

# UM MÉTODO DE AVALIAÇÃO DOS PROCESSOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA NA ENGENHARIA USANDO GRÁFICOS DE CONTROLE DE REGRESSÃO

**Luz Delicia Castillo Villalobos**

luz\_delicia@yahoo.com.br

**Milagros Noemi Quintana**

milla.udesc@gmail.com



*A presente pesquisa tem por objetivo estudar as etapas do desenvolvimento e a eficácia do método de ensino da matemática aplicado pelo professor na Engenharia. A medida de controle está definida pela tendência que segue o aproveitamento do conhecimento do aluno. Esta tendência é observada através do uso dos gráficos de controle de regressão. Estes gráficos permitem identificar alunos que estão em situações críticas dentro do processo de ensino e aprendizagem, isto é, que não seguem a tendência do processo da turma onde está inserido. Identificar os alunos que estão fora do processo de ensino possibilita identificar as causas que colocam o aluno em condições fora de controle, provocando muitas vezes variações significativas nos resultados esperados na aplicação do método. A metodologia foi aplicada em uma turma de graduação da disciplina de Geometria Analítica, onde foi observado que na primeira etapa houveram 10 alunos fora de controle e na última etapa houve uma queda de 25% deste número. Os gráficos também mostraram uma tendência positiva em relação ao rendimento dos alunos. A melhora nos rendimentos foi possível devido ao controle permanente feito pelo professor através do método de avaliação usando os gráficos de controle apresentados neste trabalho.*

*Palavras-chave: Gráficos de controle; Ensino da matemática; Engenharia.*

## 1. Introdução

A educação, nos últimos anos, tem enfrentado reformulações curriculares que sinalizam com novas propostas pedagógicas para a sala de aula, que consideram processos cognitivos, afetivos, motivacionais e metodológicos. Nesse contexto insere-se a Educação Matemática, cujos professores sentem-se sensibilizados a mudarem suas rotinas curriculares. A Educação Matemática se encontra atualmente em um interessante processo de reflexão e transformação, apesar de observarmos que a prática de sala de aula ainda está sujeita aos princípios tradicionais combatidos pela didática e pedagogia crítica porém, aumenta cada vez mais o número de professores preocupados em modificar o processo de ensino e aprendizagem da Matemática. (GROENWALD; SILVA; MORA, 2004).

Desta forma, a Educação Matemática se apresenta como requisito conceitual científico para a realização da Educação Tecnológica na medida em que fornece o instrumental necessário que permita ao sujeito comparar, classificar, medir, explicar, generalizar, inferir e avaliar. Tal instrumentalização através da Matemática é o que contribuirá para despertar a capacidade de transformação e criação de novas tecnologias no momento em que o estudante passa a ser capaz de propor soluções, explorar possibilidades, levantar hipóteses, justificar seu raciocínio, fazer simulações, analisar e apresentar os resultados (MIRANDA & LAUDARES, 2011).

Segundo Santos; Buriasco, (2016) ainda para o professor, a avaliação ao ser realizada sob a perspectiva de prática de investigação se constitui em uma alternativa para que ele possa indagar as respostas apresentadas pelos estudantes, os conhecimentos presentes nelas, analisar sua própria ação em sala de aula e orientar sua prática pedagógica. O objetivo está em obter informações que possibilitem uma tomada de consciência do ocorrido nos processos de ensino-aprendizagem e de decisão, de modo a auxiliar tanto professor quanto estudantes a organizar e orientar seus trabalhos.

Também deve se considerar que se vem ao encontro a utilização das novas tecnologias no processo de ensino e aprendizagem, cujo crescimento é inevitável. O mais preocupante é a forma acelerada como é introduzida neste processo. Motivos pelos quais se fazem necessárias buscas de novas formas de avaliar a utilização desses novos procedimentos pedagógicos de modo de ter certeza que se está no caminho certo.

Para que haja uma compreensão plena a respeito do desenvolvimento profissional, e que de fato ele ocorra tanto na formação inicial quanto ao longo de uma carreira docente, acreditamos que os professores e formadores de professores necessitam de uma busca constante sobre os aspectos que envolvem este conceito. Por outro lado, acreditamos que seja fundamental que os

formadores de professores percebam a necessidade de promover situações que valorizem o conhecimento do professor, suas práticas e experiências (COSTA; MORAES, 2017).

Na Engenharia, a matemática está presente em todo o desenvolvimento de seu processo de ensino e aprendizagem como requisito fundamental de sua formação, portanto, seu ensinamento é de suma importância, razão pela qual os problemas sobre o processo de ensino estão constantemente presentes.

Segundo Miranda; Laudares, (2011) entende-se que, de acordo com as competências e habilidades presentes nas diretrizes curriculares, a Matemática torna-se indispensável na preparação do Engenheiro para o trabalho com a tecnologia, auxiliando-o na compreensão da realidade socioeconômica, política e cultural de seu tempo.

Desse modo, os professores da matemática buscando alcançar os objetivos pretendidos e contribuir para as transformações e criação de novas tecnologias, procuram construir através da pesquisa novos métodos de ensino e aprendizagem da matemática na engenharia, experimentando a eficiência dos mesmos em relação à sua eficácia na aprendizagem de conteúdos que ajudem a conseguir uma tecnologia produtiva sem esquecer a real função social das mesmas.

Como se pode observar, a preocupação dos educandos em relação à matemática é constante. Procura-se insistentemente inovar os métodos de ensino com o objetivo de incluir todos os alunos no processo de ensino e aprendizagem. Contudo, é importante que qualquer iniciativa de inovação de metodologias de ensino deva ser avaliada para poder determinar até que ponto o método colocado em prática dá o retorno esperado. Neste desafio os métodos estatísticos através de métodos de controle de qualidade têm contribuído significativamente ajudando na tomada de decisões.

Portanto, a metodologia proposta neste trabalho no intuito de contribuir na solução dos inúmeros problemas que o ensino e aprendizagem da matemática na Engenharia apresenta oferece ao professor uma ferramenta que possibilite de alguma maneira avaliar seu próprio método de ensino de forma quantitativa, prevendo o futuro e evitando que novas turmas entrem em dificuldades, desse modo fazendo uma história em base de resultados concretos.

Na construção da metodologia proposta, serão utilizados métodos estatísticos como as Análises de Regressão com Gráficos de Controle, cujo objetivo é identificar a tendência que segue o rendimento acadêmico dos alunos de uma determinada turma em função da aplicação do método de ensino selecionado. Os gráficos de controle da regressão serão aplicados nas

diferentes etapas do processo de ensino e aprendizagem durante um determinado período (semestre, ano).

## 2. Considerações metodológicas

Em princípio, a Análise de Regressão pode ser utilizada para vários objetivos dentro dos quais se podem considerar o ajuste de equações que resumem ou descrevem um conjunto de dados; predição de valores de uma variável de interesse; como ferramenta de controle da variável de interesse; como ferramenta de estimação de parâmetros desconhecidos de uma equação teórica que representa o relacionamento entre variáveis de interesse. Deve-se destacar que, quando a equação de regressão for empregada com o objetivo de controle, é importante que a relação existente entre a variável de interesse e as variáveis utilizadas para seu controle sejam do tipo causa-e-efeito. No entanto, a existência de uma relação de causa-e-efeito não é necessária se a equação for utilizada somente para predição. Neste caso, só será necessário que as relações que existiam no conjunto de dados original usado para construir a equação de regressão, ainda sejam válidos (WERKEMA; AGUIAR, 1996).

As variáveis, quando são observadas através do tempo, tratam-se de relações estocásticas. A forma mais simples desta relação entre duas variáveis chama-se modelo de regressão linear simples. Este modelo é escrito formalmente do seguinte modo,

$$Y_i = \alpha + \beta X_i + \varepsilon_i \quad (1)$$

Onde  $Y_i$  é a  $i$ -ésima variável dependente,  $X$  é a  $i$ -ésima variável independente,  $\varepsilon_i$  é a  $i$ -ésima perturbação estocástica e  $\alpha$  e  $\beta$  são os parâmetros desconhecidos.

A natureza estocástica do modelo de regressão implica que para cada valor de  $X$  haja uma distribuição de probabilidade total dos valores de  $Y$ . Isto significa que o valor de  $Y$  nunca pode ser previsto exatamente. A incerteza relativa a  $Y$  surge por causa da presença da perturbação estocástica.

O modelo de regressão inclui também pressupostos básicos com relação a perturbação e da variável independente, com relação à os erros tais como: normalidade; média zero  $E(\varepsilon_i) = 0$  e variância desconhecida  $E(\varepsilon_i^2) = \sigma^2$ ; os erros são não correlacionados  $E(\varepsilon_i \varepsilon_j) = 0$ , ou seja o valor de um erro não depende de qualquer outro erro. Com relação a variável independente  $X$ , ela é não estocástica, ou seja, não é uma variável aleatória, e sim controlada.

Como  $\alpha$  e  $\beta$  são parâmetros desconhecidos, precisam ser estimados a partir dos dados observados. O método utilizado para estimar  $\alpha$  e  $\beta$  são os mínimos quadrados, portanto,  $\hat{\alpha}$  e  $\hat{\beta}$

representam os estimadores de mínimos quadrados, obtendo então a equação ajustada é representada pela expressão:

$$\hat{Y}_i = \hat{\alpha} + \hat{\beta}X_i \quad (2)$$

O erro que se comete entre o valor ajustado e o valor real é dado por  $e_i$  que é o resíduo entre  $Y_i$  e  $\hat{Y}$  representando um estimador do erro aleatório  $\varepsilon_i$ . O erro  $e_i$  é definido como:

$$e_i = Y_i - (\hat{\alpha} + \hat{\beta}X_i) \quad (3)$$

Maiores informações sobre modelos de regressão podem ser encontradas em Werkema e Aguiar (1996); Kmenta (1990).

A preocupação no presente trabalho está relacionada com a qualidade do processo de ensino, que consiste no controle das variáveis envolvidas de modo de torna-las mais eficientes. Uma das ferramentas para alcançar este objetivo são os gráficos de controle, os quais devem ser feitos para verificar as mudanças sofridas nas variáveis usadas na análise.

A necessidade do controle das características de um processo levou a estudos dos gráficos de controle que foram realizados por Walter Shewhart que, em 1931, desenvolveu um conjunto de conceitos que são base do moderno Controle Estatístico de Processos (SOUZA; JACOBI; PEREIRA, 2005).

Basicamente, um gráfico de controle consiste no acompanhamento de um processo ao longo de um período de tempo. Diz-se que um processo está sob controle ou estável quando a variação observada é devida somente a causas naturais do processo, ou seja, o gráfico mostra apenas flutuações aleatórias não possíveis de serem observadas.

Os gráficos de controle estão constituídos por uma linha média que serve de referência para duas linhas paralelas a ela uma superior denominada “limite superior” e outra inferior denominada “limite inferior” de controle. Essas linhas são construídas seguindo critérios estatísticos relacionados com os objetivos das variáveis em análise. Os pontos que se dispersam em torno da linha média expressam o comportamento de cada valor da variável analisada. Ter o maior número de pontos dentro desses limites de controle não sempre indicam que o processo está sob controle. A interpretação está relacionada com a natureza do problema analisado. É importante ter em conta alguns outros indicadores para a interpretação dos resultados. Segundo Montgomery (1991), se deve considerar a distribuição e arranjo dos pontos acima, abaixo e de dentro do limite de controle. Mas a maior atenção deve ser prestada a pontos que ultrapassem esses limites.

Para o uso dos gráficos de controle tradicionais é necessário supor que as variáveis monitoradas sejam independentes e identicamente distribuídas. Quando ocorrem frequentes ajustes nas

variáveis de controle, a distribuição da característica de qualidade do processo pode ser alterada significativamente, fazendo com que os gráficos de controle clássicos sejam ineficientes. Nessa situação, se existir uma relação linear entre a característica de qualidade e as variáveis de controle, é possível utilizar o gráfico de controle de regressão (PEDRINI; CATEN, 2011).

Segundo também Nascimento; Ribeiro Junior (2012) devido ao fato de a construção dos limites de controle ser baseada em dados históricos, uma grande variabilidade nos dados pode fazer com que o limite seja alargado, fazendo com que o mesmo englobe todos ou quase todos os dados, o que pode dar uma falsa impressão de processo sob controle. Para contornar esse possível problema, objetivou-se estabelecer uma estratégia prática e rápida para o planejamento e implantação dos gráficos de controle de regressão por meio da correlação entre as variáveis estudadas e simulação de dados.

Neste contexto, se precisa falar especificamente dos gráficos de controle da regressão, método necessário para analisar a qualidade de variáveis correlacionadas e que possuem uma relação de causa-efeito. Quando os pontos grafados em um gráfico de controle apresentam uma tendência ascendente ou descendente, isso pode ser atribuído a uma tendência do processo, ou seja, uma mudança gradual da média pode ser esperada e considerada normal. Uma vez que o valor central do gráfico é uma reta inclinada, sua equação deve ser estabelecida de modo que se encontrem os coeficientes linear e angular da reta, utilizando-se o Método de Mínimos Quadrados (SOUZA; JACOBI; PEREIRA, 2005).

### 3. Metodologia

A metodologia desenvolvida para dar resposta aos objetivos propostos envolvem as ferramentas mencionadas nas considerações metodológicas.

Em princípio, a análise de regressão será utilizada como ferramenta de controle e de previsão cuja variável de interesse é o rendimento acadêmico do aluno durante um determinado período. É importante destacar que a variável “rendimento acadêmico” é uma variável de controle e previsão, e é uma consequência ou efeito de um conjunto de variáveis comportamentais do aluno desenvolvidas durante um período de estudo determinado. Como as variáveis serão observadas através do tempo da atividade acadêmica (por exemplo um semestre, um ano), então está-se tratando de relações estocásticas.

A relação estocástica, no presente trabalho ocorre entre duas variáveis definidas do seguinte modo: a variável dependente ( $Y$ ) será o rendimento do aluno ao final do processo de ensino e aprendizagem; variável independente ( $X$ ) será a frequência do aluno a sala de aula. Esta variável

permite quantificar a contribuição do professor. Se o aluno estiver em sala de aula, receberá o ensinamento do professor. Partindo desse princípio, se pode avaliar a qualidade do método aplicado pelo professor. Finalmente, a diferença entre o rendimento previsto para um determinado aluno e o rendimento real que ele obteve ao final do processo ensino aprendizagem é a perturbação ou erro estocástico ( $\varepsilon_i$ ). Estas características descrevem um modelo de Regressão Simples definido e representado pela expressão (1), onde  $\alpha$  e  $\beta$ , parâmetros desconhecidos do modelo (1), serão estimados utilizando dados observados através do tempo de atividade acadêmica. As suposições com relação às perturbações e a às suposições da variável independente do modelo de regressão definido devem ser respeitadas.

Quando os valores de  $\alpha$  e  $\beta$  são estimados a partir das notas observadas dos alunos da turma analisada, obtemos o modelo de regressão (2) que serve de estimativa do modelo de regressão (1), onde  $\hat{\alpha}$  e  $\hat{\beta}$  são estimadores dos referidos parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$ .

Este modelo de regressão (2) estimado servirá de base para a construção dos gráficos de controle, ferramenta proposta nesta metodologia, onde  $\hat{Y}$  representa o valor previsto da nota final do  $i$ -ésimo aluno e o valor de  $Y_i$  representa o valor observado na nota final do  $i$ -ésimo aluno quando concluído o processo. Portanto, a diferença entre o valor observado da nota final e o valor previsto se obtém o erro de previsão definido na equação (3).

A esperança matemática dos erros de previsão deve cumprir com o seguinte suposto:

$$E(Y_i - \hat{Y}_i) = 0 \quad (4)$$

Cuja variância é:

$$V(Y_i - \hat{Y}_i) = V(Y_i) + V(\hat{Y}_i) = E[Y_i - E(Y_i)]^2 + E[\hat{Y}_i - E(\hat{Y}_i)]^2 \quad (5)$$

Onde o primeiro termo da equação (5) é igual a:

$$E[Y_i - E(Y_i)]^2 = E[(\alpha + \beta X_i + \varepsilon_i) - (\alpha + \beta X_i)]^2 = E[\varepsilon_i]^2 = \sigma^2$$

E o segundo termo da equação (5) é igual a:

$$E[\hat{Y}_i - E(\hat{Y}_i)]^2 = \sigma^2 \left[ \frac{1}{n} + \frac{(X_i - \bar{X})^2}{S_{xx}} \right]$$

Onde,

$S_{xx}$  é soma de quadrados da variável independente;

$n$  é o número de observações.

Então a variância dos erros fica:

$$V(Y_i - \hat{Y}_i) = \sigma_F^2 = \sigma^2 + \sigma^2 \left[ \frac{1}{n} + \frac{(X_i - \bar{X})^2}{S_{xx}} \right] = \sigma^2 \left[ 1 + \frac{1}{n} + \frac{(X_i - \bar{X})^2}{S_{xx}} \right] \quad (6)$$

Em geral, a expressão  $\sigma_F^2$  é um parâmetro desconhecido e, portanto, deve ser estimado. Pode-se fazer isto substituindo  $\sigma^2$  por seu estimador  $S^2$ , que dará um estimador de  $\sigma_F^2$  não-tendencioso, consistente e assintoticamente eficiente indicado por  $S_F^2$  definido como:

$$S_F^2 = S^2 \left[ 1 + \frac{1}{n} + \frac{(X_i - \bar{X})^2}{S_{xx}} \right] \quad (7)$$

Onde,

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n-2} \quad (8)$$

$S^2$  é denominado quadrado médio do erro.

Pode-se estabelecer um intervalo de confiança que contenha o valor real  $Y_i$  com uma alta probabilidade, seja o nível de probabilidade igual  $(1 - \alpha)$  então  $\alpha$  é muito pequeno. Este intervalo de confiança é expressado como:

$$\hat{Y}_i \pm t_{\frac{\alpha}{2}, n-2} S_{(F)} \quad (9)$$

Partindo desta lógica, pode-se construir os limites de controle dos gráficos de controle de regressão. O valor de  $t$  pode tomar valores múltiplos de desvio-padrão como 1, 2 ou 3, conforme a sensibilidade e o número de alarmes falsos desejados para o gráfico de controle. Mandel (1969) adotou  $t$  igual a 2 como critério. Logo os gráficos de controle da regressão obtidos são:

$$\begin{aligned} LSC_i &= \hat{Y}_i + tS \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(X_i - \bar{X})^2}{S_{xx}}} \\ LMC &= \hat{\alpha} + \hat{\beta}X \\ LIC_i &= \hat{Y}_i - tS \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(X_i - \bar{X})^2}{S_{xx}}} \end{aligned} \quad (10)$$

Onde,

$Lsc$  é o limite superior de controle;  $Lic$  é o limite inferior de controle;  $Lmc$  linha estimada média. A medida de controle está definida pela tendência que segue a linha de regressão que representa o aproveitamento do conhecimento do aluno. Estes gráficos permitem identificar alunos que estão em situações críticas dentro do processo de ensino e aprendizagem e que não seguem a tendência de sua turma. Identificar os alunos que estão fora do processo de ensino faz possível identificar as causas que colocam o aluno em condições fora de controle, provocando muitas vezes variações significativas nos resultados esperados na aplicação do método. Isto é, o processo de avaliação do método aplicado em sala de aula identifica os pontos críticos, medidos em número de alunos nesta situação e que precisariam ser corrigidos. Mas se deve ter em conta

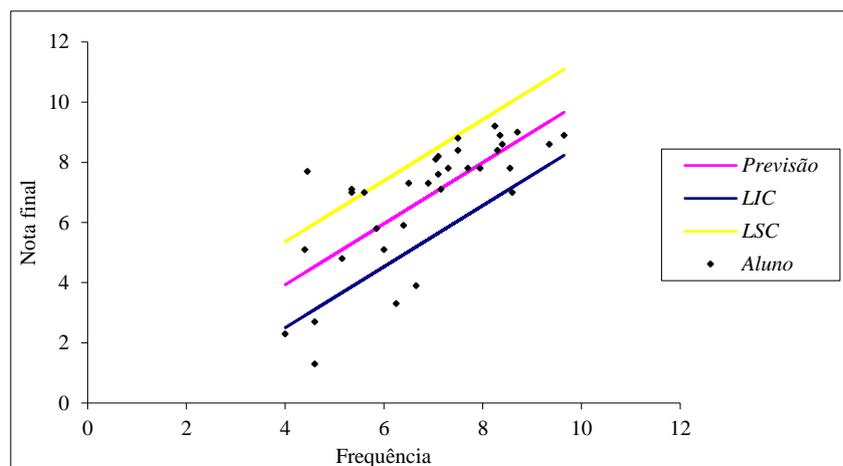
que as mesmas exigências podem levar a qualidade do aprendizado a diferentes resultados, devido a causas aleatórias que se resumem na forma de perturbação estocástica.

#### 4. Aplicação do método desenvolvido

O desenvolvimento do método proposto no presente trabalho foi aplicado em alunos de graduação em Engenharia, em uma turma de Geometria Analítica. Foram consideradas três etapas de observação e análise do processo de ensino e aprendizagem, mostradas a seguir:

Na primeira etapa tem-se 10 alunos fora de controle, dos quais 6 estão abaixo do limite inferior de controle (*LIC*), mas seu rendimento é proporcional a sua frequência. Esta situação indica influência do professor proporcional à frequência do aluno. Nota-se também nos alunos que estão sobre controle uma alta variação em sua frequência. Pode-se sugerir que ainda os alunos não identificaram a importância do professor em sala de aula e, portanto, não consideram importante sua frequência, ver figura 1.

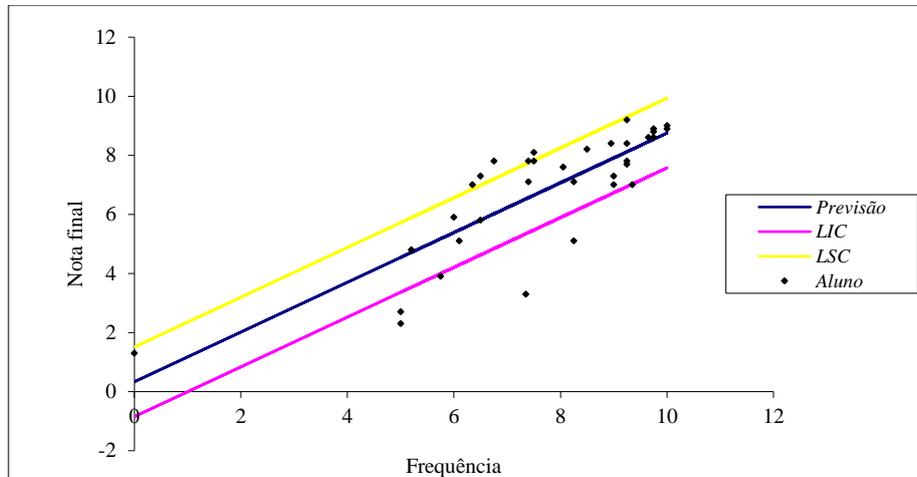
Figura 1- Gráfico de controle da primeira etapa



Fonte: o autor (2018)

Na segunda etapa, tem-se 12 alunos fora de controle, ou seja, que não seguem a tendência do processo. Desses 12 alunos, 6 estão acima do limite superior de controle (*LSC*). Estes alunos não são problema, já que seu rendimento é maior que o esperado em relação à sua frequência. Os 6 restantes estão abaixo do *LIC*, mas o gráfico indica que estes alunos melhoraram em sua frequência proporcionalmente seu rendimento, constatando-se uma ascendência da influência do professor. A tendência dos alunos que estão dentro dos limites de controle melhora com relação a primeira etapa, onde se pode interpretar que o aluno está identificando a importância do professor, portanto a importância da frequência, ver figura 2.

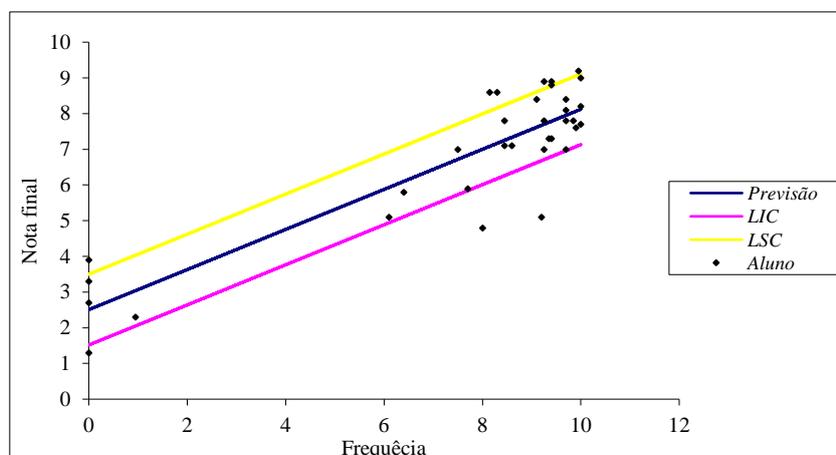
Figura 2- Gráfico de controle da segunda etapa



Fonte: O autor (2018)

Na terceira e última etapa, neste gráfico de controle pode ser observado o sucesso do processo de ensino e aprendizagem aplicado pelo professor, pois somente tem-se 2 alunos debaixo do *LIC*, com rendimentos superiores em relação à primeira e a segunda etapa. A tendência de toda a turma mostra uma identificação significativa da influência do professor sobre os alunos, portanto, consideram a frequência importante. Melhorando o processo de ensino e aprendizagem, tem-se alunos com melhores rendimentos e frequentando significativamente. Tem-se um aluno no extremo inferior do gráfico. Este aluno no presente estudo pode ser considerado como um falso alarme, já que é um aluno com uma frequência quase nula, com rendimento também quase nulo. Isso seria evitado caso houvesse frequentado a sala de aula, ver figura 3.

Figura 3- Gráfico de controle da terceira etapa



Fonte: O autor (2018)

## 5. Conclusões

Os Gráficos de controle foram aplicados em três etapas consecutivas do processo de ensino e aprendizagem durante um semestre e foi observada a evolução do aprendizado do aluno de modo de determinar o desenvolvimento e eficácia do método de ensino aplicado pelo professor em sala de aula.

Na primeira etapa, o gráfico de controle mostra pontos dispersos ao longo da reta de regressão, onde se observa também alguns pontos que indicam alunos com alta frequência e baixo rendimento e alunos com baixa frequência e alto rendimento acadêmico. O processo mostrou então que na primeira etapa os alunos não estavam plenamente identificados com o professor. Se observa também alunos (pontos) abaixo de limite inferior de controle, indicando total indiferença com o processo.

Na segunda etapa se observa uma melhoria no relacionamento ensino e aprendizagem ou professor e alunos. Os pontos no gráfico de controle apresentam uma tendência de concentração no extremo superior da reta de regressão. Se tem ainda pontos abaixo do limite inferior de controle, mas em uma posição melhor que na etapa 1.

Na terceira etapa se observa uma concentração dos pontos no extremo superior do gráfico de controle, indicando uma alta frequência e uma alto aproveitamento do conhecimento. Em outras palavras, o aluno que frequentou as aulas teve um alto rendimento acadêmico. Portanto, na terceira etapa se observa uma significativa relação entre ensino e aprendizagem. O número de alunos abaixo do limite inferior de controle foi menor que nas duas etapas anteriores.

Como se pode observar, foi construído um método que contribuiu de alguma forma com o controle do processo de ensino e aprendizagem aplicado pelo professor em sala de aula, permitindo observar em cada etapa as situações de como sua turma se desenvolve através do processo de ensino e fazer os ajustes necessários a tempo para alcançar o sucesso esperado.

O objetivo foi alcançado, já que estes gráficos permitiram identificar alunos que estão em situações críticas dentro do processo de ensino e aprendizagem e que não seguem a tendência de sua turma. Identificar os alunos que estão fora do processo de ensino faz possível também identificar as causas que colocam o aluno em condições fora de controle, provocando muitas vezes variações significativas nos resultados esperados na aplicação do método.

## REFERÊNCIAS

COSTA, Dailson Evangelista; MORAES, Mônica Suelen Ferreira. **Um Ensaio Sobre o Conceito de Desenvolvimento Profissional do Professor de Matemática**. REMATEC/n. 26, set./dez. 2017, p. 129 – 143.

SANTOS, Edilaine Regina; BURIASCO, Regina Luzia Corio. **A Análise da Produção Escrita em Matemática como Estratégia de Avaliação: Aspectos de uma Caracterização a Partir dos Trabalhos do GEPEMA.**

Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v.9, n.2, p.233-247, novembro 2016.

GROENWALD, Claudia Lisete Oliveira; SILVA, Carmen Kaiber; MORA, David Castor. **Perspectivas em Educação Matemática.** Acta Scientiae, Canoas, v. 6, n. 1, p.37-55, jan/jun., 2004.

MIRANDA, Cleiton Geraldo Mendes; LAUDARES, João Bosco. **A Matemática na Atuação Profissional do Engenheiro.** XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, Blumenau, SC, 2011.

NASCIMENTO, Ana Carolina Campana; RIBEIRO JÚNIOR, José Ivo; NASCIMENTO, Moysés. **Planejamento de Gráficos de Controle de Regressão Via Simulação.** Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.8, N.14; p. 1 6 8 6 – 2012.

PEDRINI, Danilo Cuzzuol; CATEN, Carla Schwengber tem. **Método para Aplicação de Gráficos de Controle de Regressão no Monitoramento de Processos.** Produção, v. 21, n. 1, p. 106-117, jan./mar. 2011.

SOUZA, Adriano Mendonça; JACOBI, Luciane Flores; PEREIRA, João Eduardo. **Gráficos de Controle de Regressão.** Florianópolis Sc: Editora, VisualBooks, 2005.

WERKEMA, Maria Cristina Catarino; AGUIAR, Silvio. **Análise de Regressão: Como entender o relacionamento entre as variáveis de um processo.** Ferramentas de Qualidade. Editora Eletrônica-Azul Computação Gráfica Ltda, Minas Gerais. 1996.

KMENTA, Jan. **Elementos de Econometria: Teoria Econométrica Básica.** Editora Atlas S.A., São Paulo, v.2, 1990.

SHEWHART, Walter A. **Economic control of quality of quality of manufactured product.** New York: Van-Nostrand Reinhold, Princeton, 1932.

MONTGOMERY, D. C.; MASTRANGELO C. M. **Some Statistical Process Control Methods for Autocorrelated Data.** Journal of Quality Technology, 1991.