

## CONTROLE ESTÍSTICO E ÍNDICE DE CAPACIDADE DE PROCESSO EM EMISSORES AUTOCOMPENSANTE UTILIZANDO ÁGUA SALINA

Patrícia Ferreira da Silva<sup>1</sup>, Rigoberto Moreira de Matos<sup>1</sup>, Sabrina Cordeiro de Lima<sup>1</sup>, José Dantas Neto<sup>1</sup> e Vera Lucia Antunes de Lima<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, Campus I. Avenida Aprígio Veloso 882, CEP: 58.429-140, Bairro Universitário, Campina Grande, PB. E-mail: patrycyafs@yahoo.com.br, rigobertomoreira@gmail.com, sabrina.lcordeiro@hotmail.com, zedantas1955@gmail.com, antuneslima@gmail.com

*RESUMO: Analisar a qualidade da irrigação, além de avaliar seu bom funcionamento, é uma forma de verificar a viabilidade de sua implantação e operação. Objetivou-se, avaliar o controle estatístico de processo, através dos gráficos individuais de Shewhart e o índice de capacidade do processo em emissores autocompensantes utilizando águas de diferentes concentrações salinas. O experimento foi conduzido em casa de vegetação pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola - UFCG. Os tratamentos foram compostos por cinco níveis de salinidade da água de irrigação (CEai) (0,6; 1,5; 2,5; 3,5 e 4,5 dS m<sup>-1</sup> a 25 °C), fixados na pressão de 160 kPa durante 15 ensaios de irrigação para emissores com 210 horas de funcionamento. Os emissores após 210 horas de funcionamento necessitam de manutenção para que possam continuar dentro dos limites de controle. Os tratamentos S1; S2; S3; S4 e S5, para o CUC, foram classificados como capazes, estando o processo dentro das especificações exigidas. O controle estatístico de qualidade junto com o índice de capacidade do processo são ferramentas capaz de diagnosticar se o sistema de irrigação tem capacidade de se manter sob controle, auxiliando o irrigante na tomada de decisão.*

*PALAVRAS-CHAVE: engenharia de qualidade, vazão, gráficos de controle de Shewhart.*

## ESTATISTICO CONTROL AND INDEX OF PROCESS CAPABILITY IN EMITTERS SELF COMPENSATE USING WATER SALINE

*ABSTRACT: Analyze the quality of irrigation, and evaluate its functioning, is a way to verify the feasibility of its implementation and operation. The objective of evaluating the statistical process control, through individual charts Shewhart and the process capability index in emitters self compensating using waters of different salinity concentrations. The experiment was conducted in a greenhouse belonging to the Academic Unit of Agricultural Engineering - UFCG. The treatments consisted of five levels of irrigation water salinity (CEai) (0.6, 1.5, 2.5, 3.5 and 4.5 dS m<sup>-1</sup> at 25 °C), fixed in the pressure 160 kPa for 15 assays for irrigation emitters 210 operating hours. The emitters after 210 hours of operation require maintenance so they can continue within the control limits. The S1 treatment; S2; S3; S4 and S5, for CUC, were classified as able, and being is within the required specifications. The statistical quality control with the process capability index are tools capable of diagnosing the irrigation system is able to keep under control, aiding in making the irrigant decision.*

*KEY WORDS: quality engineering, flow, Shewhart control charts.*

## INTRODUÇÃO

O sistema de irrigação por gotejamento possui emissores através dos quais a água escoar, após dissipar a pressão ao longo de uma rede de condutos (Mantovani et al., 2012). A

escassez de água no mundo é um problema diagnosticado, especialmente em países com grandes regiões semiáridas, como o Brasil. Diante do quadro de baixa oferta de água potável, tornam-se importantes os projetos de pesquisa e a geração de tecnologias que permitam o uso de águas salinas na irrigação das culturas agrícolas (Paulus et al., 2010).

Em irrigações, assim como em outros processos realizados no meio agrícola, deve-se ter uma qualidade das ações, controlando parâmetros que estejam afetando tais ações. O controle estatístico de qualidade é perfeitamente adaptável ao sistema de produção agrícola, visto que, com a correção e a eliminação de desperdícios e falhas, há redução de custos e aumento da produtividade e muitas vantagens são agregadas à competitividade no campo (Silva et al., 2007).

De acordo com Tessaro (2012) o controle estatístico de processo é uma ferramenta em experimentos científicos, utilizada para avaliar a qualidade de um produto e apresentar suas variações negativas para que seja possível gerar informações que melhorem a qualidade do produto. A capacidade de processo gera informações e verifica se um produto ou processo está dentro de um padrão de qualidade, isto é, dentro das especificações exigidas pelo consumidor, parâmetros que interferem no rendimento do produto e no processo.

O índice de capacidade de processo pode ser utilizado na irrigação localizada, visando observar o quanto esta irrigação é adequada, em termos de qualidade refletida por meio dos gráficos de controle, onde um coeficiente alto e pouca variabilidade contribuem para o aumento do valor deste índice, responsável pela adequação desta irrigação aos critérios pré-estabelecidos (Montgomery, 2009).

No Brasil, são poucos os locais que possuem estrutura suficiente para se fazer uma avaliação detalhada de sistemas de irrigação a fim de que seja possível a realização do aperfeiçoamento desses equipamentos; logo, é necessária, muitas vezes, a construção de bancadas de ensaio para realização de testes laboratoriais, a fim de que sejam comparados com as condições de campo (Hernandez, 2010).

Neste contexto, objetivou-se com o presente estudo, aplicar o controle estatístico de processo pelos gráficos individuais de Shewhart, e o índice de capacidade do processo em emissores autocompensantes com águas de diferentes concentrações salinas.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação pertencente Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande - PB,

situada a 7° 12' 88" de latitude sul, 35° 54' 40" de longitude oeste e altitude média de 532 m. Para o ensaio utilizou-se a estrutura de alvenaria com 8 m de comprimento por 1 m de largura e 0,11 m de altura, composto por três módulos experimentais e cinco reservatórios.

O sistema de pressurização utilizado no experimento constou de uma moto bomba centrífuga de 0,5 cv. A operação de funcionamento da bomba, quanto ao horário de início 6:00 horas e término de cada ciclo de aplicação 11:00 horas, foi realizada manualmente obedecendo aos horários de início, duração de aplicação e ensaio de vazão.

Para evitar a entrada de partículas em suspensão no sistema com tamanho superior ao diâmetro de saída dos emissores, foi utilizado um filtro de tela de 1", com capacidade para 5 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>; as cinco linhas laterais tinham comprimento de 8 m e 1 manômetro do tipo Bourdon, conectado à entrada das linhas de emissores. O emissor utilizado no experimento é autocompensante, com espaçamento entre gotejadores de 0,30 m e a pressão de serviço na faixa de 60 a 420 kPa.

Os tratamentos foram compostos por cinco níveis de salinidade da água de irrigação (CEai) (0,6 - controle; 1,5; 2,5; 3,5 e 4,5 dS m<sup>-1</sup> a 25 °C ) e três repetições, para a pressão de 160 (kPa) fornecida ao sistema. As águas de diferentes concentrações salinas foram preparadas mediante metodologia proposta por (Richards, 1954).

As vazões dos emissores foram amostradas de acordo com a metodologia proposta por Deniculi et al. (1980). Sendo realizadas 15 avaliações em cada coleta para os gotejadores com 210 horas de funcionamento em cada nível de salinidade estudado. Com os dados de vazão determinou-se o CUC - Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (1942), Equação 1.

$$CUC = 1 - \left( 1 - \frac{\sum_i^n |Q_i - \bar{Q}|}{n * \bar{Q}} \right) \quad (1)$$

Em que:  $Q_i$  = vazão coletada em cada gotejador (L h<sup>-1</sup>);

$\bar{Q}$  = média das vazões coletadas de todos os gotejadores (L h<sup>-1</sup>);

n = número de gotejadores analisados.

Para a aplicação das ferramentas fornecidas pelo controle estatístico de processo, ressalta-se a necessidade em se determinar a normalidade dos dados através do teste de Kolmogorov-Smirnov, com a modificação de Lilliefors, em seguida aplicada as etapas do controle estatístico de processo através dos gráficos de controle de Shewart de amostras individuais, com auxílio do Software Minitab 16.

Por meio do gráfico denominado "X - R" foi realizado o monitoramento do valor médio (X) e sua variabilidade, cujo modelo utiliza a média aritmética dos valores resultantes das

medições realizadas de forma amostral, como medida de posição do processo, fixando três desvios-padrões acrescidos à média e definindo o Limite Superior de Controle (LSC), conforme a Equação 2, e três desvios-padrões decrescidos à média, conforme Equação 3, definindo o Limite Inferior de Controle (LIC) do processo; assim, a linha central representa o valor médio da qualidade, que corresponde ao estado sob controle (Lima et al., 2006).

$$LSC = X + 3\sigma \quad (2)$$

$$LIC = X - 3\sigma \quad (3)$$

Em que: LSC = Limite Superior de Controle;

X = é a linha central do gráfico de controle e corresponde ao valor médio das vazões;

$\sigma$  = é o estimador do desvio-padrão populacional;

LIC = Limite Inferior de Controle.

Em seguida determinou-se a razão de capacidade de processo estimada ( $\hat{C}_p$ ), utilizando-se as equações 4 e 5, e se elaboraram ( $C_{pk}$  e  $C_{pl}$ ) gráficos para analisar a capacidade dos processos e sua centralidade  $\hat{C}_p$  para vazão e CUC dos emissores.

$$\hat{C}_p = (LSE - LIE) * 6\bar{\sigma}^{-1} \quad (4)$$

$6\bar{\sigma}^{-1}$  é a capacidade do processo.

$$\bar{\sigma} = \bar{R}(d_2)^{-1} \quad (5)$$

Em que: R ou MR = amplitude média;

$d_2$  = fator para a linha central;

$\hat{C}_p$  = é uma estimativa de  $C_p$ ;

LSE = Limite superior de especificação;

LSI= Limite inferior de especificação.

Lopes (2007) descreve que quando  $C_p < 1$ , a capacidade do processo é inadequada, sendo recomendada a realização do trabalho com um processo que seja mais adequado às especificações, se  $1 \leq C_p \leq 1,33$  a capacidade do processo está em torno da diferença entre as especificações; neste caso, é interessante a utilização de cartas de controle para manter o processo sob controle e se  $C_p > 1,33$ , a capacidade do processo é adequada à tolerância exigida. Se a capacidade do processo é menor que metade da tolerância, não é preciso tomar maiores cuidados com o processo, mas se pode dizer que o mesmo é excelente ou altamente confiável.

Quando o processo se encontra estável aplica-se o  $C_{pk}$  (processos unilaterais) que é definido de acordo com as equações 6 e 7,  $C_{pk}$  equação 8, é o menor valor entre  $CP_S$  e  $CP_I$ .

$$CP_s = \frac{[LSE - \bar{x}]}{3\sigma} \quad (6)$$

$$CP_i = \frac{[LIE - \bar{x}]}{3\sigma} \quad (7)$$

$$Cpk = (CP_i; CP_s) \quad (8)$$

Em que:  $\bar{X}$  = média;

LSE= Limite superior de especificação;

LIE= Limite inferior de especificação;

$CP_s$  = Capacidade de processo do LSE;

$CP_i$ = Capacidade de processo do LIE.

A classificação do processo está descrita na Tabela 1, conforme Montgomery (2009).

**Tabela 1** - Valores mínimos recomendados da razão da capacidade de processo ( $C_p$ ;  $C_{pk}$ )

	Especificações unilaterais	Especificações bilaterais
Processos existentes	1,33	1,25
Processos Novos	1,50	1,45
Segurança, força ou parâmetro crítico (processos existentes)	1,50	1,45
Segurança, força ou parâmetro crítico (processos novos)	1,67	1,60

Fonte: Montgomery (2009).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

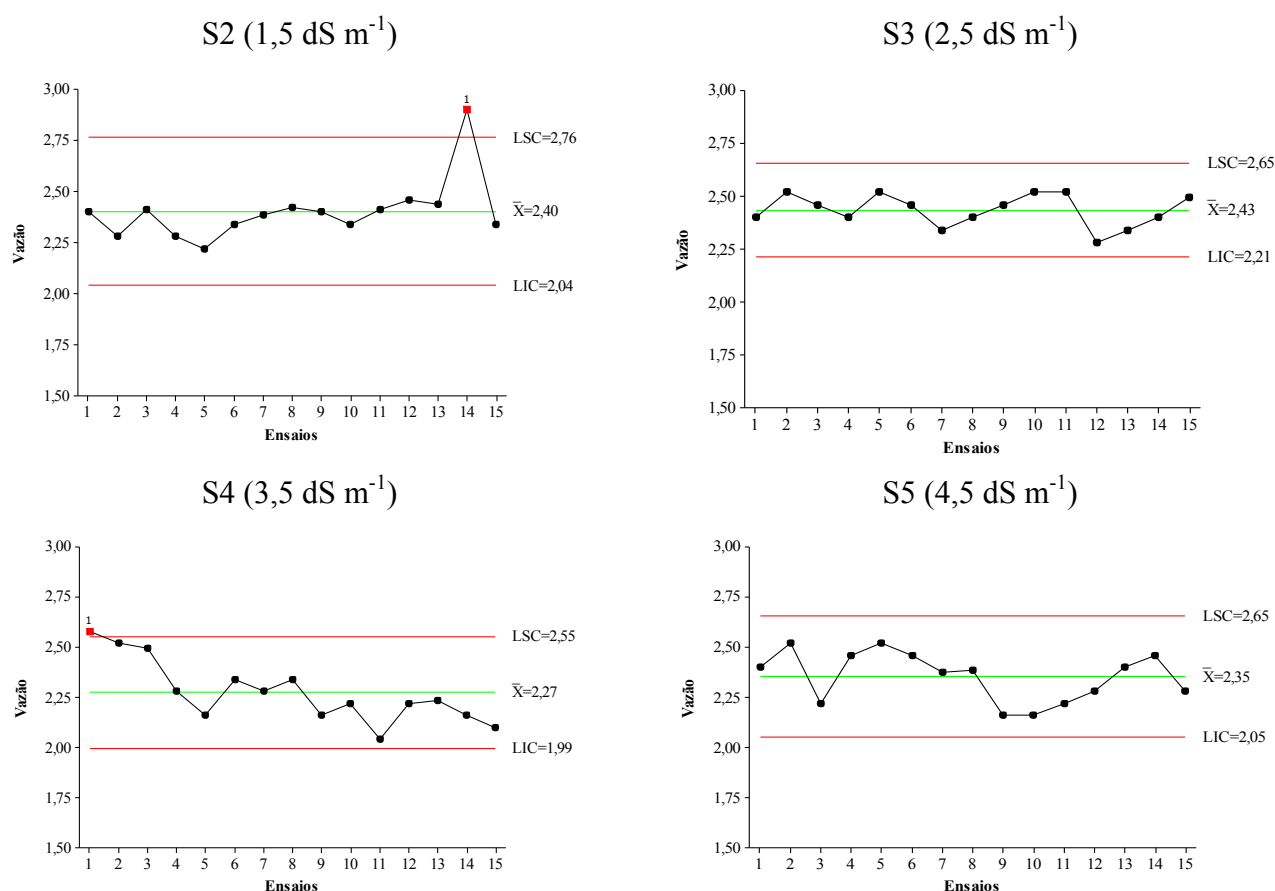
### *Controle estatístico da qualidade*

A medida de vazão individual ao longo de 15 ensaios para emissores com 210 horas de funcionamento se encontra na Figura 1. Observa-se que nos tratamentos S2 (1,5 dS m<sup>-1</sup>) e S4 (3,5 dS m<sup>-1</sup>) o ponto 14 e o ponto 1 se mantiveram, respectivamente, acima do limite superior de controle evidenciando que o processo está fora de controle e quando isto ocorre é sinal de que o mesmo está necessitando de correções para retornar o ao funcionamento correto, mas este fato pode ter ocorrido em função de pequena desestabilização da pressão, acarretando em um ponto fora dos limites de controle.

Nos tratamentos S3 (2,5 dS m<sup>-1</sup>) e S5 (4,5 dS m<sup>-1</sup>), todos os dados de vazão se encontram dentro dos limites de controle e o tratamento S3 está sob controle porém no tratamento S5, do ensaio 9 ao 14 os dados representam uma sequência de pontos consecutivos aumentando; logo, tal processo foi considerado fora do controle estatístico de qualidade.

Este fato indica a presença de causas especiais de controle, ou seja, representa um descontrole temporário do processo, possíveis de serem identificadas e corrigidas as causas e os efeitos que são facilmente identificáveis no nível do processo por estarem relacionados à variação e ao tempo de funcionamento do equipamento e novos operadores, necessitando de ajuste para que o processo volte a funcionar corretamente (Werkema, 1995).

Concordando com os valores encontrados por Tassaro (2012) estudando o efeito da carga hidráulica na uniformidade da irrigação e fertirrigação em sistema de gotejamento com carga hidráulica de 1 m.

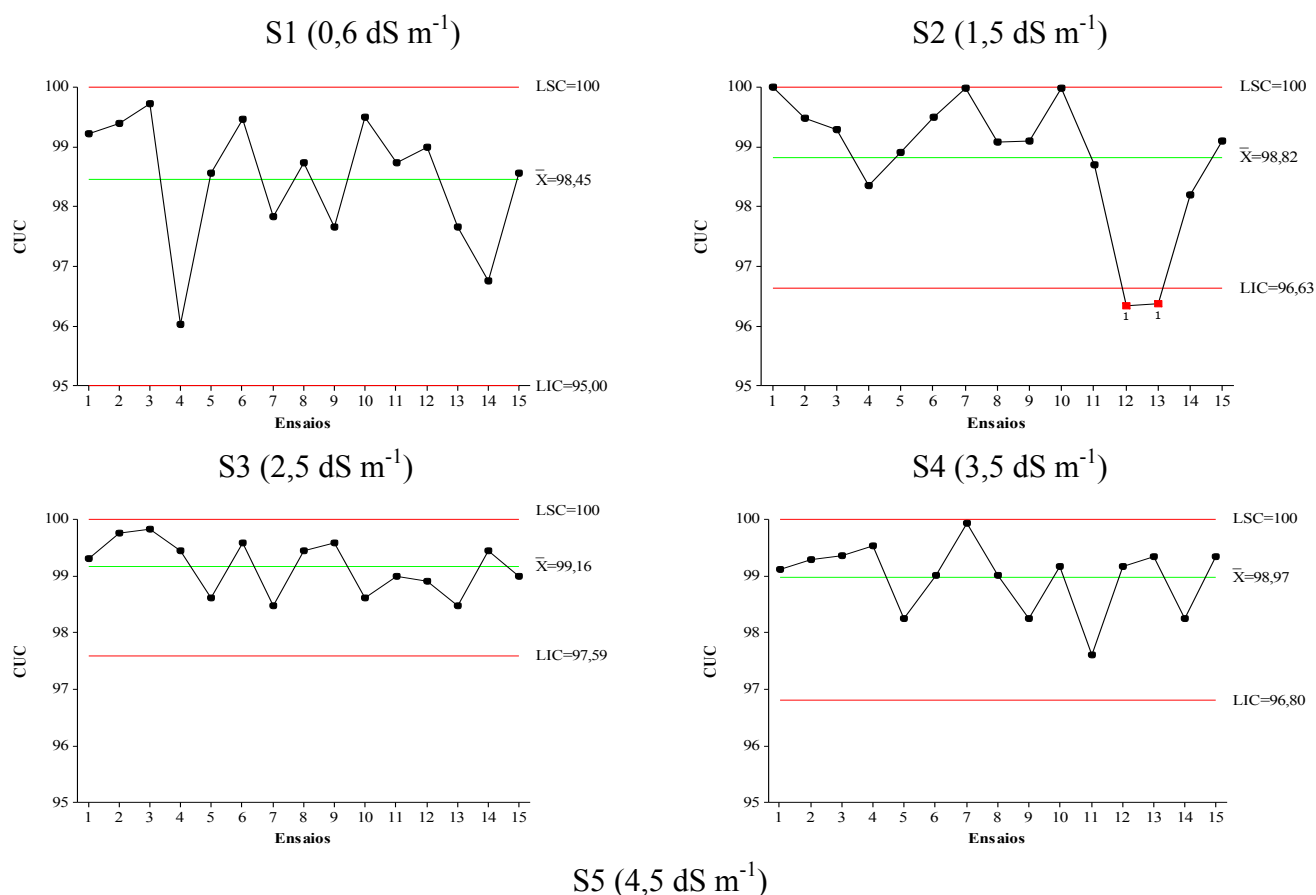


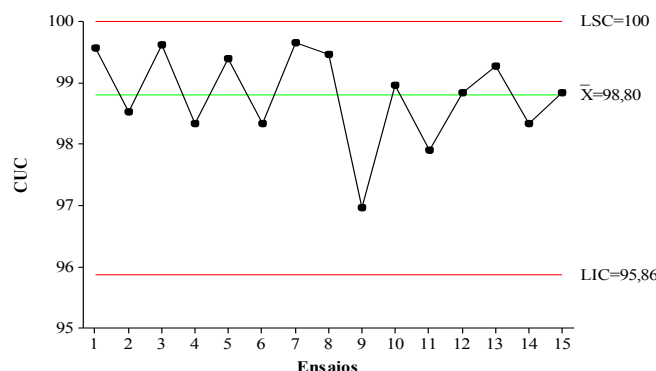
**Figura 1** - Cartas de controle de medidas individuais para vazão nos quatro tratamentos salinos aplicados aos emissores com 210 horas de funcionamento.

A carta de Shewhart para medidas individuais com a distribuição dos 15 ensaios referentes ao coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) para cinco níveis de salinidade da água de irrigação com 210 horas de funcionamento encontra-se na Figura 2. Verifica-se, para os tratamentos S1 (0,6 dS m<sup>-1</sup>); S3 (2,5 dS m<sup>-1</sup>); S4 (3,5 dS m<sup>-1</sup>) e S5 (4,5 dS m<sup>-1</sup>) que os pontos se acham dentro dos limites de controle e sob controle sabendo-se, deste modo, que o processo está sob controle os cálculos pertinentes ao manejo da irrigação se tornaram mais confiáveis.

Klein et al. (2012) evidenciaram, ao estudar gráficos de Shewhart no processo de aplicação de água de um sistema de irrigação familiar por gotejamento, que não houve ponto nenhum fora dos limites de controle, ou seja, o processo de aplicação de água manteve um padrão no decorrer das 25 avaliações. Os pontos ficaram bem próximos à linha central e só então as aplicações foram semelhantes, com baixa variabilidade entre si. Na nona avaliação existe um pico, porém a variação em relação à média central é de 2,7% sabendo-se que o processo está sob controle, o cálculo de tempo de irrigação se torna confiável.

Para o tratamento S2 ( $1,5 \text{ dS m}^{-1}$ ) observa-se que os pontos 12 e 13 estão abaixo do limite inferior de controle (LIC = 96,63%), não apresentando valor maior que o limite superior de controle (LCL = 100%); concordando com os resultados encontrados por Hermes (2010) em seu estudo sobre efeito da carga hidráulica e qualidade de água na uniformidade de sistema de irrigação por gotejamento.





**Figura 2** - Cartas de controle de médias individuais para coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) em função da salinidade da água de irrigação em gotejadores com 210 horas de funcionamento.

Frigo (2012) evidenciou, estudando a aplicação do controle do processo da irrigação no sistema de aspersão convencional em Palotina-PR, que todos os ensaios se apresentaram dentro dos limites de controle, com exceção do ensaio 22 (CUC = 74,6%), que apresentou valor fora do limite inferior calculado para o coeficiente.

### *Índice de capacidade de processo*

O índice de capacidade de processo para os emissores com 210 horas de funcionamento em função da salinidade da água de irrigação encontra-se na Figura 3. Observa-se para os tratamentos S2 (1,5 dS m<sup>-1</sup>) e S4 (1,5 dS m<sup>-1</sup>) o processo foi considerado incapaz uma vez que os valores de Cp e Cpk estão abaixo dos valores mínimos recomendados.

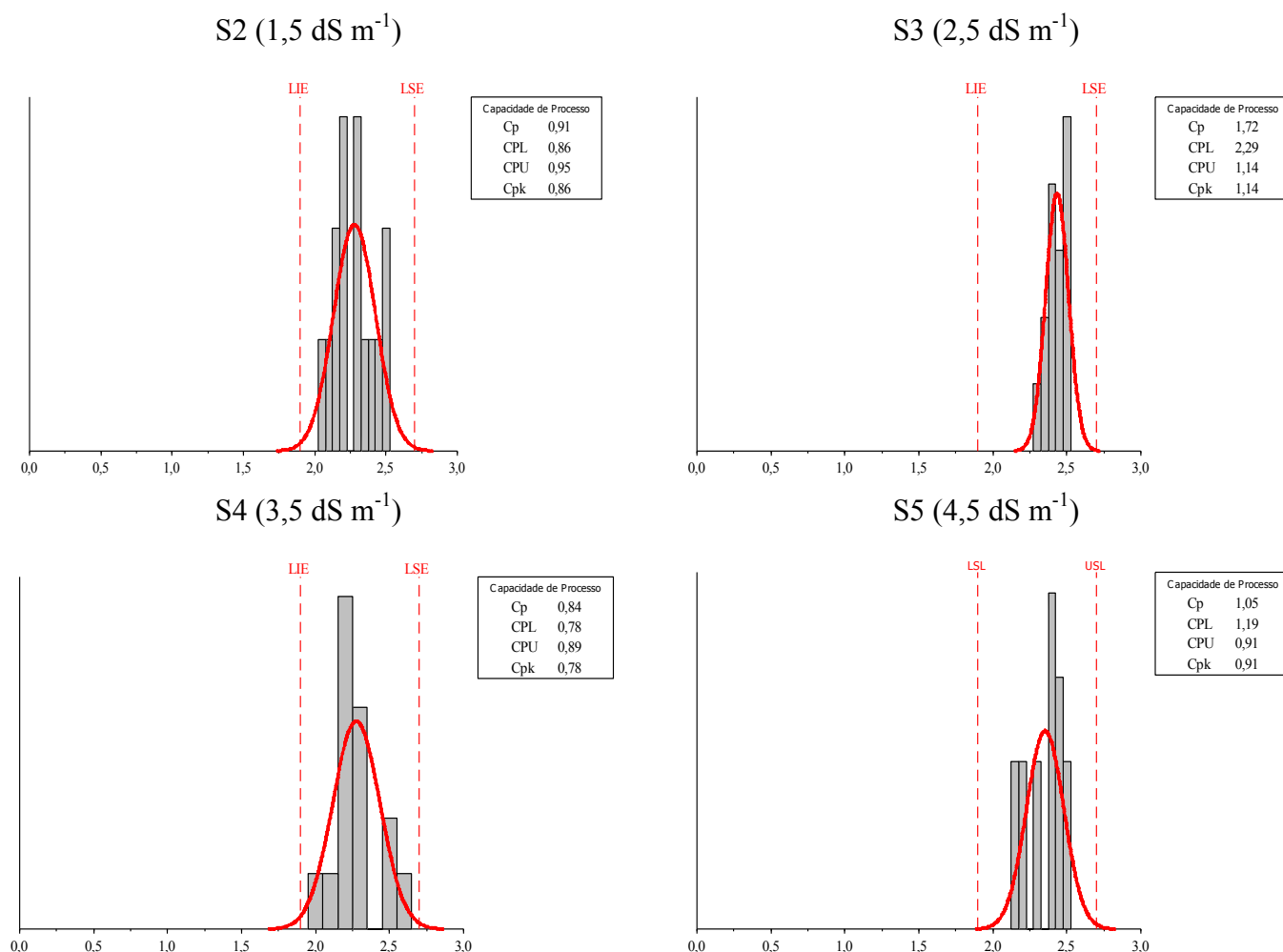
Lopes (2007) descreve que quando  $C_p < 1$  a capacidade do processo é inadequada, mas recomendada a realização do trabalho com um processo que seja mais adequado às especificações. Para Montgomery (2009) quando os  $C_p$  e  $C_{pk}$  são menores que 1, os processos são classificados incapazes.

Souza et al. (2007) observaram, utilizando os dados de uma indústria de fundição pelo índice de capacidade de processo, que este era incapaz, concordando com o presente trabalho, visto que o valor calculado ficou abaixo de 1; os autores concluíram, então, que o processo esteve, durante a maior parte do tempo, em controle, porém se mostrou incapaz produzindo uma quantidade significativa de itens defeituosos.

O tratamento S3 (2,5 dS m<sup>-1</sup>) foi considerado capaz ou adequado, uma vez que o  $C_p$  foi superior a 1,33 e quando se observou o índice de centralidade este  $C_{pk}$  também foi considerado aceitável. Em contrapartida, o tratamento S5 (4,5 dS m<sup>-1</sup>) evidenciou que o  $C_p$  foi classificado aceitável pois, segundo Lopes (2007) quando  $1 \leq C_p < 1,33$  o processo



também é considerado aceitável; entretanto, quando se observa o Cpk, ele está abaixo dos recomendados como aceitáveis, variando em relação à média não centralizada.



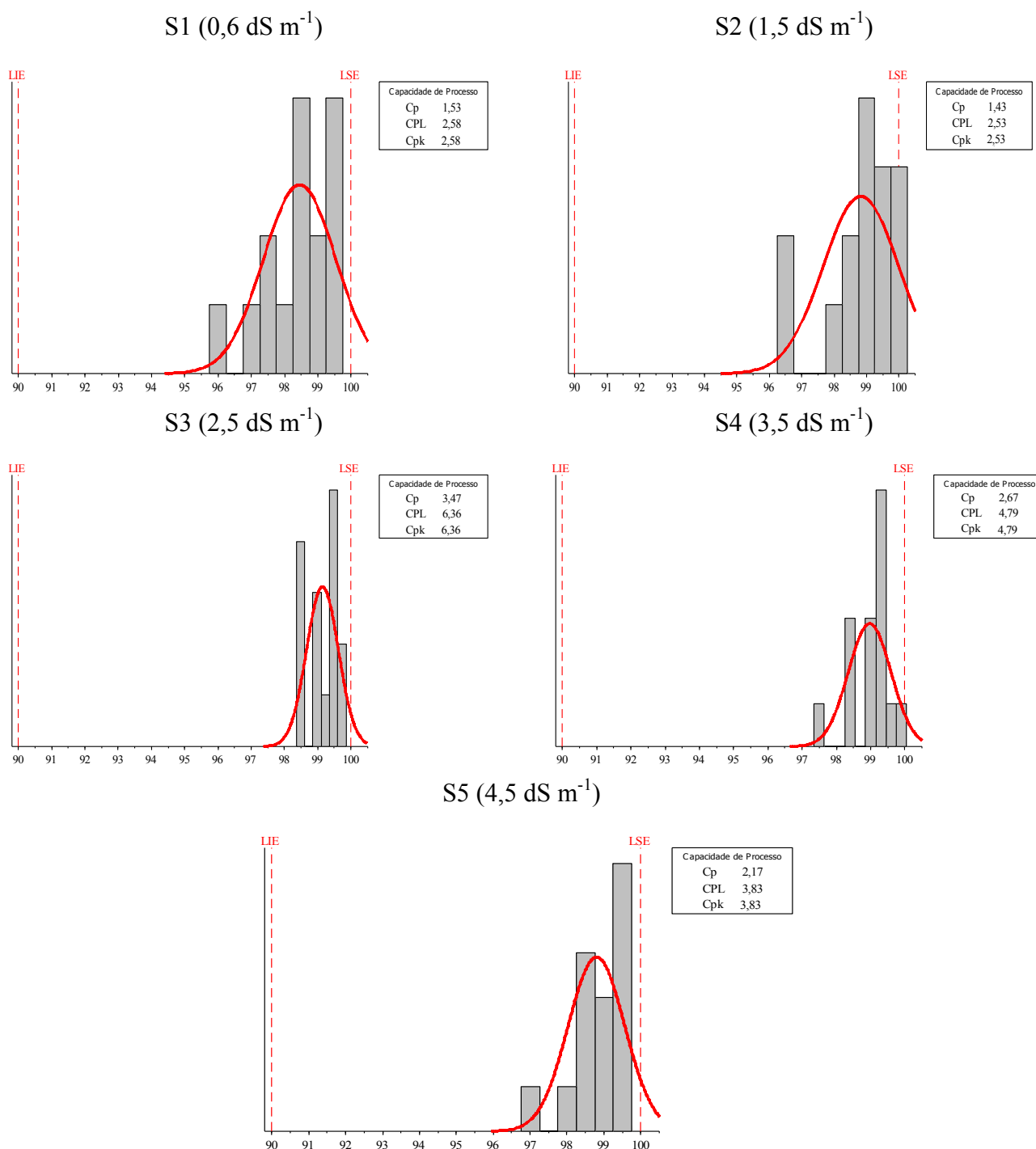
**Figura 3** - Histogramas da Capacidade de processo (Cp) e sua centralidade (Cpk) para vazão de emissores submetidos a águas de diferentes concentrações salinas com 210 horas de funcionamento.

O Histograma da Capacidade de processo (Cp) e sua centralidade (Cpk) para coeficiente de uniformidade de Christiansen em função da água de diferentes concentrações salinas para emissores com 210 horas de funcionamento, considerando o limite inferior de especificação de 90%, são apresentados na Figura 4. Para este caso foram utilizados, visando ao seu efeito de cálculo os critérios de classificação, segundo a norma da ASAE (1996). Conforme Zocoler (2005) estima-se que em sistemas por gotejamento o ideal é que a uniformidade alcance valores de CUC superiores a 90%.

Observa-se que nos cinco tratamentos salinos utilizados, mesmo com 210 horas de funcionamento, o Cpk foi considerado excelente Figura 4. O coeficiente de uniformidade de Christiansen evidenciou, em todos os tratamentos estudados, que  $Cpk > Cp$ , isto implica que

os processos estão dentro do ponto de especificação e a distribuição está centrada (Montgomery, 2009).

Tassaró (2012) verificou em seu estudo que se o critério de especificação foi reduzido de 90% para 80%, os valores de Cpk aumentam, ou seja, quanto menor a exigência do fabricante melhor vai ser a capacidade do processo em trabalhar dentro das especificações.



**Figura 4** - Histogramas da Capacidade de processo (Cp) e sua centralidade (Cpk) para coeficiente de uniformidade de Christiansen com água de diferentes concentrações salinas para emissores com 210 horas de funcionamento.

Hermes (2010) também verificou em seu trabalho sobre sistemas de gotejamento de baixo custo, com operação a baixas pressões, que o índice de capacidade de processo foi considerado aceitável para o CUC e se notou um acréscimo do valor de Cpk quando o critério passou de 90% para 80%. Concordando com os dados observados no presente estudo.

## CONCLUSÕES

A vazão dos emissores após 210 horas de funcionamento necessitam de manutenção para que possam continuar dentro dos limites de controle, tornando o emissor capaz. O índice de capacidade de processo nos tratamentos S2 e S4, esses emissores obtiveram vazões classificadas incapazes, exigindo manutenções antes de completar 210 horas de funcionamento do sistema.

Os tratamentos S1; S2; S3; S4 e S5, para o CUC em emissores com 210 horas de funcionamento, foram classificados como capazes, estando o processo dentro das especificações exigidas.

O controle estatístico de qualidade e o índice de capacidade do processo são ferramentas capazes de diagnosticar se o sistema de irrigação tem capacidade de se manter sob controle, ou seja, se será capaz de manter níveis aceitáveis de uniformidade, auxiliando o irrigante na tomada de decisão.

## REFERÊNCIAS

ASAE - AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **Field evaluation of microirrigation systems**. St. Joseph, 1996. p.792-797.

CHRISTIANSEN, E. J. **Irrigation by sprinkler**. Berkeley: University of California, 1942. 142p. (Bulletin, 670).

DENÍCULI, W.; BERNARDO, S.; THIÉBAUT, J. T. L.; SEDIYAMA, G. C. Uniformidade de distribuição de água, em condições de campo num sistema de irrigação por gotejamento. **Revista Ceres**, v. 27, p. 155-162, 1980.

FRIGO, J. P. **Controle do processo da irrigação no sistema de aspersão convencional em Palotina-PR**. Cascavel: UNIOESTE, 2012. 43p. Dissertação de Mestrado.

HERMES, E. **Controle estatístico de processo aplicado na uniformidade da irrigação e fertirrigação por gotejamento**. Cascavel: UNIOESTE, 2010. 96p. Tese de Doutorado.

HERNANDEZ, R. H. **Efeito da carga hidráulica e qualidade de água na uniformidade de sistema de irrigação por gotejamento**. Cascavel: UNIOESTE, 2010. 79p. Dissertação de Mestrado.

KLEIN, M. R.; SZEKUT F. D.; SILVA, B. B.; REIS, C. F.; SUSZEK, F. L.; VILAS BOAS, M. A. Gráficos de shewhart no processo de aplicação de água de um sistema de irrigação familiar por gotejamento. In: I Inovagri International Meeting & Iv Workshop Internacional de Inovações Tecnológicas na Irrigação, 2012, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: I Inovagri International Meeting & IV Winotec, 2012. CD-Rom.

LIMA, A. A. N.; LIMA, J. R.; SILVA, J. L. Aplicação do controle estatístico de processo na indústria farmacêutica. **Revista Ciência Farmácia Básica Aplicada**. v. 27, p. 177-187, 2006.

LOPES, L. F. D. **Controle estatístico de processo** – Apostila. Santa Maria: DE – CEEMQ - UFSM, 2007. 70p.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S. PALARETTI, L. F. **Irrigação: Princípios e métodos**. Viçosa: UFV. 3. ed. 2012. 358p.

MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade**. Tradução Ana Maria Lima de Farias, Vera Regina Lima de Farias e Flores; Revisão técnica Luiz da Costa Laurencel. Rio de Janeiro: LTC, 4 ed., reimpressa. 2009. 513p.

PAULUS, D.; DOURADO NETO, D.; FRIZZONE, J. A.; SOARES, T. M. Produção e indicadores fisiológicos de alface sob hidroponia com água salina. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. 29-35, 2010.

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: United States Salinity Laboratory. 1954. 160p. Agriculture Handbook, 60.

SILVA, R. P.; SOUZA, F. G.; CORTEZ, J. W.; FURLANI, C. E. A.; VIGNA, G. P. Variabilidade espacial e controle estatístico do processo de perdas na colheita mecanizada do algodoeiro. **Revista de Engenharia Agrícola**, v. 27, p.742-752, 2007.

SOUZA, T. V.; PAZ, V. P. S.; COELHO, E. F.; PEREIRA, F. A. C.; LEDO, C. A. S. Crescimento e produtividade do mamoeiro fertirrigado com diferentes combinações de fontes nitrogenadas. **Irriga**, v. 12, p. 563-574, 2007.

TESSARO, E. **Efeito da carga hidráulica na uniformidade da irrigação e fertirrigação em sistema de gotejamento**. Cascavel: UNIOESTE. 2012. 80p. Dissertação de Mestrado.

WERKEMA, M. C. C. **Ferramentas da qualidade: ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**. Belo Horizonte: FCO - UFMG, 1995. 404 p.

ZOCOLER, J. L. **Avaliação de desempenho em sistemas de irrigação**. Ilha Solteira: UNESP. 2005. 45p.