

Controle Estatístico de Processos aplicado à linha de congelamento industrial rápido de uma agroindústria bovina da região central do Rio Grande do Sul

Bruna Dezordi^{1†}, Luciane F. Jacobi²

¹ Universidade Federal de Santa Maria - UFSM

² Departamento de Estatística, Universidade Federal de Santa Maria

Resumo: A competitividade existente no mercado impulsiona as indústrias para uma otimização constante de seus processos produtivos. As empresas, frequentemente adotam técnicas e ferramentas que auxiliam na busca por qualidade, como por exemplo o Controle Estatístico de Processos (CEP). O presente trabalho teve como objetivo aplicar o CEP à tecnologia de congelamento industrial rápido de uma agroindústria bovina do Rio Grande do Sul, com o auxílio de ferramentas estatísticas. A finalidade foi acompanhar o processo de embalagem dos cortes, evitar gastos desnecessários e auxiliar na lucratividade. Refere-se a uma pesquisa aplicada e quantitativa. O acompanhamento in loco ocorreu no período de dezembro de 2019 a outubro de 2020. Construiu-se uma folha de verificação que possibilitou o levantamento dos dados para o estudo. Para identificação do principal gargalo produtivo construiu-se um gráfico de Pareto, o qual constatou que o zip, utilizado para abrir e fechar as embalagens, fora de posição foi o maior responsável pelas quebras (30,5%) de filme, ou seja, pelo desperdício de embalagem e atrasos de produção. Visando minimizar o percentual de quebras, construíram-se gráficos de controle para medidas individuais e amplitude, com os quais foi possível verificar que após ajustes na principal causa de o sistema não estar operando de forma adequada o processo passou a operar sob controle estatístico. Comprovou-se que a utilização de ferramentas da qualidade na linha de produção permitiu reduzir custos, obter a previsibilidade do processo e contribuir para padronização dos produtos.

Palavras-chave: Controle estatístico de qualidade; Folha de verificação; Gráfico de controle; Gráfico de Pareto; Agroindústria.

Abstract: The competitiveness existing in the market drives the industries to a constant optimization of their production processes. Companies usually adopt sets of techniques and tools that help in the incessant search for quality, such as Statistical Process Control (SPC). The present work aimed to apply the SPC in the fast industrial freezing technology of a bovine agriculture industry of Rio Grande do Sul, with the aid of statistical tools. The purpose was to monitoring the packaging process of cuts, avoiding unnecessary expenses and assisting in the profitability of the industry. This is an applied and quantitative research. On-site monitoring took place from December 2019 to October 2020. A check sheet was made that enabled data collection for the study. To identify the main production bottleneck, a Pareto chart was built, which found that the zip, used to open and close the packages, out of position was the main responsible for film breaks (30,5%), in other words, for packaging waste and delays of production. To minimize the percentage of breakages caused, control charts were made for individuals observations and moving range. With the aid of the control charts, it were possible to verify that after adjustments in the main cause of the system not being operating properly, the process started to operate under statistical control. From the results, it was proved that the use of quality tools in the production line allowed to reduce costs, obtain process predictability and contribute to the standardization of products.

Keywords: Statistical quality control; Check sheet; Control chart; Pareto chart; Agroindustry.

† Autora correspondente: eq.brunad@gmail.com.

Introdução

O rebanho bovino brasileiro, em 2020, segundo Aragão e Contini (2021), foi o maior do mundo. Além disso, apresenta o maior potencial de expansão em área e produção de carne bovina, com registros em níveis crescentes de produtividade (SANTOS et al., 2018).

A grande competitividade existente no mercado, impulsiona as indústrias para uma otimização constante de seus processos produtivos. Busca-se cada vez mais a padronização dos produtos, redução de custos e desperdícios, aumento da produtividade e da qualidade dos produtos e serviços através da utilização de ferramentas de melhoria e com a introdução de inovações tecnológicas (SILVA, 2019).

As empresas, frequentemente adotam um conjunto de técnicas e ferramentas que auxiliam na busca incessante por qualidade, como por exemplo o Controle Estatístico de Processos (CEP). Qualquer processo de produção sempre estará sujeito a uma variabilidade natural, resultado do efeito cumulativo de muitas causas pequenas e inevitáveis. Utiliza-se o CEP para que este traga estabilidade ao processo ao qual é aplicado, assim como redução de variabilidade (TAKAHASHI et al., 2012).

Desse modo, o objetivo deste trabalho foi aplicar o CEP na linha de produtos com tecnologia de congelamento individual rápido (Individual Quick Frozen - IQF) da agroindústria em estudo, com o auxílio de ferramentas estatísticas, como a folha de verificação e gráficos de controle. A finalidade foi acompanhar o processo de embalagem dos cortes a fim de manter a qualidade dos produtos comercializados pela agroindústria, evitar gastos desnecessários e, por consequência, auxiliar no aumento da lucratividade da empresa.

Materiais e Métodos

O presente trabalho foi realizado em um frigorífico bovino, localizado na região central do estado do Rio Grande do Sul. Trata-se de uma pesquisa aplicada, visto que teve objetivo de gerar conhecimentos para aplicação prática, com foco para a solução de problemas (GERHARD; SILVEIRA, 2009). Além disso, refere-se a uma pesquisa quantitativa, pois volta-se para a análise e interpretação de resultados, com auxílio de ferramentas e técnicas estatísticas.

Segundo, Ferreira, Junior e Militani (2011), o Controle Estatístico de Processo (CEP) é um método eficiente para o monitoramento contínuo da variabilidade dos processos, o qual possui sete ferramentas que se complementam, são elas: Estratificação, folha de verificação, gráfico de Pareto, diagrama de causa e efeito, diagrama de dispersão, histograma e gráficos de controle.

Buscando-se aplicar o CEP na agroindústria em estudo, acompanhou-se a linha de produção de cortes IQF de dezembro de 2019 a outubro de 2020, onde percebeu-se que o gargalo da produção estava na embaladora, pois era o ponto que mais gerava desperdícios e atrasos na produção. A partir disso, realizou-se a coleta de dados dos pacotes reprocessados de fevereiro a outubro de 2020.

Para a coleta de dados foi utilizada a folha de verificação, a qual consiste num formulário onde os itens a serem examinados já estão impressos (CARPINETTI, 2016). A folha utilizada, ilustrada na Figura 1, foi gerada a partir das ocorrências com maior frequência em relação aos pacotes.

Após a coleta dos dados, foi possível encontrar a quantidade de quebra, desperdício de filme utilizado para embalar o produto, comparando-se a quantidade de filme gasto no dia com o total que deveria ter sido utilizado para a produção em quilograma (Kg) do dia.

Os dados foram tabulados para posterior realização de gráficos de controle os quais possuem o objetivo de garantir que o processo opere na sua melhor condição (CARPINETTI, 2016). Para esse fim foi escolhido o gráfico de controle para medidas individuais, pois conforme Silva e Sousa (2015) em situações em que os produtos finais precisam de espaço para serem armazenados para não comprometer a sua validade, como os perecíveis da indústria alimentícia, é uma maneira de se avaliar o processo.

Além disso, segundo Zanini et al. (2016), os gráficos de controle para medida individuais (\bar{X}) e amplitude (\bar{R}) são usados para monitorar um processo cuja característica de qualidade de interesse é expressa em uma escala contínua de medida. Sendo que o gráfico \bar{X} é utilizado com o objetivo de controlar a média do

processo, enquanto o gráfico R controla a variação do mesmo. Estes gráficos devem ser empregados simultaneamente.

Figura 1- Folha de verificação para embalagens de cortes com congelamento individual rápido fora de padrão.

FOLHA DE VERIFICAÇÃO			
Produto		Data	
Pct/minuto		Total inspecionado	
Tempo de coleta		Turno	
Responsável pela coleta		Peso das bobinas	
Tipo de defeito	Contagem	Motivo	Subtotal
Impressão da data errada			
Mal selada			
Peso alto			
Peso baixo			
Produto preso na embalagem			
Rasgadas			
Vazios			
Verificação			
Zip fora de lugar			
Outros			
Falha de corte			
Produto em grumo			
Detector de metais			
Legenda			

Fonte: Os autores

A plotagem dos gráficos de controle para medidas individuais e amplitude foram feitos para a quebra de embalagens em Kg. Esses gráficos foram desenvolvidos no software Statistica[®]. Ressalta-se que após a análise inicial dos gráficos, os pontos que ficaram fora dos limites de controle foram retirados e os limites recalculados. Esse processo foi realizado 4 vezes até que todos os pontos estivessem dentro dos limites de controle e assim foi possível encontrar os limites de estabilidade do sistema.

A linha central (LM) e os limites superior (LSC) e inferior (LIC) de controle para o gráfico de controle, de acordo com Mitra (2016), para as medidas individuais são:

$$LSC = \bar{x} + 3 \frac{\bar{R}}{d_2} = \bar{x} + 3 \frac{\bar{R}}{1,128}$$

$$LM = \bar{x}$$

$$LIC = \bar{x} - 3 \frac{\bar{R}}{d_2} = \bar{x} - 3 \frac{\bar{R}}{1,128}$$

E para o gráfico de controle para amplitudes móveis, conforme Mitra (2016), os limites de controle são estabelecidos utilizando as equações:

$$LSC = D_4 \bar{R} = 3,267 \bar{R}$$

$$LM = \bar{R}$$

$$LIC = D_3 \bar{R} = 0$$

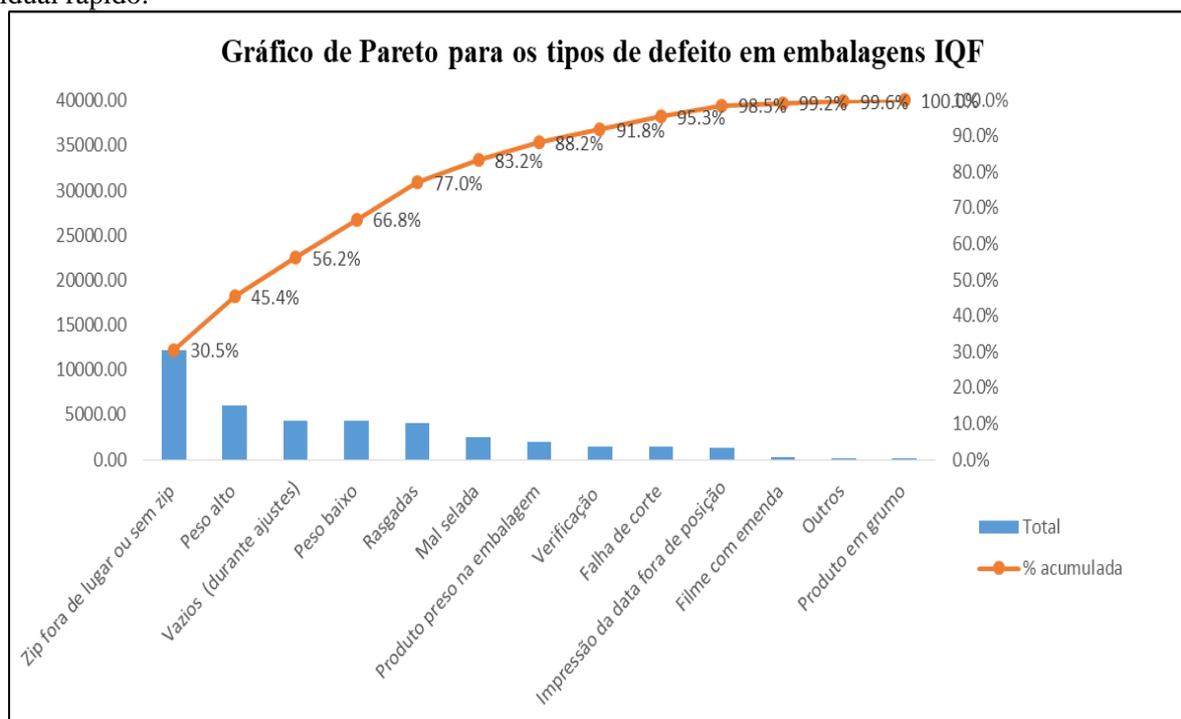
Sendo que \bar{R} equivale a média dos intervalos móveis de observações sucessivas, d_2 , D_3 e D_4 são valores tabelados.

Resultados e discussão

Foi possível identificar por meio do acompanhamento realizado in loco e com o auxílio dos dados coletados com a utilização da folha de verificação, que o maior gargalo da linha de produção IQF encontrava-se no processo de embalagem. Além disso, foi por meio da folha de verificação que foram identificados e corrigidos os principais problemas causados durante o processo de embalagem dos produtos. A folha de verificação, assim como em outros estudos (SILVA; JOSÉ; ARAÚJO, 2018, SOUZA NETO et al., 2017, COELHO; SILVA; MANIÇOBA, 2016, MAICZUK; ANDRADE JÚNIOR, 2013), auxiliou a verificar o problema mais frequente, tornando o registro dos dados rápido e automático, permitindo dessa forma, uma melhor tomada de decisão por parte da empresa.

Na Figura 2 mostra-se o gráfico de Pareto realizado a partir dos dados obtidos com a folha de avaliação. Observou-se que o principal defeito responsável pelas perdas de embalagem foi o zip, utilizado para abrir e fechar a embalagem, fora de lugar. O zip é inserido automaticamente junto com o filme no processo de embalagem, sendo assim, em casos em que o mesmo estava fora da posição o produto precisava ser reprocessado. O diagrama de Pareto é uma ferramenta da qualidade que pode ser utilizado na identificação de diversos problemas em uma empresa, como os principais motivos para a parada de produção (GONÇALVES, 2017), defeitos fabricação de blocos *standard* de gesso (SOUZA NETO et al., 2017) ou para verificar falhas no processo de pintura em uma pequena empresa (COELHO; SILVA; MANIÇOBA, 2017).

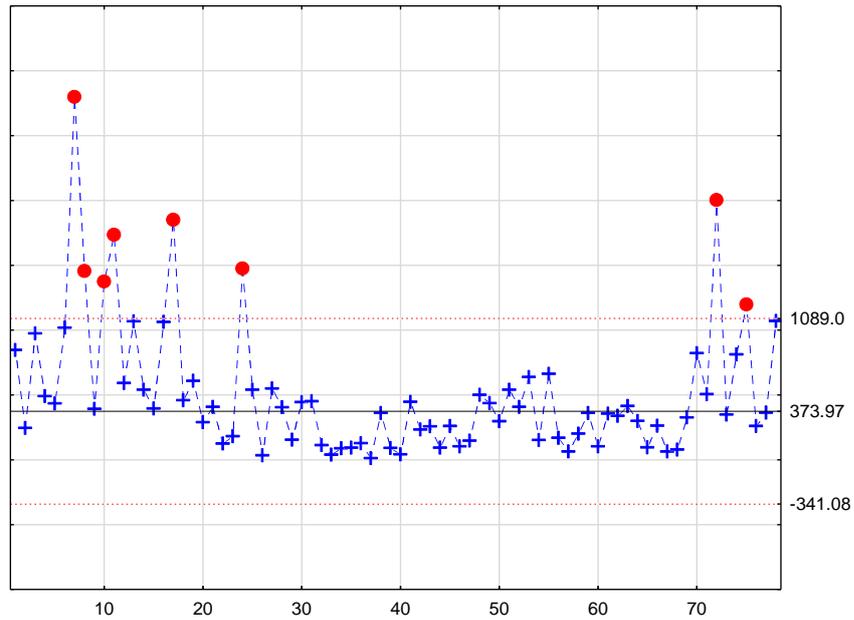
Figura 2 – Gráfico de Pareto para os tipos de defeitos nas embalagens de produtos com congelamento individual rápido.



Fonte: Os autores

Todo processo, a partir das ocorrências de não conformidades, necessita que sejam identificadas as causas da variabilidade para então serem desenvolvidas ações corretivas e atualizar os padrões sempre quando necessário. Os gráficos de controle, apresentam-se como ferramentas fundamentais que apoiam esta identificação e monitoramento do processo produtivo (MONTGOMERY, 2013).

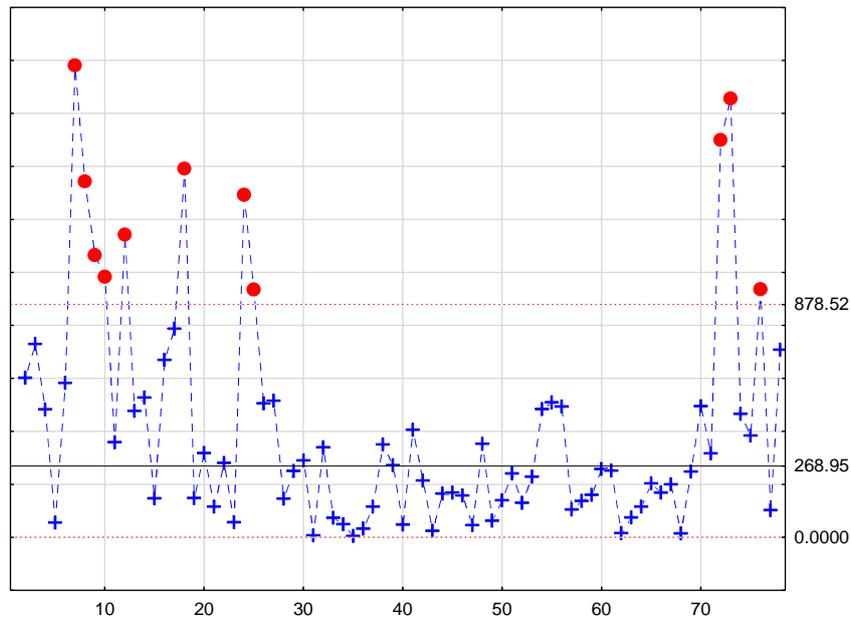
Figura 3 – Gráfico de controle para valores individuais.



Fonte: Os autores

Apesar dos gráficos para a média e desvio-padrão serem os mais usuais para avaliar o controle em processos produtivos, os gráficos para medidas individuais e amplitude móvel são uma alternativa quando não é conveniente obter amostras maiores que 1. Nesse sentido, Silva e Souza (2015) utilizaram os gráficos de controle para medidas individuais e amplitude média para o monitoramento de um processo de manutenção de extintores de água de dez litros e Adamy et al. (2017) utilizaram esses gráficos para verificar a estabilidade do processo de uma empresa Metalmeccânica.

Figura 4 – Gráfico de controle para amplitude.



Fonte: Os autores

Realizou-se gráficos de controle para a quantidade de quebra, desperdício em kg, de produto acabado. Para mensuração da quantidade de quebra foi considerado a quantidade de embalagens utilizadas no dia em comparação com a quantidade real de produto que deveria ter sido embalado para todo o filme utilizado. Dessa forma, foi considerada como quebra a quantidade de produto que deixou de ser realizada devido a quantidade de embalagens com defeito.

Foram construídos os gráficos de valores individuais (X) e de Amplitude (\bar{R}). Esses gráficos possuem a função de monitorar as variáveis estudadas no processo. As Figuras 3 e 4 ilustram os gráficos de controle para valores individuais e amplitude, respectivamente.

Observa-se nos gráficos de controle que o processo ganhou estabilidade conforme os problemas levantados pela folha de verificação foram sendo sanados. No entanto, foram identificados três pontos fora de controle quase ao término desse estudo.

Dos três últimos pontos fora de controle, o primeiro ponto ocorreu devido a um problema de manutenção causado durante o processo de fatiamento dos cortes. Essa falha fez com que os bifés que estavam sendo produzidos no dia tivessem peso muito acima do aceitável, dessa forma as embalagens com sobrepeso tiveram que ser reprocessadas. Os últimos dois pontos fora de controle foram reflexo de problemas de manutenção na própria embaladora. Apesar dos pontos terem saído do controle, foi observado que após a equipe de manutenção identificar e corrigir as falhas o processo voltou a estabilidade.

Conclusão

A presente pesquisa verificou que após a implementação da folha de verificação foi possível encontrar a principal causa de quebra na produção, que era o excesso de filme utilizado para embalar os produtos processados no dia. Com a utilização dos gráficos de controle para medidas individuais e amplitude móvel, foi possível verificar que após ajustes na principal causa de o sistema não estar operando de forma adequada o processo passou a operar sob controle estatístico. Além disso, apesar do sistema ter saído de controle ao final do estudo, comprovou-se que foram casos pontuais decorrentes de falhas nos equipamentos e logo após solucionados o sistema voltou a estabilidade.

Comprovou-se que a utilização de ferramentas da qualidade na linha de produção permitiu reduzir número de perdas e falhas garantindo a previsibilidade do processo, padronização e qualidade no produto, além de contribuir para os lucros da empresa.

Referências

ADAMY, A. P. D. A. et al. O uso do controle estatístico de processo como forma de garantia de qualidade para o cliente: Aplicação em uma indústria metalomecânica. *Revista Espacios*, v. 38, n. 3, 2017.

ARAGÃO, A., CONTINI, E. *O agro no Brasil e no mundo: Uma síntese do período de 2000 a 2020*.

Disponível em:

<https://www.embrapa.br/documents/10180/62618376/O+AGRO+NO+BRASIL+E+NO+MUNDO.pdf/41e20155-5cd9-f4ad-7119-945e147396cb>.

CARPINETTI, L. C. R. *Gestão da qualidade: conceitos e técnicas*. Atlas, São Paulo, 3 ed., 2016.

COELHO, F. P. D. S., SILVA, A. M. D., MANIÇOBA, R. F. Aplicação das ferramentas da qualidade: Estudo de caso em pequena empresa de pintura. *REFAS*, v.3, n. 1, 2016.

FERREIRA, E. B., JUNIOR, L. E., MILITANI, M. V. B. Controle Estatístico de Processo no resfriamento de aves: Um estudo de caso. *Revista da Universidade Vale do Rio Verde, Três Corações*, v. 9, n. 2, 2011, p. 119-128. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/315084123_CONTROLE_ESTADISTICO_DE_PROCESSO_NO_RESFRIAMENTO_DE_AVES_UM_ESTUDO_DE_CASO.

GERHARDT, T. E., SILVEIRA, D. T. *Métodos de pesquisa*. Coordenado pela Universidade Aberta do Brasil - UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica - Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. Editora da UFRGS, Porto Alegre, 2009. URL <http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>.

GONÇALVES, L. D. S. *Aplicação do método PDCA para melhoria no processo produtivo: Estudo de caso em um frigorífico de frango de corte*. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Grande Dourados, Dourados, MS, 2017.

MAICZUK, J., ANDRADE JÚNIOR, P. P. Aplicação de ferramentas de melhoria de qualidade e produtividade nos processos produtivos: Um estudo de caso. *Qualitas Revista Eletrônica*, v. 14, n. 1, 2013.

MITRA, A. *Fundamental of quality control and improvement*. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. 4 ed. 2016.

MONTGOMERY, D. C. *Introdução ao controle estatístico da qualidade*. LTC, Rio de Janeiro, 4 ed., 2013.

SANTOS, C. E. S. et al. *Anuário brasileiro da pecuária 2018: ANUALPEC*. Editora Gazeta Santa Cruz, Santa Cruz do Sul. 2018. 56 p.

SILVA, B. D. P., JOSÉ, S. S. D. S., ARAÚJO, E. A. Ferramentas da qualidade: Estudo de caso em indústria de calçados. *Revista EduFatec: Educação, tecnologia e gestão*, v. 1, n. 2, 2018, p. 1-17.

SILVA, C. A. C. *Análise de perdas na produção de doces através do controle estatístico do processo*. Monografia (Bacharelado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Campina Grande. Sumé, PB. 2019.

SILVA, R. H. T., SOUSA, S. M. R. Utilização de gráficos de controle de medidas individuais para análise da manutenção de extintores com carga de água. *Revista de tecnologia aplicada*, v.4, n.1, jan-abr 2015, p.03-40.

SOUZA NETO, R. M. D. et al. Aplicação das sete ferramentas da qualidade em uma fábrica de blocos standard de gesso. *In: XXXVII Encontro nacional de engenharia de produção*, Joinville, SC, Brasil, 2017.

TAKAHASHI, F. H., CASSOLI, L. D., ZAMPAR, A., MACHADO, P. F. Variação e monitoramento da qualidade do leite através do controle estatístico de processos. *Ci. Anim. Bras.*, Goiânia, v. 13, n.1, 2012, p. 99-107.

ZANINI, R. R. et al. A utilização dos gráficos de controle para acompanhamento de processos de vigilância. *Revista Espacios*, v. 37, n. 27, 2016, p. 5-26. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a16v37n27/16372705.html>.