 13:29:00	1,879999995
24-out-22 17:29:00	2,180000067
24-out-22 19:29:00	1,639999986
24-out-22 21:29:00	0,550000012
24-out-22 23:29:00	1,710000038
28-out-22 09:29:00	0,419999987
28-out-22 11:29:00	0,899999976
28-out-22 13:29:00	0,5
28-out-22 15:29:00	0,310000002
28-out-22 17:29:00	0,479999989
28-out-22 19:29:00	0,379999995
28-out-22 21:29:00	0,529999971
28-out-22 23:29:00	1,039999962
29-out-22 01:29:00	1,129999995
29-out-22 03:29:00	1,289999962
29-out-22 05:29:00	0,829999983
29-out-22 07:29:00	1,100000024
29-out-22 09:29:00	1,210000038
29-out-22 11:29:00	3,619999886
29-out-22 13:29:00	0,779999971
29-out-22 15:29:00	0,660000026
29-out-22 17:29:00	0,779999971
29-out-22 19:29:00	0,839999974
29-out-22 21:29:00	1,730000019
29-out-22 23:29:00	0,819999993
30-out-22 01:29:00	0,280000001
30-out-22 03:29:00	0,709999979
30-out-22 05:29:00	0,970000029
30-out-22 07:29:00	0,959999979
30-out-22 09:29:00	0,939999998
30-out-22 13:29:00	3,359999895
30-out-22 15:29:00	1,940000057
30-out-22 17:29:00	1,129999995
30-out-22 19:29:00	0,340000004
30-out-22 21:29:00	0,699999988

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
30-out-22 23:29:00	0,639999986
31-out-22 01:29:00	0,639999986
31-out-22 03:29:00	0,870000005
31-out-22 05:29:00	0,899999976
31-out-22 07:29:00	1,299999952
31-out-22 09:29:00	2,150000095
31-out-22 11:29:00	0,819999993
31-out-22 13:29:00	1,899999976
31-out-22 15:29:00	1,090000033
31-out-22 17:29:00	0,850000024
31-out-22 19:29:00	0,990000001
31-out-22 21:29:00	2,029999971
31-out-22 23:29:00	1,549999952
01-nov-22 01:29:00	1,070000052
01-nov-22 03:29:00	0,449999988
01-nov-22 05:29:00	0,519999981
01-nov-22 07:29:00	0,759999999
01-nov-22 09:29:00	2,940000057
01-nov-22 11:29:00	1,399999976
01-nov-22 13:29:00	0,879999995
01-nov-22 15:29:00	0,930000007
01-nov-22 17:29:00	0,970000029
01-nov-22 19:29:00	1
01-nov-22 21:29:00	1,080000043
02-nov-22 01:29:00	1,570000052
02-nov-22 03:29:00	2,960000038
02-nov-22 05:29:00	0,920000017
02-nov-22 07:29:00	1,720000029
02-nov-22 09:29:00	1,529999971
02-nov-22 11:29:00	1,850000024
02-nov-22 13:29:00	2,349999905
02-nov-22 15:29:00	2,779999971
02-nov-22 17:29:00	0,939999998
02-nov-22 19:29:00	1,159999967
02-nov-22 23:29:00	3,119999886
03-nov-22 01:29:00	2,289999962
03-nov-22 03:29:00	1,490000001
03-nov-22 05:29:00	1,120000005
03-nov-22 07:29:00	0,649999976
03-nov-22 09:29:00	1,590000033
03-nov-22 11:29:00	2,309999943
03-nov-22 13:29:00	0,990000001
03-nov-22 15:29:00	0,970000029
03-nov-22 17:29:00	0,670000017
03-nov-22 19:29:00	0,740000001
03-nov-22 21:29:00	1,009999999

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
03-nov-22 23:29:00	2,269999981
04-nov-22 01:29:00	2,279999971
04-nov-22 03:29:00	1,940000057
04-nov-22 09:29:00	2,900000095
04-nov-22 13:29:00	2,890000105
05-nov-22 09:29:00	0,779999971
05-nov-22 11:29:00	0,430000007
05-nov-22 13:29:00	0,490000001
05-nov-22 15:29:00	1,019999981
05-nov-22 19:29:00	1,320000052
05-nov-22 21:29:00	1,899999976
05-nov-22 23:29:00	0,660000026
06-nov-22 01:29:00	0,600000024
06-nov-22 03:29:00	0,519999981
06-nov-22 05:29:00	0,699999988
06-nov-22 07:29:00	0,620000005
06-nov-22 09:29:00	0,959999979
06-nov-22 11:29:00	0,959999979
06-nov-22 13:29:00	1,519999981
06-nov-22 15:29:00	2,359999895
06-nov-22 19:29:00	3,380000114
06-nov-22 21:29:00	1,789999962
06-nov-22 23:29:00	1,559999943
07-nov-22 01:29:00	2,109999895
07-nov-22 03:29:00	3,309999943
07-nov-22 05:29:00	2,099999905
07-nov-22 07:29:00	3,140000105
07-nov-22 09:29:00	1,419999957
07-nov-22 11:29:00	2,339999914
07-nov-22 13:29:00	2,180000067
07-nov-22 17:29:00	1,580000043
07-nov-22 19:29:00	0,699999988
07-nov-22 21:29:00	0,600000024
07-nov-22 23:29:00	0,449999988
08-nov-22 01:29:00	0,740000001
08-nov-22 03:29:00	1,009999999
08-nov-22 11:29:00	1,269999981
08-nov-22 13:29:00	0,689999998
08-nov-22 15:29:00	1,870000005
08-nov-22 17:29:00	0,730000019
08-nov-22 19:29:00	0,649999976
08-nov-22 23:29:00	0,589999974
09-nov-22 01:29:00	0,509999999
09-nov-22 03:29:00	0,579999983
09-nov-22 05:29:00	0,560000002
09-nov-22 07:29:00	0,569999993

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
09-nov-22 09:29:00	1,309999943
09-nov-22 11:29:00	0,600000024
09-nov-22 13:29:00	0,879999995
09-nov-22 15:29:00	1,799999952
09-nov-22 19:29:00	0,99000001
09-nov-22 21:29:00	1,450000048
09-nov-22 23:29:00	3,279999971
10-nov-22 01:29:00	3,25999999
10-nov-22 03:29:00	0,879999995
10-nov-22 05:29:00	1,370000005
10-nov-22 07:29:00	0,550000012
10-nov-22 09:29:00	1,600000024
10-nov-22 11:29:00	2,400000095
10-nov-22 13:29:00	1,059999943
10-nov-22 15:29:00	0,519999981
10-nov-22 17:29:00	0,50999999
10-nov-22 19:29:00	0,490000001
10-nov-22 21:29:00	0,449999988
10-nov-22 23:29:00	0,490000001
11-nov-22 01:29:00	0,709999979
11-nov-22 03:29:00	1,279999971
11-nov-22 05:29:00	0,699999988
11-nov-22 07:29:00	0,560000002
11-nov-22 09:29:00	1,330000043
11-nov-22 11:29:00	3,200000048
12-nov-22 01:29:00	2,170000076
12-nov-22 03:29:00	1,110000014
12-nov-22 05:29:00	0,839999974
12-nov-22 07:29:00	0,550000012
12-nov-22 09:29:00	0,990000001
12-nov-22 11:29:00	1,039999962
12-nov-22 13:29:00	1,149999976
12-nov-22 21:29:00	1,149999976
12-nov-22 23:29:00	0,579999983
13-nov-22 01:29:00	0,409999996
13-nov-22 03:29:00	0,340000004
13-nov-22 05:29:00	1,830000043
13-nov-22 07:29:00	0,300000012
13-nov-22 09:29:00	0,319999993
13-nov-22 11:29:00	0,699999988
13-nov-22 13:29:00	2,359999895
13-nov-22 15:29:00	0,449999988
13-nov-22 17:29:00	0,409999996
13-nov-22 19:29:00	0,25
13-nov-22 21:29:00	0,610000014
13-nov-22 23:29:00	0,800000012

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
14-nov-22 01:29:00	0,560000002
14-nov-22 03:29:00	0,579999983
14-nov-22 05:29:00	0,430000007
14-nov-22 07:29:00	0,610000014
14-nov-22 09:29:00	0,600000024
14-nov-22 11:29:00	0,920000017
14-nov-22 13:29:00	0,600000024
14-nov-22 15:29:00	1,100000024
14-nov-22 19:29:00	1,210000038
14-nov-22 21:29:00	0,579999983
14-nov-22 23:29:00	0,400000006
15-nov-22 01:29:00	1,00999999
15-nov-22 03:29:00	0,439999998
15-nov-22 05:29:00	1,970000029
15-nov-22 07:29:00	0,610000014
15-nov-22 09:29:00	0,970000029
15-nov-22 11:29:00	1,75999999
15-nov-22 19:29:00	2,74000001
15-nov-22 21:29:00	1,289999962
18-nov-22 03:29:00	0,980000019
18-nov-22 05:29:00	0,74000001
18-nov-22 07:29:00	0,829999983
18-nov-22 09:29:00	1,460000038
18-nov-22 11:29:00	1,600000024
18-nov-22 13:29:00	1,539999962
18-nov-22 15:29:00	1,940000057
19-nov-22 03:29:00	0,670000017
19-nov-22 05:29:00	0,879999995
19-nov-22 07:29:00	0,600000024
19-nov-22 09:29:00	1,360000014
19-nov-22 11:29:00	0,970000029
19-nov-22 13:29:00	0,629999995
19-nov-22 15:29:00	0,709999979
19-nov-22 17:29:00	0,629999995
19-nov-22 19:29:00	1,070000052
20-nov-22 05:29:00	1,799999952
20-nov-22 07:29:00	2,369999886
20-nov-22 09:29:00	1,549999952
20-nov-22 11:29:00	1,450000048
20-nov-22 13:29:00	1,330000043
20-nov-22 17:29:00	3,609999895
20-nov-22 19:29:00	0,519999981
20-nov-22 21:29:00	0,439999998
20-nov-22 23:29:00	0,660000026
21-nov-22 01:29:00	0,939999998
21-nov-22 03:29:00	1,080000043

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
21-nov-22 09:29:00	2,710000038
21-nov-22 13:29:00	1,029999971
21-nov-22 15:29:00	0,610000014
21-nov-22 17:29:00	0,75
21-nov-22 19:29:00	0,930000007
21-nov-22 21:29:00	0,899999976
21-nov-22 23:29:00	1,350000024
22-nov-22 01:29:00	1,389999986
22-nov-22 03:29:00	1,240000001
22-nov-22 05:29:00	0,819999993
22-nov-22 07:29:00	1,450000048
22-nov-22 09:29:00	1,639999986
22-nov-22 15:29:00	1,269999981
22-nov-22 17:29:00	1,360000014
22-nov-22 19:29:00	1,659999967
23-nov-22 03:29:00	1,690000057
23-nov-22 05:29:00	3,089999914
23-nov-22 09:29:00	0,779999971
23-nov-22 11:29:00	0,289999992
23-nov-22 13:29:00	0,419999987
23-nov-22 17:29:00	0,600000024
23-nov-22 19:29:00	0,769999981
23-nov-22 21:29:00	3,539999962
24-nov-22 03:29:00	2,079999924
24-nov-22 05:29:00	1,529999971
24-nov-22 07:29:00	1
24-nov-22 09:29:00	3,079999924
24-nov-22 11:29:00	1,470000029
24-nov-22 13:29:00	0,670000017
24-nov-22 15:29:00	0,649999976
24-nov-22 17:29:00	0,75
24-nov-22 19:29:00	0,560000002
24-nov-22 21:29:00	0,689999998
24-nov-22 23:29:00	0,469999999
25-nov-22 01:29:00	0,620000005
25-nov-22 03:29:00	1,230000019
25-nov-22 05:29:00	0,439999998
25-nov-22 07:29:00	0,699999988
25-nov-22 09:29:00	0,5
25-nov-22 19:29:00	1,899999976
25-nov-22 21:29:00	0,589999974
25-nov-22 23:29:00	0,850000024
26-nov-22 01:29:00	0,720000029
26-nov-22 03:29:00	2,230000019
26-nov-22 05:29:00	1,080000043
26-nov-22 07:29:00	0,800000012

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
26-nov-22 09:29:00	2,650000095
26-nov-22 15:29:00	1,850000024
26-nov-22 17:29:00	3,559999943
26-nov-22 19:29:00	1,820000052
26-nov-22 21:29:00	2,480000019
26-nov-22 23:29:00	1,029999971
27-nov-22 01:29:00	1,629999995
27-nov-22 03:29:00	1,470000029
27-nov-22 05:29:00	0,759999999
27-nov-22 07:29:00	1
27-nov-22 09:29:00	1,639999986
27-nov-22 17:29:00	1,389999986
27-nov-22 19:29:00	0,660000026
27-nov-22 21:29:00	0,759999999
27-nov-22 23:29:00	0,709999979
28-nov-22 01:29:00	0,810000002
28-nov-22 03:29:00	1,820000052
28-nov-22 05:29:00	2,309999943
28-nov-22 07:29:00	2,200000048
28-nov-22 09:29:00	0,990000001
28-nov-22 11:29:00	0,709999979
28-nov-22 13:29:00	0,949999988
28-nov-22 15:29:00	1,159999967
28-nov-22 17:29:00	0,720000029
28-nov-22 21:29:00	0,670000017
28-nov-22 23:29:00	1,120000005
29-nov-22 01:29:00	3,210000038
29-nov-22 05:29:00	1,139999986
29-nov-22 07:29:00	0,649999976
29-nov-22 09:29:00	1
29-nov-22 11:29:00	0,920000017
29-nov-22 13:29:00	1,029999971
29-nov-22 15:29:00	0,699999988
29-nov-22 17:29:00	1,980000019
29-nov-22 19:29:00	1,940000057
29-nov-22 21:29:00	1,129999995
29-nov-22 23:29:00	0,980000019
30-nov-22 01:29:00	2,190000057
30-nov-22 09:29:00	2,599999905
30-nov-22 11:29:00	1,210000038
30-nov-22 13:29:00	0,800000012
30-nov-22 15:29:00	0,490000001
30-nov-22 17:29:00	0,560000002
30-nov-22 19:29:00	0,509999999
30-nov-22 21:29:00	0,5
30-nov-22 23:29:00	0,709999979

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
01-dez-22 01:29:00	0,629999995
01-dez-22 03:29:00	0,360000014
01-dez-22 05:29:00	1,159999967
04-dez-22 01:29:00	1,139999986
04-dez-22 03:29:00	1,25
04-dez-22 05:29:00	2,329999924
04-dez-22 11:29:00	1,179999948
04-dez-22 13:29:00	0,620000005
04-dez-22 15:29:00	0,370000005
04-dez-22 17:29:00	0,610000014
04-dez-22 19:29:00	1,470000029
04-dez-22 21:29:00	1,480000019
05-dez-22 01:29:00	0,959999979
05-dez-22 23:29:00	2,589999914
06-dez-22 01:29:00	1,830000043
06-dez-22 03:29:00	1,379999995
06-dez-22 05:29:00	1,340000033
06-dez-22 07:29:00	0,550000012
06-dez-22 09:29:00	1,070000052
06-dez-22 11:29:00	2,630000114
06-dez-22 13:29:00	2,609999895
06-dez-22 15:29:00	2,390000105
06-dez-22 17:29:00	2,819999933
06-dez-22 23:29:00	2,630000114
07-dez-22 01:29:00	0,769999981
07-dez-22 03:29:00	2,119999886
07-dez-22 05:29:00	1,230000019
07-dez-22 07:29:00	0,959999979
07-dez-22 09:29:00	0,610000014
07-dez-22 11:29:00	1,960000038
07-dez-22 15:29:00	3,589999914
07-dez-22 17:29:00	1,210000038
07-dez-22 19:29:00	1,879999995
07-dez-22 21:29:00	1,159999967
07-dez-22 23:29:00	2,160000086
08-dez-22 01:29:00	2,769999981
08-dez-22 03:29:00	1,210000038
08-dez-22 05:29:00	1,320000052
08-dez-22 07:29:00	2,390000105
08-dez-22 09:29:00	2,079999924
08-dez-22 13:29:00	2,400000095
08-dez-22 15:29:00	3,059999943
08-dez-22 19:29:00	3,380000114
09-dez-22 09:29:00	3,650000095
09-dez-22 11:29:00	1,039999962
09-dez-22 13:29:00	0,569999993

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
09-dez-22 15:29:00	1,919999957
09-dez-22 19:29:00	3,059999943
09-dez-22 21:29:00	2,369999886
09-dez-22 23:29:00	3,660000086
11-dez-22 05:29:00	1,350000024
11-dez-22 07:29:00	0,419999987
11-dez-22 09:29:00	1,330000043
11-dez-22 11:29:00	2,799999952
11-dez-22 17:29:00	2,769999981
11-dez-22 19:29:00	2,960000038
11-dez-22 21:29:00	2,200000048
11-dez-22 23:29:00	1,070000052
12-dez-22 01:29:00	1,299999952
12-dez-22 03:29:00	1,139999986
12-dez-22 05:29:00	2,839999914
12-dez-22 07:29:00	1,610000014
12-dez-22 09:29:00	1,340000033
12-dez-22 11:29:00	1,350000024
12-dez-22 13:29:00	1,399999976
12-dez-22 15:29:00	2,799999952
13-dez-22 23:29:00	1,179999948
14-dez-22 01:29:00	0,899999976
14-dez-22 03:29:00	1,019999981
14-dez-22 05:29:00	1,029999971
14-dez-22 07:29:00	1,830000043
14-dez-22 11:29:00	2,829999924
14-dez-22 13:29:00	2,549999952
14-dez-22 15:29:00	1,970000029
14-dez-22 17:29:00	1,360000014
14-dez-22 19:29:00	1,610000014
14-dez-22 21:29:00	2
14-dez-22 23:29:00	1,090000033
15-dez-22 01:29:00	1,769999981
15-dez-22 03:29:00	1,220000029
15-dez-22 05:29:00	2,690000057
15-dez-22 07:29:00	2,589999914
15-dez-22 09:29:00	2,089999914
15-dez-22 11:29:00	1,320000052
15-dez-22 13:29:00	2,069999933
15-dez-22 19:29:00	3,430000067
16-dez-22 03:29:00	0,449999988
16-dez-22 05:29:00	1,620000005
16-dez-22 07:29:00	0,720000029
16-dez-22 09:29:00	0,740000001
16-dez-22 11:29:00	2,509999999
16-dez-22 13:29:00	1,919999957

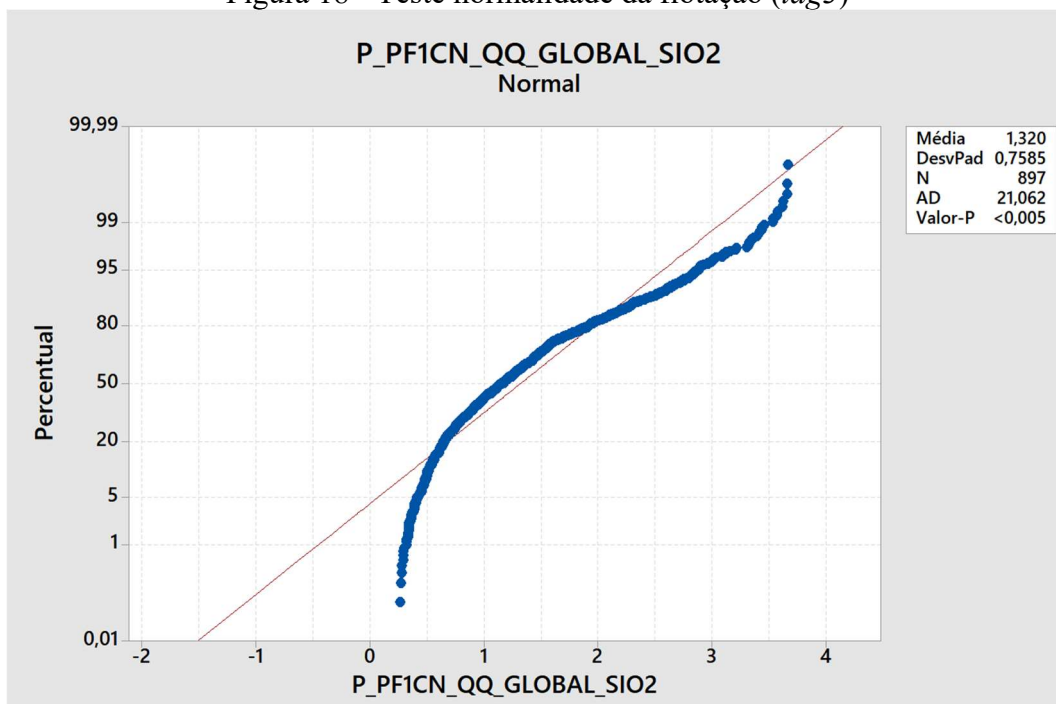
DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
16-dez-22 15:29:00	2,059999943
16-dez-22 17:29:00	1,289999962
16-dez-22 19:29:00	2,829999924
16-dez-22 21:29:00	2,119999886
16-dez-22 23:29:00	3,079999924
17-dez-22 01:29:00	1,649999976
17-dez-22 03:29:00	3,24000001
17-dez-22 05:29:00	1,610000014
17-dez-22 07:29:00	1,590000033
17-dez-22 09:29:00	1,629999995
17-dez-22 11:29:00	2,930000067
17-dez-22 15:29:00	1,860000014
17-dez-22 17:29:00	2,069999933
17-dez-22 19:29:00	2,930000067
17-dez-22 21:29:00	1,600000024
17-dez-22 23:29:00	2,690000057
18-dez-22 01:29:00	2,849999905
18-dez-22 03:29:00	1,480000019
18-dez-22 05:29:00	3,059999943
18-dez-22 07:29:00	2,289999962
18-dez-22 09:29:00	1,519999981
18-dez-22 11:29:00	1,340000033
18-dez-22 13:29:00	0,829999983
18-dez-22 15:29:00	1,360000014
18-dez-22 17:29:00	0,959999979
18-dez-22 19:29:00	1,470000029
18-dez-22 21:29:00	0,839999974
18-dez-22 23:29:00	1,159999967
19-dez-22 01:29:00	1,519999981
19-dez-22 03:29:00	1,470000029
19-dez-22 05:29:00	1,75
19-dez-22 07:29:00	1,700000048
19-dez-22 09:29:00	1,74000001
19-dez-22 11:29:00	1,860000014
19-dez-22 13:29:00	0,540000021
19-dez-22 15:29:00	2,230000019
19-dez-22 17:29:00	1,549999952
19-dez-22 19:29:00	2,930000067
19-dez-22 21:29:00	2,190000057
22-dez-22 15:29:00	1,559999943
22-dez-22 17:29:00	2,5
22-dez-22 19:29:00	2,069999933
22-dez-22 21:29:00	1,549999952
22-dez-22 23:29:00	2,609999895
23-dez-22 01:29:00	1,25
23-dez-22 03:29:00	1,820000052

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
23-dez-22 11:29:00	2,700000048
23-dez-22 13:29:00	2,509999999
23-dez-22 15:29:00	2,119999886
23-dez-22 17:29:00	2,029999971
23-dez-22 21:29:00	2,630000114
23-dez-22 23:29:00	3,380000114
24-dez-22 01:29:00	1,230000019
24-dez-22 03:29:00	0,860000014
24-dez-22 13:29:00	1,5
24-dez-22 15:29:00	2,089999914
24-dez-22 17:29:00	1,639999986
24-dez-22 19:29:00	1,019999981
24-dez-22 21:29:00	2,069999933
24-dez-22 23:29:00	1,259999999
25-dez-22 01:29:00	1,220000029
25-dez-22 03:29:00	2,089999914
25-dez-22 05:29:00	1,399999976
25-dez-22 07:29:00	2,160000086
25-dez-22 11:29:00	0,589999974
25-dez-22 13:29:00	0,649999976
25-dez-22 15:29:00	0,990000001
25-dez-22 17:29:00	2,599999905
25-dez-22 23:29:00	2,680000067
26-dez-22 01:29:00	1,529999971
26-dez-22 03:29:00	1,049999952
26-dez-22 05:29:00	1,870000005
26-dez-22 13:29:00	1,759999999
26-dez-22 15:29:00	2,559999943
26-dez-22 17:29:00	1,919999957
26-dez-22 19:29:00	1,809999943
26-dez-22 21:29:00	1,730000019
26-dez-22 23:29:00	1,700000048
27-dez-22 01:29:00	3,269999981
27-dez-22 07:29:00	3,650000095
27-dez-22 09:29:00	2,75
27-dez-22 11:29:00	1,009999999
27-dez-22 13:29:00	1,029999971
27-dez-22 15:29:00	0,670000017
27-dez-22 17:29:00	0,870000005
27-dez-22 19:29:00	0,899999976
27-dez-22 21:29:00	1,220000029
27-dez-22 23:29:00	2,839999914
28-dez-22 01:29:00	2,269999981
28-dez-22 03:29:00	1,279999971
28-dez-22 05:29:00	0,75
28-dez-22 07:29:00	1,059999943

DATA	P_PF1CN_QQ_GLOBAL_ Silica (considerando resultado boxplot < 3,67)
28-dez-22 09:29:00	1,080000043
28-dez-22 11:29:00	0,819999993
28-dez-22 13:29:00	0,920000017
28-dez-22 15:29:00	2,730000019
28-dez-22 23:29:00	2,680000067
29-dez-22 01:29:00	1,139999986
29-dez-22 03:29:00	0,790000021
29-dez-22 05:29:00	0,870000005
29-dez-22 07:29:00	1,629999995
29-dez-22 09:29:00	2,160000086
30-dez-22 05:29:00	2,029999971
30-dez-22 07:29:00	2,630000114
30-dez-22 09:29:00	1,759999999
30-dez-22 11:29:00	2,609999895
30-dez-22 13:29:00	3,5
30-dez-22 15:29:00	1,559999943
30-dez-22 17:29:00	2,660000086
30-dez-22 19:29:00	3,049999952
30-dez-22 21:29:00	2,089999914
30-dez-22 23:29:00	2,339999914
31-dez-22 01:29:00	2,519999981
31-dez-22 07:29:00	1,899999976
31-dez-22 09:29:00	1,879999995
31-dez-22 11:29:00	1,700000048
31-dez-22 13:29:00	1,269999981
31-dez-22 15:29:00	1,070000052
31-dez-22 17:29:00	1,019999981
31-dez-22 19:29:00	1,330000043
31-dez-22 21:29:00	0,829999983
31-dez-22 23:29:00	1,090000033

APÊNDICE B – Teste de normalidade dos dados – histórico das variáveis em condição de estabilidade

Figura 18 - Teste normalidade da flotação (*lag3*)



Fonte: Autoria Própria (2023)

APÊNDICE C – Teste de Autocorrelação – Definição do *lag* ideal

```
[1]: import pandas as pd
      import numpy as np
      import matplotlib.pyplot as plt
[2]: from sklearn.model_selection import KFold
[3]: pd.set_option('mode.chained_assignment', None)
[4]: df = pd.read_csv("DadosGerais.csv")
[5]: df_process = pd.read_csv("DadosGerais.csv")
[6]: df_process = df_process.drop(columns=['Unnamed: 2', 'Unnamed: 3',
'Unnamed: 4'])
[7]: df_process[list(df_process)[1]] =
df_process[list(df_process)[1]].apply(lambda x:
↳x.replace(',','.')).astype(float)
[8]: df.head()
[9]: df = df.drop(columns=['Unnamed: 2', 'Unnamed: 3', 'Unnamed: 4'])
[10]: df.tail()
[11]: df[list(df)[1]] = df[list(df)[1]].apply(lambda x:
x.replace(',','.')).
↳astype(float)
[12]: df_2 = df
[13]: df_2.head()
Média das amostras coletadas
[14]: X = np.mean(df_2[str(list(df_2)[1])])
[16]: df_2[list(df_2)[1]]
[17]: A = np.array(df_2[list(df_2)[1]])
[18]: X
[18]: 1.4865237245660257
[19]: A
[19]: array([0.66000003, 0.73000002, 0.41 , ..., 1.33000004, 0.82999998,
1.09000003])
[20]: A = A[1:]
[21]: A = np.append(A,0)
[22]: df_2['Xi-1'] = A
[23]: df_2[list(df_2)[1]][0]
[23]: 0.660000026226044
[24]: B = []
for i in range(len(A)):
    B.append(df_2[list(df_2)[1]][i]-X)
[25]: C = []
for i in range(len(A)):
    C.append(df_2[list(df_2)[2]][i]-X)
[26]: D = []
for i in range(len(A)):
    D.append(B[i]*C[i])
[27]: E = []
for i in range(len(A)):
    E.append(np.square(B[i]))
[28]: df_2['Xi-MED'] = B
[29]: df_2['X(i-1)-MED'] = C
[30]: df_2['Xi-MED*X(i-1)-MED'] = D
[31]: df_2['(Xi-MED)2'] = E
[32]: df_process
[2845 rows x 2 columns]
[33]: rk = df_2[list(df_2)[5]].sum()/df_2[list(df_2)[6]].sum()
[34]: print(f'O valor do rk = {rk*100}%')
O valor do rk = 46.86892286882083%
[35]: rkGood = 2/np.sqrt(len(A)) #len(A)
[36]: print(f'O valor do rk tem que ser menor que {rkGood*100}%')
```

```

O valor do rk tem que ser menor que 3.7496338426979503%
[37]: def altData(df_process):
df_process[list(df_process)[0]] = df_process[list(df_process)[0]].
↳apply(lambda x: x.replace('-', '/'))
df_process[list(df_process)[0]] = df_process[list(df_process)[0]].
↳apply(lambda x: x.replace('/jan/', '/01/'))
df_process[list(df_process)[0]] = df_process[list(df_process)[0]].
↳apply(lambda x: x.replace('/fev/', '/02/'))
df_process[list(df_process)[0]] = df_process[list(df_process)[0]].
↳apply(lambda x: x.replace('/mar/', '/03/'))
df_process[list(df_process)[0]] = df_process[list(df_process)[0]].
↳apply(lambda x: x.replace('/abr/', '/04/'))
df_process[list(df_process)[0]] = df_process[list(df_process)[0]].
↳apply(lambda x: x.replace('/mai/', '/05/'))
df_process[list(df_process)[0]] = df_process[list(df_process)[0]].
↳apply(lambda x: x.replace('/jun/', '/06/'))
df_process[list(df_process)[0]] = df_process[list(df_process)[0]].
↳apply(lambda x: x.replace('/jul/', '/07/'))
df_process[list(df_process)[0]] = df_process[list(df_process)[0]].
↳apply(lambda x: x.replace('/ago/', '/08/'))
df_process[list(df_process)[0]] = df_process[list(df_process)[0]].
↳apply(lambda x: x.replace('/ago/', '/08/'))
df_process[list(df_process)[0]] = df_process[list(df_process)[0]].
↳apply(lambda x: x.replace('/set/', '/09/'))
df_process[list(df_process)[0]] = df_process[list(df_process)[0]].
↳apply(lambda x: x.replace('/out/', '/10/'))
df_process[list(df_process)[0]] = df_process[list(df_process)[0]].
↳apply(lambda x: x.replace('/nov/', '/11/'))
df_process[list(df_process)[0]] = df_process[list(df_process)[0]].
↳apply(lambda x: x.replace('/dez/', '/12/'))
df_process[list(df_process)[0]] = df_process[list(df_process)[0]].
↳apply(lambda x: x.replace('/22', '/2022'))
df_process[list(df_process)[0]] = pd.
↳to_datetime(df_process[list(df_process)[0]], format = '%d/%m/%Y %H:%M:
↳%S')
[41]: def MXZ_Rk(df, rk=1.0):
rkGood = 2/np.sqrt(len(df[list(df)[1]]))
#while rkGood<rk:
for i in range(len(df[list(df)[1]])):
    A = np.array(df[list(df)[1]])
    A = A[i:]
    A = np.append(A, np.zeros(len(df[list(df)[1]])-len(A)))
    X = np.mean(df[list(df)[1]])
B = []
for j in range(len(A)):
    B.append(df[list(df)[1]][j]-X)
C = []
for j in range(len(A)):
    C.append(A[j]-X)
D = []
for j in range(len(A)):
    D.append(B[j]*C[j])
E = []
for j in range(len(A)):
    E.append(np.square(B[j]))
rk = np.array(D).sum()/np.array(E).sum()
lag = i
print(f'iteração numero: {lag} || rk = {rk}')
if rkGood>rk:
break

```

```

n_amostras = len(df[list(df)[1]])
print(f'\n*** rk deve ser menor que {rkGood} para uma amostra de tamanho_
↳{len(df[list(df)[1])}***')
df_process = df
df_process[f'Xi+{lag}'] = A
df_process['Xi-MED'] = B
df_process[f'X(i+{lag})-MED'] = C
df_process[f'Xi-MED*X(i+{lag})-MED'] = D
df_process['(Xi-MED)²'] = E
if not str(df_process[list(df_process)[0]].dtype).startswith('datetime64'):
altData(df_process)
return df_process, rk, lag, rkGood, n_amostras
[42]: def plot(dataframe):
plt.title('\nDistribuição total dos dados\n coleta ANUAL')
plt.scatter(dataframe[list(dataframe)[1]], dataframe[list(dataframe)[2]]_
↳, alpha = 0.2)
plt.xlabel("Xi (SIO2)")
plt.ylabel("Xi+46 (SIO2)")
[43]: df_process_3, rk_process, leg, _, _=MXZ_Rk(df_process)
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.4686892286882083
iteração numero: 2 || rk = 0.21763384789945786
iteração numero: 3 || rk = 0.11788700100151166
iteração numero: 4 || rk = 0.12887252506210178
iteração numero: 5 || rk = 0.14046128403291586
iteração numero: 6 || rk = 0.1388754776782625
iteração numero: 7 || rk = 0.13706833524068313
iteração numero: 8 || rk = 0.13964830288761607
iteração numero: 9 || rk = 0.12070430638073056
iteração numero: 10 || rk = 0.11740671440163315
iteração numero: 11 || rk = 0.10623701891939101
iteração numero: 12 || rk = 0.11010515357598304
iteração numero: 13 || rk = 0.10027239043669783
iteração numero: 14 || rk = 0.09120141638778405
iteração numero: 15 || rk = 0.0674377671103768
iteração numero: 16 || rk = 0.06743929707945176
iteração numero: 17 || rk = 0.08884267076348504
iteração numero: 18 || rk = 0.10511926588843866
iteração numero: 19 || rk = 0.0679950799054687
iteração numero: 20 || rk = 0.059397177127138746
iteração numero: 21 || rk = 0.0631004502350801
iteração numero: 22 || rk = 0.07631977763983304
iteração numero: 23 || rk = 0.06082259224324827
iteração numero: 24 || rk = 0.0883514541405606
iteração numero: 25 || rk = 0.11900993235186741
iteração numero: 26 || rk = 0.10984040133212442
iteração numero: 27 || rk = 0.1112107811272316
iteração numero: 28 || rk = 0.0953620567480077
iteração numero: 29 || rk = 0.06954164996173656
iteração numero: 30 || rk = 0.055826506617609836
iteração numero: 31 || rk = 0.07193104018162934
iteração numero: 32 || rk = 0.08189734067114139
iteração numero: 33 || rk = 0.07271538444640735
iteração numero: 34 || rk = 0.06917814078358983
iteração numero: 35 || rk = 0.09046131530444576
iteração numero: 36 || rk = 0.09409540304529769
iteração numero: 37 || rk = 0.08888589706234498
iteração numero: 38 || rk = 0.07089695109130126
iteração numero: 39 || rk = 0.04738745041474477
iteração numero: 40 || rk = 0.055375226176328736
iteração numero: 41 || rk = 0.07721992629078672

```

```

iteração numero: 42 || rk = 0.07362306657159426
iteração numero: 43 || rk = 0.08156755255242865
iteração numero: 44 || rk = 0.07290690469068938
iteração numero: 45 || rk = 0.05399276168992168
iteração numero: 46 || rk = 0.029410964259076345
*** rk deve ser menor que 0.037496338426979504 para uma amostra de tamanho
2845***
[44]: rk_process
[44]: 0.029410964259076345
[45]: df_process_3[list(df_process)[0]].dt.day.head(5)
[46]: lag
[46]: 46
[47]: df_process_3.iloc[0:].drop(index=df_process.index)
[48]: df_process_3.head()
[49]: indices = list(range(len(df_process[list(df_process)[0]]))
k = 80
[50]: def kfoldcv(indices, k):
        size = len(indices)
        subset_size = round(size / k)
        subsets = [indices[x:x+subset_size] for x in range(0,
len(indices), _
                                ↪subset_size)]
        kfolds = []
        for i in range(k):
            test = subsets[i]
            train = []
            for subset in subsets:
                if subset != test:
                    train.append(subset)
            kfolds.append((train, test))
        return kfolds
[51]: kfolds = kfoldcv(indices, k)
[52]: df_process_fold2 = df_process.iloc[kfolds[0][1]]
[53]: df_process_fold2.head()
[54]: df_process_10, rk_process, leg, _, _=MXZ_Rk(df_process_fold2)
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.5749736229705771
iteração numero: 2 || rk = 0.5036858984559628
iteração numero: 3 || rk = 0.2057959574495616
[55]: colunas = ['data_div', 'n_amostras', 'rk', 'rkdesejado', 'leg']
saida = pd.DataFrame(columns=colunas)
for i in range(1, 80):
    k=i
    kfolds = kfoldcv(indices, k)
    df_process_fold2 = df_process.iloc[kfolds[0][1]]
    df_process_, rk_process, leg, rk_bom, n_amostras=MXZ_Rk(df_process_fold2)
    data = [k, n_amostras, rk_process, rk_bom, leg]
    data_ = pd.DataFrame(np.array([data]),
columns=colunas)
    saida = pd.concat([saida, data_])
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.4686892286882083
iteração numero: 2 || rk = 0.21763384789945786
iteração numero: 3 || rk = 0.11788700100151166
iteração numero: 4 || rk = 0.12887252506210178
iteração numero: 5 || rk = 0.14046128403291586
iteração numero: 6 || rk = 0.1388754776782625
iteração numero: 7 || rk = 0.13706833524068313
iteração numero: 8 || rk = 0.13964830288761607
iteração numero: 9 || rk = 0.12070430638073056
iteração numero: 10 || rk = 0.11740671440163315

```

```
iteração numero: 11 || rk = 0.10623701891939101
iteração numero: 12 || rk = 0.11010515357598304
iteração numero: 13 || rk = 0.10027239043669783
iteração numero: 14 || rk = 0.09120141638778405
iteração numero: 15 || rk = 0.0674377671103768
iteração numero: 16 || rk = 0.06743929707945176
iteração numero: 17 || rk = 0.08884267076348504
iteração numero: 18 || rk = 0.10511926588843866
iteração numero: 19 || rk = 0.0679950799054687
iteração numero: 20 || rk = 0.059397177127138746
iteração numero: 21 || rk = 0.0631004502350801
iteração numero: 22 || rk = 0.07631977763983304
iteração numero: 23 || rk = 0.06082259224324827
iteração numero: 24 || rk = 0.0883514541405606
iteração numero: 25 || rk = 0.11900993235186741
iteração numero: 26 || rk = 0.10984040133212442
iteração numero: 27 || rk = 0.1112107811272316
iteração numero: 28 || rk = 0.0953620567480077
iteração numero: 29 || rk = 0.06954164996173656
iteração numero: 30 || rk = 0.055826506617609836
iteração numero: 31 || rk = 0.07193104018162934
iteração numero: 32 || rk = 0.08189734067114139
iteração numero: 33 || rk = 0.07271538444640735
iteração numero: 34 || rk = 0.06917814078358983
iteração numero: 35 || rk = 0.09046131530444576
iteração numero: 36 || rk = 0.09409540304529769
iteração numero: 37 || rk = 0.08888589706234498
iteração numero: 38 || rk = 0.07089695109130126
iteração numero: 39 || rk = 0.04738745041474477
iteração numero: 40 || rk = 0.055375226176328736
iteração numero: 41 || rk = 0.07721992629078672
iteração numero: 42 || rk = 0.07362306657159426
iteração numero: 43 || rk = 0.08156755255242865
iteração numero: 44 || rk = 0.07290690469068938
iteração numero: 45 || rk = 0.05399276168992168
iteração numero: 46 || rk = 0.029410964259076345
*** rk deve ser menor que 0.037496338426979504 para uma amostra de tamanho
2845***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.4475113530484151
iteração numero: 2 || rk = 0.20462685938136127
iteração numero: 3 || rk = 0.1299159507158289
iteração numero: 4 || rk = 0.1218104889373452
iteração numero: 5 || rk = 0.12352732187517806
iteração numero: 6 || rk = 0.12328890623424825
iteração numero: 7 || rk = 0.12500677036769361
iteração numero: 8 || rk = 0.11482607739441825
iteração numero: 9 || rk = 0.09367934001564718
iteração numero: 10 || rk = 0.10883472478667022
iteração numero: 11 || rk = 0.12887959254404802
iteração numero: 12 || rk = 0.11538845432533062
iteração numero: 13 || rk = 0.11797738907485063
iteração numero: 14 || rk = 0.11403580565458621
iteração numero: 15 || rk = 0.0979729986520763
iteração numero: 16 || rk = 0.07597536928041797
iteração numero: 17 || rk = 0.10455199563264791
iteração numero: 18 || rk = 0.10271156124096865
iteração numero: 19 || rk = 0.06682412246937286
/tmp/ipykernel_138521/3231362980.py:11: FutureWarning: The behavior of
DataFrame
```

```
concatenation with empty or all-NA entries is deprecated. In a future
version,
this will no longer exclude empty or all-NA columns when determining the
result
dtypes. To retain the old behavior, exclude the relevant entries before the
concat operation.
saida = pd.concat([saida,data_])
iteração numero: 20 || rk = 0.04783414805704008
*** rk deve ser menor que 0.053037152278381995 para uma amostra de tamanho
1422***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.42789005145524195
iteração numero: 2 || rk = 0.17436764548813152
iteração numero: 3 || rk = 0.044579973676149284
*** rk deve ser menor que 0.06495698024616309 para uma amostra de tamanho
948***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.37709341656377304
iteração numero: 2 || rk = 0.11824227292175189
iteração numero: 3 || rk = -0.028941030178071984
*** rk deve ser menor que 0.07500586006173493 para uma amostra de tamanho
711***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.41259725205682707
iteração numero: 2 || rk = 0.13098966253752342
iteração numero: 3 || rk = -0.02407488293484373
*** rk deve ser menor que 0.0838443616300637 para uma amostra de tamanho
569***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.40989617415974056
iteração numero: 2 || rk = 0.11066046504752125
iteração numero: 3 || rk = -0.05691576829236367
*** rk deve ser menor que 0.09186304243492507 para uma amostra de tamanho
474***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.42632408792202314
iteração numero: 2 || rk = 0.10885631128229097
iteração numero: 3 || rk = -0.05946957388179142
*** rk deve ser menor que 0.09925833339709302 para uma amostra de tamanho
406***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.44650376698854516
iteração numero: 2 || rk = 0.11418708447284154
iteração numero: 3 || rk = -0.05815188252310917
*** rk deve ser menor que 0.105999788000636 para uma amostra de tamanho
356***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.444956111867298
iteração numero: 2 || rk = 0.11231766651200503
*** rk deve ser menor que 0.1125087900926024 para uma amostra de tamanho
316***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.4688942314766148
iteração numero: 2 || rk = 0.1513436516847939
iteração numero: 3 || rk = -0.030308782323756594
*** rk deve ser menor que 0.11867816581938533 para uma amostra de tamanho
284***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.4680016963515558
iteração numero: 2 || rk = 0.20209952611199483
iteração numero: 3 || rk = 0.006190835990041847
```

```

*** rk deve ser menor que 0.12427395320024001 para uma amostra de tamanho
259***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.4670765545388553
iteração numero: 2 || rk = 0.20323265033492274
iteração numero: 3 || rk = -0.004500345426206578
*** rk deve ser menor que 0.12991396049232617 para uma amostra de tamanho
237***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.47016479062548233
iteração numero: 2 || rk = 0.2054018341334289
iteração numero: 3 || rk = -0.006692714390543109
*** rk deve ser menor que 0.13514747567989718 para uma amostra de tamanho
219***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.46092953910324636
iteração numero: 2 || rk = 0.18521351734761105
iteração numero: 3 || rk = 0.004596930502497663
*** rk deve ser menor que 0.1403724812687193 para uma amostra de tamanho
203***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.4588057204137612
iteração numero: 2 || rk = 0.16802937329943304
iteração numero: 3 || rk = -0.08070433610872879
*** rk deve ser menor que 0.14509525002200233 para uma amostra de tamanho
190***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.40029270768508407
iteração numero: 2 || rk = 0.12607866491372421
*** rk deve ser menor que 0.14990633779917228 para uma amostra de tamanho
178***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.4586712011484388
iteração numero: 2 || rk = 0.16999252068338727
iteração numero: 3 || rk = -0.05538561598608864
*** rk deve ser menor que 0.15476464650682736 para uma amostra de tamanho
167***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.4786728334244889
iteração numero: 2 || rk = 0.1995951773589055
iteração numero: 3 || rk = -0.05783858337487391
*** rk deve ser menor que 0.159111456835146 para uma amostra de tamanho
158***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.48016907762824557
iteração numero: 2 || rk = 0.20558425496993135
iteração numero: 3 || rk = -0.052046335695512314
*** rk deve ser menor que 0.16329931618554522 para uma amostra de tamanho
150***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.5052139838448865
iteração numero: 2 || rk = 0.2266090424682973
iteração numero: 3 || rk = 0.012559040979141983
*** rk deve ser menor que 0.16783627165933782 para uma amostra de tamanho
142***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.4895855515493113
iteração numero: 2 || rk = 0.20064691866223144
iteração numero: 3 || rk = -0.021762489852956104
*** rk deve ser menor que 0.17213259316477408 para uma amostra de tamanho
135***

```

```
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.5097763679452771
iteração numero: 2 || rk = 0.21615017790960245
iteração numero: 3 || rk = -0.002166904995597092
*** rk deve ser menor que 0.17609018126512477 para uma amostra de tamanho
129***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.5055300968456276
iteração numero: 2 || rk = 0.21118771595900768
iteração numero: 3 || rk = 0.00242631474896246
*** rk deve ser menor que 0.1796053020267749 para uma amostra de tamanho
124***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.5479037144237544
iteração numero: 2 || rk = 0.18011141040455772
*** rk deve ser menor que 0.18333969940564226 para uma amostra de tamanho
119***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.5739420242871754
iteração numero: 2 || rk = 0.2359118165217429
iteração numero: 3 || rk = 0.06320489630661913
*** rk deve ser menor que 0.1873171623163388 para uma amostra de tamanho
114***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.5624378359957537
iteração numero: 2 || rk = 0.2147515701603905
iteração numero: 3 || rk = 0.0374607165581467
*** rk deve ser menor que 0.19156525704423027 para uma amostra de tamanho
109***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.5599959331020191
iteração numero: 2 || rk = 0.2106238915363033
iteração numero: 3 || rk = 0.033614027576595894
*** rk deve ser menor que 0.19518001458970666 para uma amostra de tamanho
105***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.55350236537144
iteração numero: 2 || rk = 0.19842546746952994
iteração numero: 3 || rk = 0.016770717346209014
*** rk deve ser menor que 0.19802950859533489 para uma amostra de tamanho
102***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.5365770282940264
iteração numero: 2 || rk = 0.14995478810081267
*** rk deve ser menor que 0.20203050891044214 para uma amostra de tamanho
98***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.5616581018529901
iteração numero: 2 || rk = 0.22611297905541355
iteração numero: 3 || rk = 0.050843869129970805
*** rk deve ser menor que 0.20519567041703082 para uma amostra de tamanho
95***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.5613410137714673
iteração numero: 2 || rk = 0.22403821317761538
iteração numero: 3 || rk = 0.03296922935677799
*** rk deve ser menor que 0.20851441405707477 para uma amostra de tamanho
92***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.4361085084366279
iteração numero: 2 || rk = 0.16925391307992038
```



```

*** rk deve ser menor que 0.211999576001272 para uma amostra de tamanho
89***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.606848745194128
iteração numero: 2 || rk = 0.3708127374666959
iteração numero: 3 || rk = 0.1345828647823073
*** rk deve ser menor que 0.21566554640687682 para uma amostra de tamanho
86***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.6092003443973056
iteração numero: 2 || rk = 0.37286907488476007
iteração numero: 3 || rk = 0.13972569637997076
*** rk deve ser menor que 0.2182178902359924 para uma amostra de tamanho
84***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.6127897542365515
iteração numero: 2 || rk = 0.3811908282384691
iteração numero: 3 || rk = 0.15149082504899986
*** rk deve ser menor que 0.2222222222222222 para uma amostra de tamanho
81***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.6121864304128339
iteração numero: 2 || rk = 0.37516733960870546
iteração numero: 3 || rk = 0.14170111918268757
*** rk deve ser menor que 0.2250175801852048 para uma amostra de tamanho
79***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.604155072986505
iteração numero: 2 || rk = 0.3595488180539267
iteração numero: 3 || rk = 0.12180607429921668
*** rk deve ser menor que 0.2279211529192759 para uma amostra de tamanho
77***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.6009938528653496
iteração numero: 2 || rk = 0.33817540537290053
iteração numero: 3 || rk = 0.06850994521468073
*** rk deve ser menor que 0.23094010767585027 para uma amostra de tamanho
75***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.5426959317462451
iteração numero: 2 || rk = 0.2869711554594736
iteração numero: 3 || rk = 0.08165685495113041
*** rk deve ser menor que 0.23408229439226114 para uma amostra de tamanho
73***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.6161742888196541
iteração numero: 2 || rk = 0.41877151854426264
iteração numero: 3 || rk = 0.19932904808431287
*** rk deve ser menor que 0.23735633163877065 para uma amostra de tamanho
71***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.6173083967542197
iteração numero: 2 || rk = 0.4207580010664902
iteração numero: 3 || rk = 0.17453377724268898
*** rk deve ser menor que 0.2407717061715384 para uma amostra de tamanho
69***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.6122735272383678
iteração numero: 2 || rk = 0.4002119141039105
iteração numero: 3 || rk = 0.15887957647586848

```

```
*** rk deve ser menor que 0.24253562503633297 para uma amostra de tamanho
68***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.6128506916577146
iteração numero: 2 || rk = 0.43265752754572795
iteração numero: 3 || rk = 0.2017780593518455
*** rk deve ser menor que 0.24618298195866545 para uma amostra de tamanho
66***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.6305705010599977
iteração numero: 2 || rk = 0.45384831069419496
iteração numero: 3 || rk = 0.22904119742241325
*** rk deve ser menor que 0.24806946917841693 para uma amostra de tamanho
65***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.630133933776679
iteração numero: 2 || rk = 0.45419385809928403
iteração numero: 3 || rk = 0.22116309066484746
*** rk deve ser menor que 0.2519763153394848 para uma amostra de tamanho
63***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.6240511746508848
iteração numero: 2 || rk = 0.4424564510741045
iteração numero: 3 || rk = 0.20228206895289486
*** rk deve ser menor que 0.254000254000381 para uma amostra de tamanho
62***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.6148250571127232
iteração numero: 2 || rk = 0.42677901509057786
iteração numero: 3 || rk = 0.18064689603639733
*** rk deve ser menor que 0.25607375986579195 para uma amostra de tamanho
61***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.5978024891119321
iteração numero: 2 || rk = 0.4302542934134036
iteração numero: 3 || rk = 0.19111726438627227
*** rk deve ser menor que 0.26037782196164777 para uma amostra de tamanho
59***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.6285942023914824
iteração numero: 2 || rk = 0.4509847822603694
iteração numero: 3 || rk = 0.22775885835577522
*** rk deve ser menor que 0.2626128657194451 para uma amostra de tamanho
58***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.6212463581462158
iteração numero: 2 || rk = 0.4481383061265033
iteração numero: 3 || rk = 0.21407279480547653
*** rk deve ser menor que 0.26490647141300877 para uma amostra de tamanho
57***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.6293595574168709
iteração numero: 2 || rk = 0.4425940066036525
iteração numero: 3 || rk = 0.20596723290053734
*** rk deve ser menor que 0.2672612419124244 para uma amostra de tamanho
56***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.6170151624583402
iteração numero: 2 || rk = 0.4262994181638841
iteração numero: 3 || rk = 0.186676848241298
```

```

*** rk deve ser menor que 0.26967994498529685 para uma amostra de tamanho
55***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.6143942525470422
iteração numero: 2 || rk = 0.4271824548463764
iteração numero: 3 || rk = 0.1573067986760763
*** rk deve ser menor que 0.2721655269759087 para uma amostra de tamanho
54***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.6182474303090459
iteração numero: 2 || rk = 0.3983062364101066
iteração numero: 3 || rk = 0.1258985086578284
*** rk deve ser menor que 0.27472112789737807 para uma amostra de tamanho
53***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.5891802288803928
iteração numero: 2 || rk = 0.36679203453943904
iteração numero: 3 || rk = 0.08567837604842368
*** rk deve ser menor que 0.2773500981126146 para uma amostra de tamanho
52***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.5750108724649698
iteração numero: 2 || rk = 0.3284150787214609
iteração numero: 3 || rk = -0.07608897622049147
*** rk deve ser menor que 0.28005601680560194 para uma amostra de tamanho
51***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.5424091516957824
iteração numero: 2 || rk = 0.16314091225089905
*** rk deve ser menor que 0.282842712474619 para uma amostra de tamanho
50***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.3642731614748502
iteração numero: 2 || rk = 0.1131920319209059
*** rk deve ser menor que 0.2857142857142857 para uma amostra de tamanho
49***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.4340883763183454
iteração numero: 2 || rk = 0.3431009587032476
iteração numero: 3 || rk = 0.08241802867623732
*** rk deve ser menor que 0.2886751345948129 para uma amostra de tamanho
48***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.5550411822156466
iteração numero: 2 || rk = 0.48750410677952793
iteração numero: 3 || rk = 0.2101015836316371
*** rk deve ser menor que 0.2917299829957891 para uma amostra de tamanho
47***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.5550411822156466
iteração numero: 2 || rk = 0.48750410677952793
iteração numero: 3 || rk = 0.2101015836316371
*** rk deve ser menor que 0.2917299829957891 para uma amostra de tamanho
47***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.5701348190472612
iteração numero: 2 || rk = 0.5086265810742809
iteração numero: 3 || rk = 0.23415655564300045
*** rk deve ser menor que 0.29488391230979427 para uma amostra de tamanho
46***
iteração numero: 0 || rk = 1.0

```

```
iteração numero: 1 || rk = 0.5740973886086871
iteração numero: 2 || rk = 0.5149576374633047
iteração numero: 3 || rk = 0.2511674224088248
*** rk deve ser menor que 0.29814239699997197 para uma amostra de tamanho
45***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.5743087452953971
iteração numero: 2 || rk = 0.5248747289640068
iteração numero: 3 || rk = 0.2530835414727899
*** rk deve ser menor que 0.30151134457776363 para uma amostra de tamanho
44***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.5743087452953971
iteração numero: 2 || rk = 0.5248747289640068
iteração numero: 3 || rk = 0.2530835414727899
*** rk deve ser menor que 0.30151134457776363 para uma amostra de tamanho
44***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.5806718020666666
iteração numero: 2 || rk = 0.5248260763875382
iteração numero: 3 || rk = 0.24980527801752295
*** rk deve ser menor que 0.30499714066520933 para uma amostra de tamanho
43***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.5681158120765847
iteração numero: 2 || rk = 0.5107431884578103
iteração numero: 3 || rk = 0.22419689670032167
*** rk deve ser menor que 0.3086066999241838 para uma amostra de tamanho
42***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.5681158120765847
iteração numero: 2 || rk = 0.5107431884578103
iteração numero: 3 || rk = 0.22419689670032167
*** rk deve ser menor que 0.3086066999241838 para uma amostra de tamanho
42***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.5620621646090438
iteração numero: 2 || rk = 0.495845248762682
iteração numero: 3 || rk = 0.2255486071514087
*** rk deve ser menor que 0.31234752377721214 para uma amostra de tamanho
41***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.5620621646090438
iteração numero: 2 || rk = 0.495845248762682
iteração numero: 3 || rk = 0.2255486071514087
*** rk deve ser menor que 0.31234752377721214 para uma amostra de tamanho
41***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.5485744866630846
iteração numero: 2 || rk = 0.503124470417092
iteração numero: 3 || rk = 0.20554994817470065
*** rk deve ser menor que 0.31622776601683794 para uma amostra de tamanho
40***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.5485744866630846
iteração numero: 2 || rk = 0.503124470417092
iteração numero: 3 || rk = 0.20554994817470065
*** rk deve ser menor que 0.31622776601683794 para uma amostra de tamanho
40***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.5779365173671868
```

```

iteração numero: 2 || rk = 0.49732196698927106
iteração numero: 3 || rk = 0.20791664637061905
*** rk deve ser menor que 0.32025630761017426 para uma amostra de tamanho
39***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.5516781787689606
iteração numero: 2 || rk = 0.47208208663451
iteração numero: 3 || rk = 0.17831629645132746
*** rk deve ser menor que 0.3244428422615251 para uma amostra de tamanho
38***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.5516781787689606
iteração numero: 2 || rk = 0.47208208663451
iteração numero: 3 || rk = 0.17831629645132746
*** rk deve ser menor que 0.3244428422615251 para uma amostra de tamanho
38***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.5614843247327496
iteração numero: 2 || rk = 0.49992624184696005
iteração numero: 3 || rk = 0.19431510486732184
*** rk deve ser menor que 0.3287979746107146 para uma amostra de tamanho
37***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.5614843247327496
iteração numero: 2 || rk = 0.49992624184696005
iteração numero: 3 || rk = 0.19431510486732184
*** rk deve ser menor que 0.3287979746107146 para uma amostra de tamanho
37***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.5749736229705771
iteração numero: 2 || rk = 0.5036858984559628
iteração numero: 3 || rk = 0.2057959574495616
*** rk deve ser menor que 0.3333333333333333 para uma amostra de tamanho
36***
iteração numero: 0 || rk = 1.0
iteração numero: 1 || rk = 0.5749736229705771
iteração numero: 2 || rk = 0.5036858984559628
iteração numero: 3 || rk = 0.2057959574495616
*** rk deve ser menor que 0.3333333333333333 para uma amostra de tamanho
36***
[56]: saida.head(15)
[56]: data_div n amostras rk rkdeesejado leg
0 1.0 2845.0 0.029411 0.037496 46.0
0 2.0 1422.0 0.047834 0.053037 20.0
0 3.0 948.0 0.044580 0.064957 3.0
0 4.0 711.0 -0.028941 0.075006 3.0
0 5.0 569.0 -0.024075 0.083844 3.0
0 6.0 474.0 -0.056916 0.091863 3.0
0 7.0 406.0 -0.059470 0.099258 3.0
0 8.0 356.0 -0.058152 0.106000 3.0
0 9.0 316.0 0.112318 0.112509 2.0
0 10.0 284.0 -0.030309 0.118678 3.0
0 11.0 259.0 0.006191 0.124274 3.0
0 12.0 237.0 -0.004500 0.129914 3.0
0 13.0 219.0 -0.006693 0.135147 3.0
21
0 14.0 203.0 0.004597 0.140372 3.0
0 15.0 190.0 -0.080704 0.145095 3.0
[57]: #saida.to_excel('saida.xlsx')

```