ANÁLISE DA EVASÃO DE DISCENTES DO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DE UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR UTILIZANDO CADEIA DE MARKOV

Ewerton Andrade dos Santos (UEPA) ewerton.eads@gmail.com
Alice Kazumi Shigetomo Ishii (UEPA) kazumishigetomo@gmail.com
Lucas Mendes da Costa (UEPA) lucmendes7@gmail.com
Michele Mendes da Silva Dias (UEPA) mimend95@gmail.com
Yvelyne Bianca Iunes Santos (UEPA) yvelynesantos@gmail.com

Resumo

A partir do cenário de grande evasão e baixa inserção dos alunos em cursos de graduação de engenharia, nota-se que os estudos acerca de Cadeia de Markov podem contribuir de maneira positiva, haja vista que, através desses, é possível que as Instituições de Ensino Superior (IES) sejam capazes de acompanhar a permanência dos alunos no curso ao longo do tempo. Desse modo, o presente trabalho teve como principal objetivo a aplicação dos conceitos de processos estocásticos e Cadeia de Markov para determinar e analisar a probabilidade de permanência dos discentes no curso de Engenharia de Produção em uma Instituição de Ensino Superior, além de analisar a probabilidade de desistência, abandono e de conclusão do curso. Após levantamentos de dados no setor de Registro e Controle Acadêmico da IES, foi possível desenvolver a matriz de transição estocástica do processo, formada pelas probabilidades de permanência, trancamento, abandono e formação dos discentes do curso de Engenharia de Produção. Após as resoluções das equações matriciais, utilizando o *software* MATLAB, os resultados mostraram que, a probabilidade de um discente concluir o curso de Engenharia de Produção, é de 72,11%, 84,65%, 91,71%, 97,44% e 100% para os discentes que se encontram nas 1ª, 2ª, 3ª, 4ª e 5ª séries respectivamente. Notou-se ainda que a probabilidade de um discente do curso trancar a matrícula nas duas primeiras séries é de, 7,49% e 8,79% respectivamente e que, a probabilidade de um discente da 1ª série abandonar o curso é de 20,41%.

***Palavras-chave*:** Cadeia de Markov, Processo Estocástico, Engenharia de Produção, Evasão de discentes.

1. Introdução

Os profissionais da engenharia são de extrema importância para garantir melhoria dos serviços prestados à sociedade, bem como a resolução de problemáticas de caráter econômico e social (Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura, 2016). Apesar da importância e necessidade de atuação dos profissionais da engenharia na sociedade brasileira, dados da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), em 2010, mostram que o Brasil tinha 1,95 engenheiros para cada 10 mil habitantes, número reduzido comparado tanto aos países desenvolvidos, quanto àqueles que estão em crescimento acelerado.

Atrelado a isso, dados do Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (2016) informam que a quantidade de engenheiros ativos no país é bastante divergente quando estes estão distribuídos por região. Enquanto a região Sudeste conta com um número equivalente a 458.961 profissionais ativos, a região Norte é responsável por apenas 37.122 profissionais ativos, considerada em último lugar em comparação às demais regiões.

De acordo com Santos e Silva (2015), esse déficit de engenheiros no país está relacionado à desistência dos estudantes das graduações de engenharia, além da baixa inserção de novos estudantes causada pela falta de incentivo e motivação a ingressarem em cursos de engenharia.

Desse modo, nota-se que a elaboração de estudo baseado em Cadeias de Markov pode contribuir para que as IES tenham conhecimento da situação de permanência de seus alunos, bem como as eventuais situações de abandono ou desistência do curso, para que possam ser aplicadas medidas de incentivo, em momentos estratégicos, visando evitar a evasão por parte dos alunos. Tal situação, segundo Santos, Junior e Ribeiro (2015), trata-se de um dos graves problemas que afetam a educação, sobretudo a de nível superior, o que acaba atingindo a sociedade em seu campo social, acadêmico, econômico e político, seja a instituição pública ou privada.

Nesse contexto, o presente estudo possui como objetivo a aplicação dos conceitos de processos estocásticos e Cadeia de Markov para determinar a probabilidade de permanência dos discentes no curso de Engenharia de Produção em uma Instituição de Ensino Superior na região Norte do país, além de analisar a probabilidade de desistência, abandono e conclusão do curso.

O presente estudo está divido em quatro partes. Primeiramente, elaborou-se referencial teórico que pudesse abordar os conceitos e principais assuntos acerca de processos estocásticos e Cadeia de Markov. Em seguida, foram detalhadas todas as etapas necessárias para elaboração deste artigo, bem como o método de pesquisa utilizado. Após essa etapa, analisaram-se os resultados alcançados com o estudo e, posteriormente, foram apresentadas as conclusões obtidas, assim como sugestões de pesquisas futuras.

2. Referencial teórico

2.1. Processos estocásticos

Segundo Ynoguti (2011), os processos estocásticos podem ser classificados em termos dos valores que podem assumir assim como dos instantes de tempo em que podem sofrer mudanças. Estes processos podem ser classificados como processos de valor discreto e de valor contínuo, assim como de processos de tempo discreto e tempo contínuo.

De acordo com o mesmo autor, um processo de valor discreto é quando todos os valores possíveis para todos os instantes de tempo t de um processo X(t) é um conjunto contável, caso contrário o processo é classificado como de valor contínuo. Já um processo estocástico de tempo discreto X(t) é definido apenas para um conjunto de instantes de tempo $t_n = nT$, onde “T” é uma constante e “n” um inteiro; caso contrário, X(t) é definido como processo de tempo contínuo.

2.2. Tempo médio da passagem de estado

De acordo com Taha (2008), um modo simples de determinar o tempo médio da primeira passagem para todos os estados em uma matriz de “m” transições, “P”, é dada pela seguinte equação:

$$\left\|\mu_{ij}\right\| = (I - N_j)^{-1} l, j \neq i$$

Onde:

μ_{ij}: Tempo médio do primeiro retorno para o estado j;

I: Matriz identidade (m-1);

N_j: Matriz de transição “P” menos sua j-ésima linha e sua j-ésima coluna do estado visado j;

l: Vetor coluna (m-1) com todos os elementos iguais a 1.

2.3. Análise de estados de absorventes

Segundo Taha (2008), a análise de cadeias de Markov com estados absorventes pode ser executada convenientemente usando matrizes. Em primeiro lugar, a cadeia de Markov é dividida em outras matrizes da seguinte maneira:

$$P = \begin{bmatrix} N & \vdots & A \\ \cdots & \vdots & \cdots \\ O & \vdots & I \end{bmatrix}$$

Onde:

N: Matriz de probabilidade de um estado de transição passar para outro de transição;

A: Matriz de probabilidade de passar do estado de transição para o estado absorvente;

I: Matriz identidade que possui todos os estados absorventes da cadeia;

O: Matriz nula.

Assim, a partir dos conceitos de tempo médio de passagem e da divisão da cadeia de Markov em outras matrizes, é possível calcular a probabilidade de absorção, dada pela seguinte equação:

$$M = (I - N_j)^{-1}A$$

Onde:

M: Probabilidade de absorção.

2.4. Cadeia de Markov

De acordo com Grigoletti (2011), os modelos Markovianos são sistemas de transição de estados, onde os mesmos são representados em termos de seus vetores probabilísticos, podendo variar no espaço temporal (discreto ou contínuo). As transições entre os estados são probabilísticas e dependem do estado atual. Portanto, um modelo de Markov classificado como um espaço discreto é considerado como cadeia de Markov, onde suas propriedades são estudadas com base em matrizes de transição de estado.

Ainda com base no mesmo autor, a cadeia de Markov é a probabilidade de se chegar a um estado futuro, podendo depender do estado atual, mas que independe dos estados anteriores.

2.5. Classificação dos estados em uma Cadeia de Markov

De acordo com Hillier e Lieberman (2013), as probabilidades de transição associadas aos estados exercem importante papel no estado das cadeias de Markov. Para representar ainda mais as propriedades das mesmas, é preciso apontar alguns conceitos e definições pertinentes a esses estados. Para desenvolvimentos deste estudo, foram levados em consideração apenas quatro tipos diferentes de estados, são eles: estados comunicantes, recorrentes, de transição e de absorção.

2.5.1. Estados comunicantes e estados de absorção

Em uma Cadeia de Markov, dois estados j e i são chamados de comunicantes se j é alcançável a partir de i e i é acessível de j (VAL, 2001). Por outro lado, um estado é considerado absorvente quando, após adentrar o mesmo, o processo jamais deixará esse estado novamente. Diante disso, o estado i é considerado um estado absorvente se, e somente se, $p_{ii} = 1$ (HILLIER; LIEBERMAN, 2013).

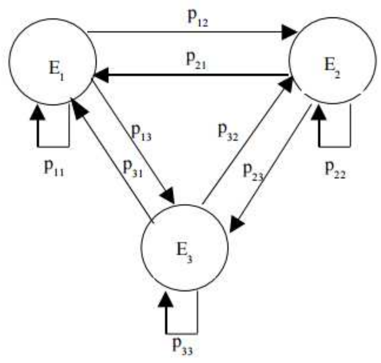
2.5.2. Estados de transição e estados recorrentes

De acordo com Winston (2004), um estado é dito de transição se existe pelo menos um estado j que é acessível a partir de i, contudo o estado i não é alcançável a partir do estado j. Os estados recorrentes, ao contrário, são aqueles em que todos os estados que partem dele retornam a ele. Dessa forma, é dito que se um estado não é de transição, ele é conhecido como um estado recorrente.

2.6. Diagrama de transição

A partir dos conhecimentos de Bueno (2008), diz-se que o diagrama de transição é conhecido como representação gráfica de uma Cadeia de Markov. Neste diagrama, é possível observar os estados, as transições e as probabilidades de transição, respectivamente, por E_i e P_{ij}, em que i e j são índices que identificam os vários estados possíveis (assim, P_{ij} é a probabilidade de existir uma transição do estado E_i para o estado E_j). A Figura 1 a seguir demonstra a representação de um diagrama de transição:

Figura 1 – Diagrama de transição



Fonte: Bueno (2008)

Nesta imagem, é possível observar que os estados estão sendo representados por círculos e as transições são demonstradas através de setas.

2.7. Cadeia de absorção

Segundo Golmakani (2014), uma cadeia de Markov é chamada de absorvente se existe pelo menos um estado absorvente, ou então se for possível, através de qualquer estado, alcançar um estado absorvente (porém, não necessariamente em um único passo).

2.8. Matlab

O MATLAB (*Matrix Laboratory*) é um *software* que possui como objetivo a realização de cálculos com matrizes, funcionando como uma calculadora, sendo utilizado com uma linguagem de programação científica. O mesmo também permite alto desempenho e precisão nos resultados. Além disso, é largamente utilizado em instituições de ensino, como universidade e faculdades, devido à capacidade de resolução de cálculos matemáticos, modelagens e simulações, análises numéricas, visualização de gráficos e desenvolvimento de algoritmos (AMOS, 2006).

Existe, inserido ao MATLAB, funções matemáticas prontas para uso. Desse modo, o *software* permite uma maior facilidade no cálculo de matrizes complexas, bem como a redução do tempo de resolução (CHAPMAN, 2003).

3. Métodos de pesquisa

3.1. Estratégia e classificação da pesquisa

O artigo se caracteriza como um estudo de caso, que de acordo com Gil (2010) é o estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos de forma a obter um amplo e detalhado conhecimento. Segundo Silva e Menezes (2005), o trabalho também se enquadra na categoria de pesquisa quantitativa, uma vez que esta traduz números, opiniões e informações para classificá-las e analisá-las, requerendo o uso de técnicas estatísticas.

3.2. Delineamento da pesquisa

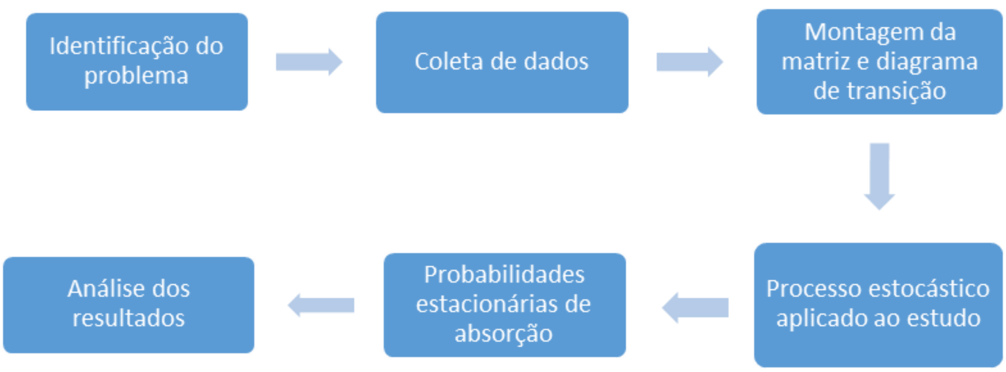
O artigo investiga a saída de alunos de uma IES através de métodos quantitativos, de forma a analisá-las para serem solucionadas pela instituição em um futuro breve. A IES forneceu os dados necessários sobre a movimentação de alunos do curso escolhido para análise.

O estudo foi realizado devido à lacuna de conhecimento sobre a probabilidade de um aluno matriculado se formar ou abandonar o curso por exemplo.

3.3. Etapas da pesquisa

O estudo teve etapas bem definidas que podem ser observadas na figura abaixo:

Figura 2 - Etapas do processo



Fonte: Autores (2018)

O estudo se inicia com a identificação do problema que surgiu através de membros da instituição de ensino superior sobre o número de alunos que permanecem no curso e em quais etapas do curso ocorrem mais abandonos, este é um conhecimento fundamental, em vista que a partir deste é possível concentrar mais esforços para motivar os alunos nas etapas de maior desistência.

Após isto, foram coletados dados para o desenvolvimento da matriz de transição e seu diagrama. A partir da matriz de transição se aplicou o processo estocástico com a finalidade de se obter as probabilidades estacionárias de absorção.

3.4. Identificação do problema e coleta de dados

A partir de entrevistas com docentes e outros membros da IES se levantou a questão sobre a permanência de alunos na instituição. Decidiu-se, então, focar o estudo no campus de ciência e tecnologia da IES, mais especificamente no curso de Engenharia de Produção.

A coleta de dados foi realizada através do setor de Registro e Controle Acadêmico da instituição, que forneceu o número de alunos matriculados, quantos trancaram o curso, quantos desistiram, quantos repetiram o ano e o número de concluintes da graduação.

3.5. Diagrama de transição e processo estocástico

A partir dos dados fornecidos pela instituição de ensino foi elaborada uma matriz de transição, com três estados de absorção, e com base nesta foi feito o diagrama de transição, o que permite uma melhor visualização das mudanças de estado possíveis no modelo.

Para iniciar o processo estocástico se identifica quatro submatrizes da matriz de transição, sendo estas: N, R, nula e identidade. Assumindo que cada submatriz encontrada seja considerada como uma matriz, com o auxílio do MATLAB, são realizadas operações características do processo estocástico. Iniciando pela subtração da matriz identidade de N pela própria matriz N.

$$(I - N)$$

I: Matriz identidade.

N: Matriz N, probabilidade de transição entre um estado não absorvente para outro não absorvente;

A matriz obtida dessa subtração é invertida, como podemos ver na equação abaixo:

$$(I - N)^{-1}$$

O resultado já nos dá a matriz fundamental onde podem ser reveladas informações relacionadas a tempo, entretanto para obter a matriz probabilística é necessária mais uma etapa:

$$M = (I - N)^{-1} \times A$$

M: Matriz probabilística;

I: Matriz identidade.

N: Matriz N, probabilidade de transição entre um estado não absorvente para outro não absorvente;

A: Matriz A, probabilidade de transição entre um estado não absorvente para um absorvente.

Todos os cálculos matriciais foram realizados no *software* MATLAB, obtendo-se as probabilidades estocásticas.

4. Resultados e Discussões

4.1. Identificação do problema

Através de entrevistas com o coordenador, professores e a obtenção dos dados históricos sobre a quantidade de matrículas, observou-se que nos três últimos anos houve uma anomalia no que se refere à quantidade demasiada de discentes que não continuavam no curso em estudo. Desse modo, com o objetivo de analisar este fenômeno, foi aplicado um estudo utilizando o processo estocástico para melhor entender o problema e mensurá-lo.

4.2. Limitações da pesquisa

O estudo apresentou limitações quanto a coleta de dados. O departamento da IES responsável pelo controle acadêmico não possuía dados consistentes referentes ao retorno por série de discentes ao curso após o trancamento da matrícula nos anos analisados, de 2012 a 2015. Em vista disso, adotou-se o estado de trancamento (T) de matrícula como sendo um estado de absorção, de modo que os discentes que trancam não retornam, isto é, não permanecem no curso.

4.3. Coleta de dados

O curso em estudo possui duração de 5 anos e cada série tem duração de um ano. Foram solicitados e obtidos dados referentes às matrículas de todas as turmas dos anos de 2012, 2013, 2014 e 2015 do curso de Engenharia de Produção. Desta forma, para os períodos estudados, existia apenas uma turma na 1ª série do curso para cada ano.

Com os dados coletados, foram realizadas médias aritméticas para encontrar o número médio de alunos que se matriculavam, repetiam, trancavam e abandonavam o curso na 1ª, 2ª,3ª, 4ª e 5ª séries. Os valores obtidos da quantidade de alunos matriculados foram de 28, 35, 40 e 40, respectivamente, para cada série do curso de Engenharia de Produção. Seguem os resultados, Tabela 1, que foram utilizados para a elaboração dos estados da Cadeia de Markov analisados.

Tabela 1 – Dados sobre as matrículas de alunos nos anos de 2012, 2013, 2014 e 2015

Turmas	Matriculados	Repetem	Trancamento	Abandono
1ª série	28	1	0	4
2ª série	27	1	1	1
3ª série	35	1	1	1
4ª série	40	0	1	0
5ª série	40	0	0	0

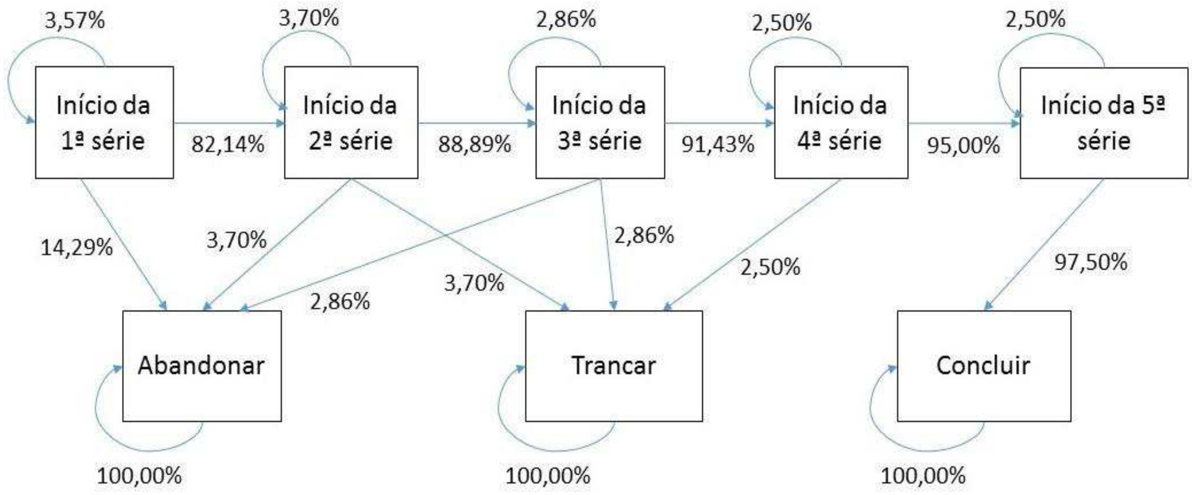
Fonte: Autores (2018)

Observa-se que nos dados históricos apenas um discente na 1ª série trancou sua matrícula. Destaca-se ainda o número alto de alunos que abandonam o curso na mesma série. Além disso, notou-se uma baixíssima quantidade de alunos da 5ª série que não continuaram no curso, apenas um a cada três turmas, e quando se fez a média o valor obtido foi praticamente zero, adotando-se o mesmo.

4.4. Diagrama de transição

Nesta e nas seções posteriores, são apresentados os resultados referentes à aplicação do método de cadeia de Markov. A Figura 3, abaixo, refere-se à representação gráfica da matriz de transição, na qual é possível observar o fluxo entre as transições dos estados adotados na Cadeia de Markov juntamente com as probabilidades. Nota-se que existem três estados de absorção e os demais são de transição.

Figura 3 – Diagrama de transição com os estados de transição e de absorção.



Fonte: Autores (2016)

4.5. Processo estocástico aplicado ao estudo

Com base na representação gráfica apresentada na Figura 3, a matriz de transição estocástica da probabilidade de permanência dos discentes do curso de Engenharia de Produção é construída. Nesta pesquisa, os estados absorventes são: Abandonar (A), Trancar (T) e Concluir (C). Os demais estados considerados são discentes no Início da 1ª série (I1), Início da 2ª série (I2), Início da 3ª série (I3), Início da 4ª série (I4) e Início da 5ª série (I5).

$$P_m = \begin{array}{c} \\ I1 \\ I2 \\ I3 \\ I4 \\ I5 \\ T \\ A \\ C \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccccccc} I1 & I2 & I3 & I4 & I5 & T & A & C \end{array} \\ \begin{bmatrix} 0{,}0357 & 0{,}8214 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0{,}1429 & 0 \\ 0 & 0{,}0370 & 0{,}8889 & 0 & 0 & 0{,}0370 & 0{,}0370 & 0 \\ 0 & 0 & 0{,}0286 & 0{,}9143 & 0 & 0{,}0286 & 0{,}0286 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0{,}025 & 0{,}95 & 0{,}025 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0{,}025 & 0 & 0 & 0{,}975 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \end{array}$$

Onde a matriz N, probabilidade de transição entre um estado não absorvente para outro não absorvente, é:

$$N = \begin{array}{c} \\ I1 \\ I2 \\ I3 \\ I4 \\ I5 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccccc} I1 & I2 & I3 & I4 & I5 \end{array} \\ \begin{bmatrix} 0{,}0357 & 0{,}8214 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0{,}0370 & 0{,}8889 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0{,}0286 & 0{,}9143 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0{,}025 & 0{,}95 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0{,}025 \end{bmatrix} \end{array}$$

E a matriz A, probabilidade de transição entre um estado não absorvente para um absorvente, é:

$$
\mathrm{A} = \begin{array}{c} \\ I1 \\ I2 \\ I3 \\ I4 \\ I5 \end{array}
\begin{array}{c}
\begin{array}{ccc} \quad T \quad & \quad A \quad & \quad C \quad \end{array} \\
\begin{bmatrix} 0 & 0{,}1429 & 0 \\ 0{,}0370 & 0{,}0370 & 0 \\ 0{,}0286 & 0{,}0286 & 0 \\ 0{,}025 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0{,}975 \end{bmatrix}
\end{array}
$$

4.6. Probabilidades estacionárias de absorção

A matriz $(\mathrm{I} - \mathrm{N})^{-1}$, matriz fundamental do processo estacionário, foi calculada a partir da matriz de transição, a fim de obter o número esperado de vezes que um processo está em cada estado não absorvente antes da absorção. Segue o resultado na tabela abaixo:

$$
(\mathrm{I} - \mathrm{N})^{-1} = \begin{array}{c} \\ I1 \\ I2 \\ I3 \\ I4 \\ I5 \end{array}
\begin{array}{c}
\begin{array}{ccccc} \quad I1 \quad & \quad I2 \quad & \quad I3 \quad & \quad I4 \quad & \quad I5 \quad \end{array} \\
\begin{bmatrix} 1{,}037 & 0{,}8845 & 0{,}8094 & 0{,}759 & 0{,}7396 \\ 0 & 1{,}0384 & 0{,}9502 & 0{,}8911 & 0{,}8682 \\ 0 & 0 & 1{,}0294 & 0{,}9654 & 0{,}9406 \\ 0 & 0 & 0 & 1{,}0256 & 0{,}9993 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1{,}0256 \end{bmatrix}
\end{array}
$$

A Tabela 2 expõe a quantidade esperada em anos para cada discente até que o mesmo entre em um estado de absorção. Estes valores foram obtidos através da soma dos tempos que cada discente passa em um determinado estado, ou seja, a soma dos elementos de cada uma das linhas da matriz fundamental, $(\mathrm{I} - \mathrm{N})^{-1}$.

Tabela 2 – Quantidade de anos esperados em cada estado antes da absorção

Estado	Anos esperados antes da Absorção
1ª série	4,2295
2ª série	3,7479
3ª série	2,9354
4ª série	1,0256
5ª série	1,0256

Fonte: Autores (2018)

As probabilidades estacionárias de absorção dos estados absorventes são obtidas através da análise dos elementos da matriz $(I\text{-}N)^{-1}$.

$$(\mathrm{I}-\mathrm{N})^{-1}.\mathrm{A} = \begin{array}{c} \\ I1 \\ I2 \\ I3 \\ I4 \\ I5 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccc} \mathrm{T} & \mathrm{A} & \mathrm{C} \end{array} \\ \begin{bmatrix} 0{,}0749 & 0{,}2041 & 0{,}7211 \\ 0{,}0879 & 0{,}0656 & 0{,}8465 \\ 0{,}0536 & 0{,}0294 & 0{,}9171 \\ 0{,}0256 & 0 & 0{,}9744 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \end{array}$$

Observa-se que a probabilidade de um discente concluir o curso de Engenharia de Produção, é de 72,11%, 84,65%, 91,71%, 97,44% e 100% para os discentes que se encontram nas 1ª, 2ª, 3ª, 4ª e 5ª séries respectivamente. Nota-se ainda a probabilidade considerada elevada de um discente do curso trancar a matrícula nas duas primeiras séries, 7,49% e 8,79% respectivamente, valores estes coerentes com a problemática apresentada neste trabalho. Porém o que mais se destaca é alta probabilidade de um discente da 1ª série em abandonar o curso, de 20,41%.

As causas para as altas probabilidades supracitadas podem ser devido ao fato de nos primeiros anos de graduação, muitos discentes não tem certeza se escolheram o curso certo para trabalhar profissionalmente. Além disso, outros fatores podem estar influenciando, como problemas de estrutura e apoio da universidade, fazendo com que os mesmos procurem outras instituições em busca de melhores condições de formação profissional.

Destaca-se ainda que, com estes dados, é possível verificar que existe 100% de chance dos discentes que chegam a última série concluírem o curso. Este resultado é coerente com os dados colhidos, haja vista que a quantidade de evasão de discentes na 5ª série é extremamente incomum no histórico do curso.

5. Conclusão

A problemática abordada no presente estudo é importante para o desenvolvimento e melhoria da educação de nível superior. A evasão de alunos dos cursos de engenharia não pode ser tratada como natural e têm de ser trabalhada. Esta pesquisa visa identificar com mais clareza as etapas de maior abandono e que devem ser trabalhadas para serem evitadas.

O foco deste artigo se encontra no curso de engenharia de produção, a fim de obter um modelo estatístico no qual seja aplicável o processo estocástico, dessa forma, viabilizando possíveis estudos futuros com outras graduações.

Diante dos estudos Markovianos abordados no presente trabalho, verifica-se a importância do mesmo para solucionar a grande evasão e baixa inserção dos alunos nos cursos de graduação em engenharia. Através dos cálculos realizados, foi possível atingir de forma satisfatória os objetivos do estudo, determinando a probabilidade de permanência dos discentes no curso e engenharia de produção e identificando quais estados de transição de maior evasão dos alunos. Além da principal probabilidade, foi possível determinar também as probabilidades de desistência, abandono e de conclusão do curso.

Os resultados mostraram que, a probabilidade de um discente concluir o curso de Engenharia de Produção, é de 72,11%, 84,65%, 91,71%, 97,44% e 100% para os discentes que se encontram nas 1ª, 2ª, 3ª, 4ª e 5ª séries respectivamente. Nota-se ainda que a probabilidade de um discente do curso trancar a matrícula nas duas primeiras séries é de, 7,49% e 8,79% respectivamente e que, a probabilidade de um discente da 1ª série abandonar o curso é de 20,41%.

Em pesquisas futuras, algumas propostas se demonstram interessantes, destacando-se: a) Realizar estudo buscando o número de alunos que possivelmente se formarão em um período de alguns anos; b) Aplicar a metodologia em outros cursos da IES.

Por fim, salienta-se a existência de algumas limitações ao estudo como o número de alunos que voltaram ao curso depois após o trancamento do mesmo. Haja vista que o departamento da IES responsável não detinha estes dados.

REFERÊNCIAS

AMOS, G. **MATLAB com aplicações em engenharia**. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BUENO, F**. Cadeias de Markov - Práticas e Aplicações. Araranguá**, 2008. Disponível em:<https://wiki.ifsc.edu.br/mediawiki/images/d/d9/Cadeias_de_markov.pdf> Acesso em: 05 jun. 2016.

CHAPMAN, S. J. **Programação em MATLAB para engenheiros**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003.

Conselho Federal de Engenharia e Agronomia. **Profissionais – Engenheiros Ativos por Região**. 2016. Disponível em:**<** http://ws.confea.org.br:8080/EstatisticaSic/ModEstatistica/Pesquisa.jsp?vw=EngAtivos> Acesso em: 27 mai. 2016.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa. 5**. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GOLMAKANI, A.; SILVA, A. A.; FREIRE, E. M. S.; BARBOSA, M. K.; CARVALH|O, P. H. G.; ALVES, V. L. **Cadeias de Markov**. In:VII Bienal da Sociedade Brasileira de Matemática. Universidade Federal de Alagoas. Maceió, 2014. Disponível em: <http:// www.im.ufal.br/evento/bsbm/download/minicurso/cadeias.pdf>. Acesso em: 30 mai. 2016.

GRIGOLETTI, P. S. **Cadeias de Markov**. Pelotas; Rio Grande do Sul: UCPel, 2011. Disponível em:<https://www.researchgate.net/profile/Pablo_Grigoletti/publication/22874766 9_Cadeias_de_Markov/links/0deec5344683f96036000000.pdf&gt>. Acesso em: 24 mai. 2016.

HILLIER, Frederick S.; LIEBERMAN, Gerald J. **Introdução à pesquisa operacional**. 9. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.

Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura. **A importância da Engenharia para a sociedade e para o Brasil do século XXI**. 2016. Disponível em:< http:// www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=0&Cod=1812>. Acesso em: 27 mai. 2016.

Instituto Euvaldo Lodi**. Inova engenharia propostas para a modernização da educação em engenharia no Brasil**. Brasília: IEL.NC/SENAI.DN, 2006. Disponível em:< http:// www.nece.ctc.puc-rio.br/publicacoes/INOVA_ENGENHARIA.pdf>.Acesso em:27 mai. 2016.

SANTOS, N. V. M.; JUNIOR, M. L.; RIBEIRO, M. L. L. **Evasão no Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Goiás - Regional Catalão**. In.: XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Anais Eletrônicos. Fortaleza, 2015. Disponível em:< http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_WIC_215_270_27616.pdf>.Acesso em:27 mai. 2016.

SANTOS, A. M. T. B.; SILVA, I. T. **Forma Engenharia: Projeto Scada Incentivo para Estudantes de Ensino Médio a Cursarem Engenharia.** In.: XXXV Encontro Nacional De Engenharia De Produção. Anais Eletrônicos. Fortaleza, 2015. Disponível em:< http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_215_271_28013.pdf>.Acesso em: 27 mai. 2016.

SILVA, E.L.; MENEZES, E.M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. Florianópolis: UFSC, 2005. Disponível em: <https://projetos.inf.ufsc.br/arquivos/Metodologia_de_pesquisa_e_elaboracao_de_teses_e_dissertacoes_4ed.pd> .Acesso em:07 jun 2016.

TAHA, H. A. **Pesquisa operacional: uma visão geral**. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008.

VAL, J. B. R. **Cadeias de Markov a Tempo Discreto**. Universidade Estadual De Campinas - Faculdade De Engenharia Elétrica e de Computação. São Paulo, 2001. Disponível em:< http://www.dt.fee.unicamp.br/~jbosco/ia703/cadeias_01.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2016.

YNOGUTI, C. A. **Probabilidade, Estatística e Processos Estocásticos**. São Paulo: USP, 2011. Disponível em: <https://linux.ime.usp.br/~daniloss/antes-2012/. Acesso em: 24 mai. 2016.

WINSTON, W. L. **Operations research: applications and algorithms**. 4th ed. Belmont: Durbury Press, 2004.