



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

CAIO SILVA SOUZA

**ANÁLISE DE SOBREVIVÊNCIA APLICADA AO ESTUDO DA EVASÃO
DOS DISCENTES DO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DA
UNIVASF**

JUAZEIRO - BA

2017

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

CAIO SILVA SOUZA

**ANÁLISE DE SOBREVIVÊNCIA APLICADA AO ESTUDO DA EVASÃO
DOS DISCENTES DO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DA
UNIVASF**

Trabalho apresentado à Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Campus Juazeiro, como requisito para obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Orientador: Prof. Dr. PAULO JOSÉ PEREIRA

JUAZEIRO - BA

2017

	Souza, Caio Silva.
S729a	Análise de sobrevivência aplicada ao estudo da evasão dos discentes do curso de engenharia de produção da UNIVASF / Caio Silva Souza. --Juazeiro, 2017.
	vi, 77 f.: il.; 29 cm.
	Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Juazeiro, Juazeiro-BA, 2017.
	Orientador: Prof. Dr. Paulo José Pereira.
	Referências
	1. Engenharia da Produção – estudo e ensino. I. Título. II. Pereira, Paulo José. III. Universidade Federal do Vale do São Francisco.
	CDD 658.5

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Integrado de Biblioteca SIBI/UNIVASF
Bibliotecário: Márcio Pataro

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

FOLHA DE APROVAÇÃO

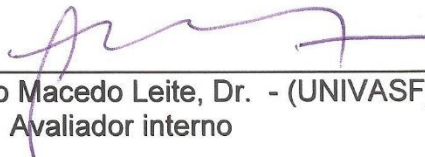
CAIO SILVA SOUZA

**ANÁLISE DE SOBREVIVÊNCIA APLICADA AO ESTUDO DA EVASÃO DOS
DISCENTES DO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DA UNIVASF**

Trabalho apresentado à Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF,
Campus Juazeiro, como requisito para obtenção do título de Engenheiro de Produção.



Paulo José Pereira, Dr. – (UNIVASF)
Orientador



Ângelo Antônio Macedo Leite, Dr. - (UNIVASF)
Avaliador interno



Danielle Santiago Câmara Dantas, M. Sc. - (UNIVASF)
Avaliadora externa

Aprovado pelo Colegiado de Engenharia de Produção em 25/10/2017

RESUMO

A evasão de estudantes é um problema que está presente em diversos níveis de ensino. No ensino das engenharias no país, observa-se que esse cenário fica mais preocupante como observado pelas altas taxas de evasão. O objetivo principal desse trabalho foi determinar a probabilidade de evasão no curso de Engenharia de Produção da UNIVASF e compará-la com a de outras Instituições. Para tal, foi usada a metodologia da análise de sobrevivência principalmente usando o estimador de Kaplan-Meier e o modelo de regressão de Cox. A partir dos dados publicados nos Censos da Educação Superior e nos dados fornecidos pela UNIVASF foi possível aplicar as técnicas da análise de sobrevivência no estudo. Além disso, também foi levantado informações importantes a respeito do fluxo de discentes do curso em questão em todo o Brasil. Pôde-se observar que as taxas de evasão encontradas nas engenharias são superiores a grande maioria de outros cursos e que Instituições privadas apresentam taxas ainda maiores. A respeito do curso de Engenharia de Produção, a taxa de desistência ao final do quinto ano de graduação é de aproximadamente 70%, com 40% probabilidade de sobrevivência. Dos que evadiram, cerca de 46% migraram para cursos que não foram da área de engenharia, sendo 26% deles mudando de instituição, mas continuando no mesmo curso. Para as turmas da UNIVASF de 2010 e 2011 as chances de alcançar a metade curso foram de 58% e 70%, respectivamente, e ao final do décimo semestre esse percentual foi de 43% e 60%. Além disso, pode-se afirmar que discentes mulheres e mais jovens têm experiências de sobrevivência melhores. De uma forma geral, taxas de evasão são maiores no início do curso, então podem ser sugeridas ações preventivas que busquem engajar os calouros com o curso a fim de evitar possíveis desistências. Finalmente, a análise de sobrevivência se mostrou uma metodologia adequada ao estudo da evasão, sendo uma importante ferramenta para os interessados no assunto.

Palavras-chaves: Evasão; Análise de Sobrevivência; Engenharia de Produção.

ABSTRACT

Student dropout is a problem that is present at various levels of education. In the teaching of engineering in Brazil, it is observed that this scenario is more worrisome as observed by the high dropout rates. The main goal of this paper was to determine the dropout probability at the UNIVASF Industrial Engineering major and to compare it with other Institution's. For that, the survival analysis methodology was used mainly with the Kaplan-Meier estimator and the Cox regression model. From the data published in the Higher Education Census and the data provided by UNIVASF, it was possible to apply the survival analysis techniques to the study in question. In addition, relevant information was also gathered regarding the flow of students of the course in question throughout Brazil. It was observed that the dropout rates found in engineering are higher than those found at most other majors and that private institutions have even higher rates. Considering the Industrial Engineering major, the dropout rate at the end of the fifth year of graduation is approximately 70%, with survival probability of 40%. Of those who dropped out, roughly 46% migrated to non-engineering majors, while 26% of them changed colleges, but continuing at the same major. For UNIVASF classes of 2010 and 2011, the chances of reaching the half course were 58% and 70%, respectively, and at the end of the tenth semester this percentage was 43% and 60%. In addition, it can be stated that female students and the youngest ones have had better survival experiences. In general, dropout rates are higher at the beginning of the majors, therefore preventive actions that aim to engage freshmen with the academic disciplines may be suggested to avoid possible dropouts. Finally, survival analysis has shown to be an adequate methodology for the study of dropout, being an important technique for those interested in the subject.

Key-words: Dropout; Survival Analysis; Industrial Engineering.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
1.1 Apresentação.....	6
1.2 Objetivo Geral	7
1.3 Objetivos específicos.....	7
1.4 Justificativa.....	8
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	10
2.1 Evasão na educação.....	10
2.2 Evasão no ensino superior.....	12
2.3 Evasão nos cursos de Engenharia	16
2.4 O curso de Engenharia de Produção da UNIVASF	21
3. METODOLOGIA	24
3.1 Cálculo da evasão	24
3.2 Análise de sobrevivência.....	25
3.2.1 Função de sobrevivência e de risco	26
3.2.2 Técnicas da análise de sobrevivência.....	27
3.2.3 Estimador de Kaplan-Meier	28
3.2.4 Estimador da tabela de vida	30
3.2.5 Comparação de curvas de sobrevivência – teste Logrank.....	31
3.2.6 Modelo de Cox.....	32
3.2.7 Censura intervalar e dados grupados	33
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	35
4.1 Estimando a taxa de evasão	35
4.2 Análise de sobrevivência – coorte Censo 2011	46
4.3 Análise de sobrevivência – coorte UNIVASF 2010	55
4.4 Análise de sobrevivência – coorte UNIVASF 2011	60
4.5 Comparação entre curvas de sobrevivência.....	65
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	70
REFERÊNCIAS	74

1. INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação

A evasão é um problema agravante da educação no geral, seja ela em qualquer nível de ensino como em instituições públicas ou privadas. No ensino superior esse problema é comumente tanto no ensino brasileiro quanto em outros países (SILVA FILHO *et al.*, 2007). Ainda segundo pesquisas realizadas pelos mesmos autores, as taxas de evasão encontradas no ensino brasileiro são semelhantes quando comparadas com as taxas encontradas em outros países.

Em se tratando da evasão no Ensino Superior no Brasil, o cenário fica cada vez mais notório e preocupante. A partir dos dados da Sinopse Estatística da Educação Superior (INEP, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016) é possível notar que o número de egressos (formandos) e ingressantes tem se reduzido nos últimos anos. Embora o número de matrículas não tenha sofrido uma grande redução ao longo dos últimos anos (tem crescido menos), as reduções daqueles dois primeiros (egressos e ingressantes) mostram a preocupante situação do ensino superior brasileiro quando se trata de formar egressos.

Uma vez que o número de ingressantes, que são em sua maioria calouros, tem diminuído sem uma mudança de mesma proporção na quantidade de matrículas, pode-se subentender que a retenção de alunos tem sido maior que o normal, uma vez que a taxa de diplomação tem diminuído. Assim, com o tempo de retenção maior, a abertura de novas vagas fica prejudicada devido à alocação de recursos.

Atrelado a esses números, há o fenômeno da evasão que traz muitos prejuízos à educação nacional e à sociedade e que na maioria das vezes não é estudado e observado como deveria (SOUZA, 1999). A partir dos dados do Censo da Educação Superior 2015 (INEP, 2016) pode-se observar que o ensino de engenharia no país ainda se encontra numa situação ainda mais precária quando comparado com outros cursos. Com uma baixa taxa de conclusão e um elevado percentual de evadidos, os cursos de engenharia enfrentam grandes desafios para gerar novos engenheiros. Lobo (2016) destaca que o país já viveu e pode presenciar novamente com o problema da

escassez de novos e bons engenheiros. Esses são alguns dos problemas encontrados na educação brasileira como um todo, que deixa explícito o grande desperdício de recursos, tanto por parte dos alunos em instituições privada quanto por parte do governo em instituições públicas.

A partir de uma revisão da literatura foi possível levantar as principais causas e efeitos da evasão como também, a partir dos dados publicados pelos Censos da Educação Superior por meios das Sinopses Estatísticas e dos Microdados da Educação Superior, analisar o fluxo e a trajetória dos alunos do ensino superior brasileiro. Uma vez que tem sido observado com mais frequência o problema da evasão nas Engenharias, em particular a de Produção com cerca de 70%, é de certa relevância o estudo mais profundo deste tema uma vez que interfere na formação de bons profissionais.

Diante desse cenário, o presente trabalho tem como objetivo analisar o fenômeno da evasão no curso de Engenharia de Produção da UNIVASF usando a análise de sobrevivência para responder as seguintes questões: qual a probabilidade de um discente desistir do curso? E em torno dessa questão, identificar se há diferença dessa probabilidade entre as diferentes idades e sexos dos discentes e se o curso da UNIVASF difere de outros do país em termos de evasão.

1.2 Objetivo Geral

Analisar a evasão discente no curso de Engenharia de Produção da UNIVASF usando a análise de sobrevivência.

1.3 Objetivos específicos

- Estimar a probabilidade de um determinado aluno abandonar o curso (evadir) usando métodos da análise de sobrevivência;
- Comparar a evasão discente da UNIVASF com a de outros cursos de Engenharia de Produção;
- Analisar as características dos alunos que evadem de seus cursos;

- Identificar os tipos de evasão mais frequentes nos cursos de Engenharia de Produção.

1.4 Justificativa

A análise de sobrevivência é um método estatístico muito utilizado nas ciências da saúde, mas pode ser empregada em várias outras áreas do conhecimento. Seu objeto de estudo é o tempo entre eventos também conhecido como “tempo de vida”, que é importante ao estimar quando um evento de interesse pode ocorrer. A evasão é um tema de estudo muito importante devido as suas consequências e às vezes é pouco debatido ou estudado. Em se tratando do ensino das engenharias no Brasil, pode-se perceber que o fenômeno da evasão é frequente e por consequência afeta o processo de formação de engenheiros no país.

Diante desse cenário, com a possibilidade de aplicação da análise de sobrevivência ao estudo do tempo de permanência de estudantes diplomados, evadidos e desligados dos cursos de Engenharia de Produção, com mais ênfase nas turmas desse curso da UNIVASF de 2010 e 2011, é possível descrever quando a evasão e diplomação ocorrem e quais fatores estão relacionados à desistência precoce do curso.

Dentro da temática “Educação em Engenharia de Produção” adotada pela Associação Brasileira de Engenharia de Produção (Abepro), o presente trabalho aborda de uma forma geral o panorama do curso em termos de seus egressos, ingressantes e instituições pelo país. Com a aplicação do método proposto, além de servir como uma contribuição metodológica relevante para pesquisados e interessados no assunto, é possível levantar informações importantes a respeito do curso de Engenharia de Produção no Brasil e como o processo de evasão discente está inserido nesse cenário.

Em se tratando especificamente deste cenário, algumas consequências da evasão como aquela relacionada à escassez de engenheiros no país, estão afetando a qualidade do profissional e trazendo prejuízos à sociedade. Como observado pela Confederação Nacional da Indústria (2014), o engenheiro exerce um importante papel

como impulsionador do desenvolvimento econômico e competitividade industrial de um país, sendo então sua formação essencial para tal desenvolvimento.

Assim sendo, é necessário e importante, diante dos aspectos levantados, estudar a evasão na educação da engenharia para que as consequências sejam amenizadas ou evitadas a partir do seu estudo. Atrelando a relevância do estudo da evasão com a aptidão do autor pela Estatística, este trabalho traz a metodologia da análise de sobrevivência para o estudo proposto nos cursos de Engenharia de Produção.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Evasão na educação

A evasão escolar é definida como a situação na qual um estudante opta pela saída em definitiva do sistema escolar ou pela suspensão temporária dos estudos (ZAGO; LIMA, 2016). Para Gaioso (2005), essa situação é um fenômeno social complexo, que pode ser definido como a interrupção dos estudos em um determinado momento de tempo. Segundo Lobo (2012), a desistência dos estudos é um grande problema que atinge qualquer nível de ensino em instituições tanto do setor público quanto do privado. Esse problema tem sido presente na educação brasileira desde o ensino fundamental até o ensino superior.

Em 2005, de acordo com o Ministério da Educação (MEC), 6,9% dos alunos do Ensino Fundamental e 10% do Ensino Médio haviam deixado de frequentar as salas de aula (LOPES, 2010). De acordo com dados do UNICEF (Fundo das Nações Unidas para a Infância), naquele mesmo ano, 1,7 milhão de jovens entre 15 e 17 anos abandonaram a escola, o que resulta na má formação profissional e na criação de problemas sociais (DIAS, 2013). Em 2013, de acordo com Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), quase 1,3 milhão de estudantes abandonaram os estudos, sendo que cerca de 50% evadiram do Ensino Médio (DINIZ, 2015).

Neri (2009) identifica as principais causas que levam estudantes a evadir, dentre as quais, pode-se destacar: a necessidade de trabalho e geração de renda para a família; falta de interesse ou percepção da importância dos estudos por parte dos pais do aluno, que desconsideram os impactos potenciais que a educação pode ocasionar; e a baixa oferta de escolas, que dificulta o acesso aos serviços educacionais. Diniz (2015) também faz um levantamento dos fatores que impulsionam o abandono dos estudos durante o ensino médio que são mais citados na literatura. Alguns dos fatores que não estão relacionados à escola são: gravidez precoce, condição socioeconômica, vulnerabilidade familiar e necessidade de obter um trabalho. Em relação aos fatores internos ao ambiente escolar pode-se citar: a discrepância entre idade do aluno e série

cursada; carga horária dos estudos; e sucessivas reprovações. Esses são alguns fatores mais relevantes que contribuem para a desistência dos estudos na escola. A ocorrência desse fenômeno no ensino superior também é frequente e motivo de discussão na literatura.

Para Zago e Lima (2016) a evasão no ensino superior pode ser entendida como a situação na qual um estudante ingressa numa instituição e, em um dado momento, não realiza matrícula para prosseguir os estudos. A ocorrência desse fenômeno tem sido observada em diversas instituições universitárias no mundo contemporâneo. A partir de pesquisas realizadas principalmente em países desenvolvidos (Europa e América do Norte, principalmente), tem-se notado a universalidade do fenômeno e homogeneidade de seu comportamento em determinadas áreas do conhecimento, apesar das diferenças entre as instituições e países de origem (PEREIRA, 2003). Pode-se então ser observada a ocorrência da deserção dos acadêmicos em variadas circunstâncias, sejam elas sociais, econômicas ou culturais.

Outras definições podem emergir diante da complexidade do fenômeno como no caso de Polyodro (2000), que gera o questionamento do trancamento da matrícula como outra modalidade de evasão, sendo esta do tipo temporária. Neste sentido, outras questões de conceitos também podem surgir, como aquela que Bueno (1992) faz uma relação entre evasão e exclusão. Para o autor, evasão significa que o aluno, por conta própria, toma a decisão de desligar-se dos estudos. Por outro lado, exclusão remete à ideia de que a decisão que resultou no desligamento do aluno foi tomada pela instituição de ensino na qual o aluno está vinculado.

A evasão acarreta em consequências negativas no âmbito social, acadêmico e econômico. O abandono do aluno sem a finalização dos seus estudos representa uma perda social, de recursos e de tempo de todos os envolvidos no processo de ensino, sendo um prejuízo à sociedade como também para o país como um todo. A respeito dessas perdas, no setor privado significa na perda de receitas e no setor público são os recursos investidos pelo governo que não trazem o retorno esperado (SILVA FILHO *et al.*, 2007). Instituições de ensino superior privado perdem receitas pois o aluno, então evadido, deixará de realizar pagamentos relacionados ao seu vínculo acadêmico com a instituição. Sendo assim, o setor privado deixa de faturar mais com a evasão discente.

O setor público também perde porque há investimentos para que o aluno ingresse e se mantenha numa Instituição de Ensino Superior (IES). Com o abandono do mesmo, todos os gastos então realizados são dissipados sem nenhum retorno.

Diante dessas consequências, a desistência de alunos ao longo do processo de ensino tem sido alvo de severas críticas de especialistas e de profissionais ligados ao estudo da economia e da educação em si. Essas críticas são observadas com mais frequência em países mais desenvolvidos que o Brasil e são mais pungentes no ensino básico (LOBO, 2012). Observa-se então uma maior preocupação a respeito desse fenômeno em países supostamente com uma educação de qualidade superior a do Brasil e com uma gestão mais bem preparada para evitar a deserção de acadêmicos.

Segundo Zago e Lima (2016), há várias razões relacionadas ao fenômeno da evasão e ambos consideram o contexto social, cultural, político e econômico em que a instituição está inserida como fatores que influenciam diretamente o fenômeno. Segundo os mesmos, a desistência dos estudos na IES pode estar relacionada, por exemplo, a má qualidade de ensino oferecido pela instituição, ocasionando assim a perda definitiva do aluno.

A evasão pode ser resultado de uma decisão do aluno, de acordo com os fatores de ordem pessoal, como também de uma combinação de fatores escolares, socioeconômicos e pessoais. Entretanto, para Pereira (2003), são as próprias condições institucionais como os professores, metodologia de ensino ou composição curricular que são geralmente os principais responsáveis pela evasão. O abandono dos estudos numa IES pode ser impulsionado por fatores externos à universidade tais como a expectativa prévia do aluno e sua capacidade intrínseca e fatores internos ao ambiente escolar como os professores, organização da instituição e infraestrutura que podem atuar em conjunto no fenômeno de evasão (PEREIRA, 2003).

2.2 Evasão no ensino superior

De acordo com Santos Junior (2015), o fenômeno da evasão na educação superior no Brasil começou a ser estudado e avaliado com mais diligência apenas em 1995 com a criação do “Seminário sobre evasão nas universidades brasileiras”,

organizado pela Secretaria de Educação Superior do Ministério da Educação (SESU/MEC). Durante este seminário foi instituída a “Comissão Especial de Estudos sobre a Evasão nas Universidades Públicas Brasileiras”, na qual tem o objetivo de identificar e compreender as causas do fenômeno da evasão nas instituições brasileiras como também de sugerir medidas para minimizar os índices observados nas IESs.

Para estudar a evasão em qualquer nível de ensino é necessário primeiramente ser claro a respeito dos tipos de evasão. De acordo com o Ministério da Educação (MEC), para o estudo da evasão no ensino superior, podemos citar os seguintes tipos: a evasão do curso, a evasão da Instituição de Ensino Superior e a evasão do sistema (MEC/SESu, 1997).

Segundo Lobo (2012), a evasão do curso pode ser definida como aquela em que o aluno abandona o curso por qualquer razão. Assim sendo, o mesmo pode continuar na mesma IES em outro curso, mudar para outro curso de outra IES ou então abandonar os estudos universitários. A situação de um aluno ter abandonado o curso, mas ter permanecido na mesma instituição de ensino é algumas vezes não encarada por essa como uma evasão, uma vez que o aluno permanece na instituição. Mesmo diante desse cenário deve-se considerar o processo como uma evasão, visto que houve uma perda que precisa ser analisada, mesmo que a vaga deixada pelo aluno seja ocupada por outro vindo de transferência interna ou externa (LOBO, 2012).

A evasão da IES é definida pelo MEC/SESu (1997) como aquela na qual o aluno abandona a instituição de ensino, mas não deixa o Sistema de Ensino Superior, ou seja, mudando apenas de IES. A evasão da instituição de ensino superior é geralmente tratada por essa como um problema do aluno, no geral financeiro, não levando em conta a sua gestão institucional. A questão a ser analisada nesse tipo de evasão é que a maioria das instituições não se preocupa em entender o motivo de tal evasão nem mesmo em saber se há realmente um número significativo de evadidos (MEC/SESu, 1997).

Finalmente, ainda segundo LOBO (2012), a evasão do sistema é aquela na qual o aluno desiste de estudar e abandona o sistema de ensino, ou seja, não se encontra estudando em nenhuma outra instituição de ensino superior. Assim sendo, qualquer estudante que tenha abandonado seus estudos universitários em qualquer

que seja a instituição é considerado um evadido do sistema. Independentemente do tipo de evasão, é necessário o acompanhamento da coorte para que se tenha conhecimento da evolução da situação individual de cada estudante.

A partir de pesquisas e trabalhos discutindo o tema da evasão no ensino superior é possível traçar o perfil do estudante que abandona seus estudos. Sendo assim, o perfil desse estudante é composto por indivíduos considerados jovens, entre a faixa etária de idade entre 18 e 33 anos, tendo uma maior tendência de serem mulheres, tendo as chances de evadir aumentadas se for gestante (ZAGO; LIMA, 2016). Outra característica do perfil dos evadidos é que a maioria deles estuda a uma distância geográfica considerável de sua moradia. Em outras palavras, o evadido está, no geral, estudando “longe de casa” (ZAGO; LIMA, 2016).

Fatores socioculturais também têm sido relacionados à interrupção dos estudos na IES. Outra característica do perfil do evadido é sua baixa condição econômica e cultural da família. Estudantes de origem mais humilde tendem a evadir mais que aqueles em condição financeira mais privilegiada (ZAGO; LIMA, 2016). O fato de estudar longe do domicílio de sua família gera outros gastos com o intuito de custear o estudo do aluno em outra localidade. Diante disso, estudantes provenientes de famílias de baixa renda estão mais propícios a evadir.

Conhecer os fatores mais determinantes para a ocorrência da evasão de discentes do ensino superior é de extrema importância para uma elaboração de estratégias e ações para evitar a ocorrência desse fenômeno. Determinando as principais causas pode ser um importante passo para se obter uma gestão, por parte das instituições, mais eficiente e, conseqüentemente, uma educação superior de qualidade.

De acordo com o estudo realizado pela Comissão Especial de Estudos sobre a Evasão nas Universidades Públicas Brasileiras (SESu/MEC) em 1996, os fatores relacionados à evasão podem ser classificados em três ordens: primeiro, aqueles relacionados ao próprio estudante e suas características individuais; segundo, aqueles relacionados ao curso e à instituição; e por último, os fatores de caráter sociocultural e econômico externo.

Dentre os fatores que são referentes ao indivíduo, de acordo com o mesmo estudo, podemos citar aqueles relacionados à personalidade do estudante, suas habilidades de estudo, formação escolar anterior, dificuldades pessoais de adaptação ao universo da instituição, dificuldades de aprendizagem que resultam em reprovações ou até mesmo sua mudança de interesse que ocasiona a realização de outra atividade (novo vestibular ou busca de emprego, por exemplo). De uma forma geral, os principais motivos para ocorrência da evasão decorrem da situação socioeconômica, do despreparo diante do novo nível exigido nas instituições de ensino superior e do desejo de mudança de curso ou de carreira.

Os fatores de ordem institucional englobam os que são relacionados ao perfil curricular do curso, à natureza didático-pedagógica, às metodologias de ensino inapropriadas e ao despreparo do corpo docente ou à infraestrutura insuficiente dos laboratórios e equipamentos de informática. Outra questão importante levantada é a preocupação em demasia por parte das instituições com as atividades de pesquisas e pós-graduação em detrimento das atividades de graduação, gerando assim, mais insatisfação e desinteresse por parte dos alunos (MEC/SESu, 1997). Pode-se notar a partir dos fatores internos às instituições que uma gestão mais preparada e com estratégias que buscam estudar as causas da evasão para aumentar as taxas de diplomação é um dos meios para melhorar a qualidade do ensino superior.

Finalmente, os fatores externos às instituições, de caráter sociocultural e econômico, podem ser relacionados ao mercado de trabalho (mudanças que podem causar a desvalorização da profissão), ao reconhecimento social da carreira escolhida, às dificuldades financeiras do discente ou à falta de políticas governamentais que suportem e aprimorem continuamente o ensino de graduação no país (MEC/SESU, 1997). A situação econômica do país pode afetar tanto o mercado de trabalho quanto a situação financeira do estudante, o que pode ser um impulso para o mesmo abandonar os estudos.

2.3 Evasão nos cursos de Engenharia

De acordo com o Censo da Educação Superior 2015 do Inep (2016), pode-se perceber um aumento do número de matrículas em cursos de engenharias em comparação com o ano de 2009. Dentre elas cabe destacar as Engenharias Civil e de Produção como as que tiveram uma maior procura dos estudantes. Em comparação com outras áreas do conhecimento, cursos de graduação ligados à Engenharia, Civil e Produção e Construção obtiveram um percentual da matrícula de graduação de 15,6% enquanto que cursos da área da Educação (18,4%) e Ciências Sociais, Negócios e Direito (38,6%) representaram uma maior parte das matrículas realizadas em 2015.

Para Confederação Nacional da Indústria (2014), mesmo com o aumento dos matriculados em cursos de engenharia, ainda é preciso reduzir a elevada evasão, cerca de 60%, e melhorar a qualidade do concluintes nessa área do conhecimento. Deficiências na educação básica dos alunos e falta de motivação dos mesmos diante de um currículo altamente teórico são vistas, pela CNI, como os principais fatores que levam os estudantes de engenharia a abandonar seus estudos. A escolha do curso enquanto ainda muito jovens e imaturos e a liberdade adquirida por estar na universidade, liberdade não vista no ensino médio e que pode causar a perda de foco nos estudos, são alguns dos motivos relevantes levantados por Oliveira (2013) como propulsores da evasão nas Engenharias.

Tonho Filho (2011) destaca algumas causas para a ocorrência da evasão de alunos de engenharia. O autor considera que a maior flexibilidade curricular faz com que haja cursos noturnos em vez dos tradicionais cursos em período integral. Assim, alunos que conciliam trabalho e estudo buscam cursos de Engenharia a noite e acabam tendo um rendimento acadêmico inferior, o que é um fator preponderante para o abandono dos estudos. Uma outra questão abordada pelo autor é a queda da qualidade de ensino e dos docentes. Com isso, o aluno percebe que seu curso não satisfaz sua necessidade de conhecimento necessária para atender às exigências do mercado de trabalho. Com suas expectativas não atendidas, o aluno fica mais propício a abandonar o curso escolhido.

Essa má qualidade reflete na formação de bons engenheiros no país. Segundo Gusso e Nascimento (2011), a maioria dos engenheiros formados são oriundos de cursos em Instituições tidas como de baixo desempenho (conceitos 1 ou 2) no Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (Enade). Entre os anos de 2005 e 2008 o percentual de egressos provenientes daquelas Instituições cresceu de 41% para 42,3% enquanto que aqueles oriundos de cursos de alto desempenho (conceitos 4 ou 5) representaram cerca de 28% dos concluintes. Dos egressos de cursos de alto desempenho, cerca de 80% se formaram em Instituições públicas em 2008. Nesse mesmo sentido, a CNI (2014) destaca que os cursos de Engenharias do país não atendem as necessidades do mercado de trabalho seja em termos de qualificação como em disponibilidade de mão de obra. Estudos sobre a escassez de engenheiros vêm contrariando essa tese, como aqueles realizados por Nascimento *et al* (2010) e Lins *et al* (2014). Os primeiros mostram por meio de projeções que haverá oferta suficiente de engenheiros para as demandas do mercado. Lins *et al* (2014) lembram também que não há na verdade uma escassez de profissionais da área, mas que a qualidade dos mesmos faz com que haja uma limitação na oferta de bons engenheiros. Embora, teoricamente, não falte profissionais, Gusso e Nascimento (2011) e CNI (2014) abordam que, em comparação com outros países, o Brasil forma poucos engenheiros e ambos notam que em país mais desenvolvidos a proporção de engenheiros formados em relação a formação de outros profissionais é muito maior.

Para Lobo (2016), o maior problema para a formação de bacharéis engenheiros no país é o alto índice de discentes evadidos, principalmente nas Instituições privadas. Entre 2010/2011, segundo o mesmo autor, houve uma evasão anual de 19% nos cursos de Engenharia, sendo a maior parte ocorrendo nas Instituições não vinculadas ao governo (22%), enquanto que nas Instituições de cunho público o percentual foi de aproximadamente 14%. Portanto, pode-se perceber que Instituições de categoria administrativa privada têm se mostrado mais ineficiente em combater a evasão de alunos e, conseqüentemente, aumentar sua receita, visto que o percentual de evadidos no biênio 2013/2014 aumentou para 27%.

O Censo da Educação Superior 2015 analisou pela primeira vez a trajetória de estudantes no curso de ingresso. Assim foi possível monitorar os alunos que

permaneceram no mesmo curso de ingresso entre os anos de 2010 e 2014. De acordo com o Inep (2016), cerca de metade (49%) dos ingressos de 2010 havia desistido do curso e 29,7% deles haviam concluído seus estudos em 2014. Os alunos que ainda permaneciam nas instituições nesse ano representavam 21% do total. Diante dessas estatísticas podemos observar o quão ineficiente em formar egressos é o ensino superior brasileiro. Além da alta taxa de desistência, podemos observar que a diferença entre os que concluíram e os que permaneciam ao final do quinto ano (tempo médio para a maioria dos cursos) é de apenas 8,5%. Pode-se inferir também que no segundo ano (2011) foi quando houve uma maior desistência, de aproximadamente 15,5%, enquanto que no primeiro ano essa taxa foi de 11,4%. Assim, esses dois primeiros anos representaram o período no qual mais alunos desistiram de seus cursos. O Gráfico 1 mostra os valores para as taxas de permanência, conclusão e desistência da coorte ingressante de 2010.

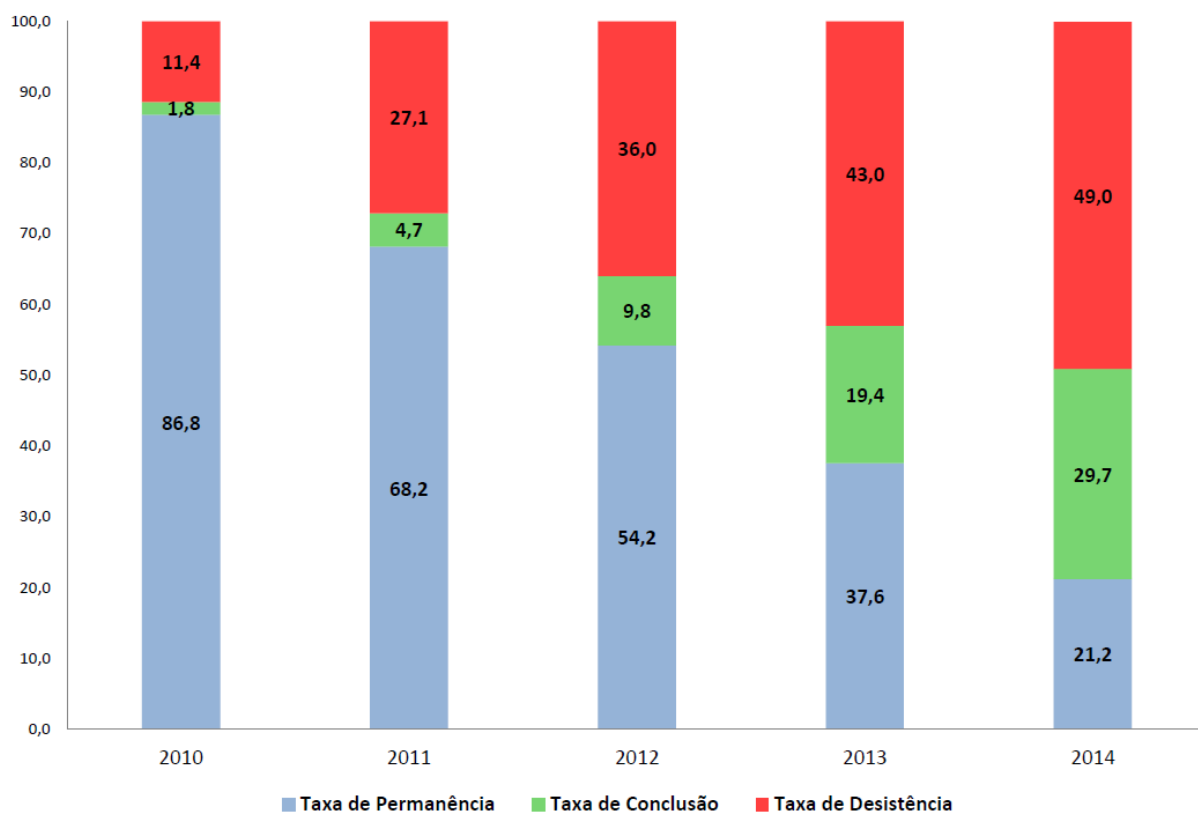


Gráfico 1: Taxa de Permanência, de Conclusão e Desistência dos Ingressos de 2010 no Ensino Superior

Fonte: Inep/Censo da Educação Superior

Ainda de acordo com o mesmo Censo, sobre os ingressantes em cursos de engenharias em 2010, 56,4% deles haviam desistido do seu curso de ingresso ao final do quinto ano de graduação e apenas 34,8% permaneciam em seus cursos. Concluíram seus estudos 8,7% dos indivíduos da coorte em questão. Em comparação com outros cursos, a taxa de desistência nos cursos de Engenharias é maior do que aquela encontrada nos cursos de formação de professor em Matemática, de Direito e Pedagogia, por exemplo. O curso de formação de professor de Física é o único que apresenta uma taxa de desistência superior a de Engenharias ao final do quinto ano da graduação. Entretanto, nesse ano, somente 8,7% dos discentes de engenharias haviam concluído seus estudos enquanto que cerca de 20% dos discente de formação de professor em Física já haviam terminado seus estudos. Esse estudo da trajetória dos estudantes demonstra a preocupante situação do ensino superior no Brasil, que se expande com novas universidades, mas mesmo assim ainda possui poucos egressos. O Gráfico 2 ilustra as informações sobre a trajetória dos ingressantes em 2010 para os cursos de direito e engenharias.

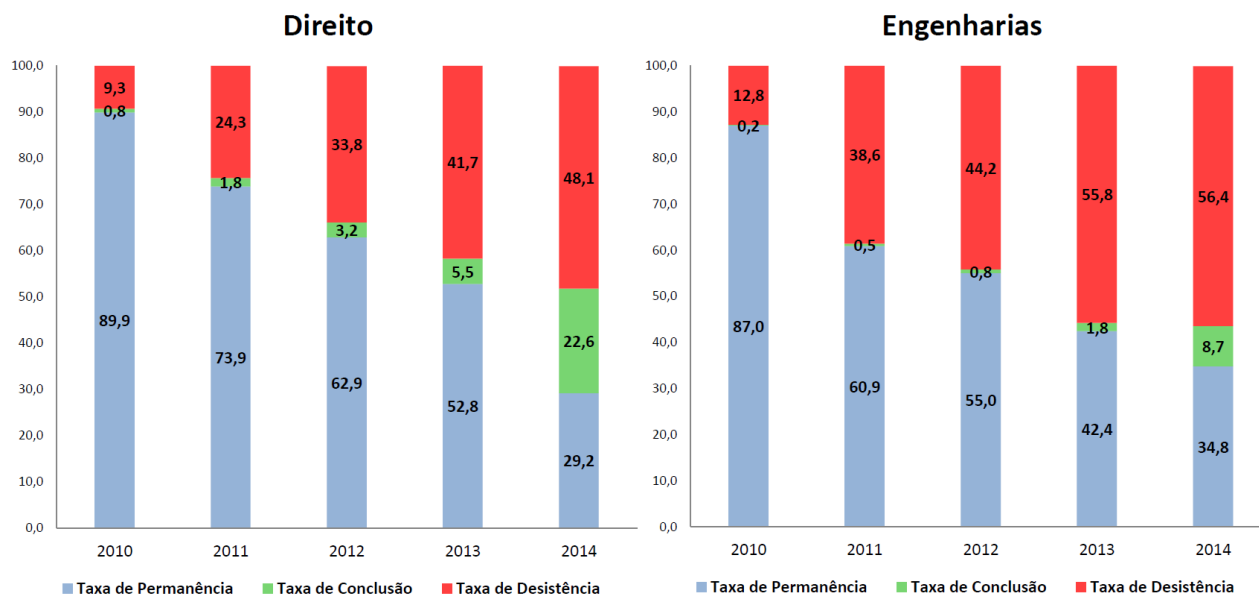


Gráfico 2: Taxa de Permanência, de Conclusão e Desistência dos Ingressos do Cursos de Direito e Engenharias de 2010

Fonte: Inep/Censo da Educação Superior

O gráfico acima ilustra como a formação de bacharéis é ineficiente nos cursos de Direito e Engenharias, mas estas se mostram menos eficazes em formar egressos, baixa taxa de conclusão, e ainda apresenta uma maior taxa de desistência quando comparado com o curso de Direito. O Gráfico 3 ilustra as taxas de permanência, de conclusão e desistências para os cursos de formação de professor de física e de matemática, que mostram também uma taxa de desistência semelhante àquela encontrada nas Engenharias, mas em contrapartida apresentam uma taxa de conclusão maior. Fica claro, em termos quantitativos, a deficiência das Engenharias em formar bacharéis quando comparado com outros cursos.

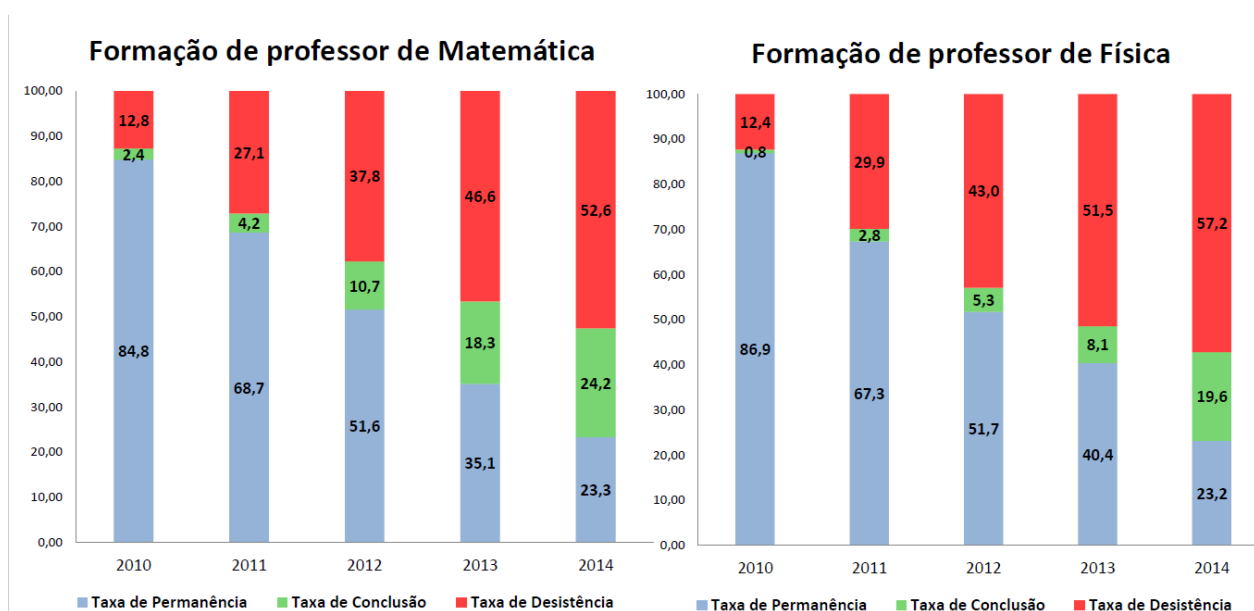


Gráfico 3: Taxa de Permanência, de Conclusão e Desistência dos Ingressos dos Cursos de Formação de Professor de Física e Matemática de 2010

Fonte: Inep/Censo da Educação Superior

Quando comparado com outros países, o cenário da educação superior brasileira mostra números ainda mais alarmantes. No geral, o número de concluintes no Brasil é aproximadamente a metade do número de ingressantes enquanto que em países da OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico) essa proporção é mais equilibrada (SANTOS, 2016). Os números publicados pelo Censo mostram que no ano de 2014 o número de ingressos e concluintes em cursos de graduação (da área de conhecimento de “Engenharia, produção e construção”), por

cem mil habitantes, era de 11,5 e 9,1 nos países da OCDE, respectivamente. No Brasil, o número de ingressos foi de 22,7 e de concluintes somente 4,4 por cem mil habitantes.

De acordo com a Sinopse Estatística do Censo da Educação Superior 2015, há no país 708 cursos de Engenharia de Produção ofertados por 536 instituições de graduação presencial e a distância (77 públicas e 459 privadas). A oferta do curso tem aumentado ao longo dos últimos anos com a criação de novos cursos. Isso pode ser notado no número de Instituições (329) que ofertavam o curso em 2011 e que houve um aumento de 62% em 2015 (INEP, 2012, 2016). Nos cursos presenciais, em 2011, foram realizadas 108552 matrículas enquanto que em 2015 esse número foi aproximadamente 46% maior (158573). Embora que nos últimos dois anos (2014 e 2015) a quantidade de matrículas no curso tenha aumentado, o número de ingressantes (ou seja, a maioria “calouros”) diminuiu em 10904 (de 61137 em 2014 para 50233 em 2015). Conclui-se então que o preenchimento de novas vagas do curso tem apresentado uma queda em relação a 2014, o que afeta o número de egressos do curso (INEP, 2012, 2015, 2016). Com a publicação dos Microdados da Educação Superior pelo INEP foi possível obter uma visão mais detalhada do curso e como o processo de evasão está presente neste cenário.

2.4 O curso de Engenharia de Produção da UNIVASF

A Fundação Universidade Federal do Vale do São Francisco, simplificadaamente UNIVASF, é uma instituição de ensino superior vinculada ao Ministério da Educação. Sua criação foi oficializada por lei em 2002 com sede na cidade de Petrolina, Pernambuco. Foi instituída diante da necessidade de ofertar uma educação superior gratuita de qualidade na região do Submédio São Francisco, até então carente de uma instituição de ensino superior gratuita. Situada numa região caracterizada pela intensa produção agrícola, a Instituição cumpre o papel de formar e inserir profissionais capacitados no mercado para que esses ajudem no desenvolvimento e progresso da região.

As atividades acadêmicas iniciaram em 2004 e atualmente a universidade possui estrutura multicampi presente nas cidades de Juazeiro, Senhor do Bonfim e

Paulo Afonso, todas na Bahia, em São Raimundo Nonato no Piauí e na cidade de Petrolina com dois campi. Iniciou suas atividades ofertando 11 cursos e atualmente possui 25 cursos de graduação. Os principais campi são o de Juazeiro, com cursos de engenharias, artes visuais e ciências sociais e de Petrolina, com o campus sede e das Ciências Agrárias.

O curso de Engenharia de Produção é relativamente novo quando comparado com outros cursos de engenharia, como a Engenharia Civil, que possui mais de dois séculos de existência no Brasil. O curso começou a ganhar espaço no país a partir da segunda metade do século XX na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, embora já houvesse um maior desenvolvimento em outros países.

A primeira turma de ingressos do curso na UNIVASF ocorreu no segundo semestre de 2004 tendo o vestibular como forma de ingresso principal e sendo ofertadas apenas 30 vagas. Daquele ano até meados de 2007, as aulas do Campus Juazeiro foram ministradas de forma provisória em instalações diferentes das atuais. As primeiras turmas enfrentaram condições de acessibilidade e infraestrutura totalmente inferiores quando comparadas com as estruturas encontradas atualmente. Estas fornecem acessibilidade, com um campus bem localizado e opções de transporte gratuito, e infraestrutura adequada para o melhor convívio de discentes e docentes.

A partir de 2005 o curso começou a ofertar 50 vagas aos ingressantes, o que permanece até hoje. Entretanto, em 2010 houve uma mudança no processo seletivo, que passou a utilizar o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e o Sistema de Seleção Unificada (SISU) como forma principal de ingresso para as 50 vagas disponíveis anualmente, sendo 50% dessas destinadas a cotistas. Após aquele ano, a concorrência (relação candidato/vaga) no processo seletivo tem aumentado, por permitir que alunos de qualquer região do país se matriculem com mais facilidade. Discentes provenientes de outros cursos da UNIVASF ou instituições e portadores de diploma podem ingressar no curso por meio do Processo Seletivo para Preenchimento de Vagas Ociosas (UNIVASF, 2012).

Com o intuito de se modernizar diante das mudanças do ambiente de trabalho, a estrutura acadêmica do curso tem sofrido algumas alterações ao longo do tempo. Atualmente, o curso está no seu segundo Projeto Pedagógico do Curso (PPC), que foi

criado como uma tentativa de se adequar melhor às diretrizes regidas pela Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO). Está em análise a criação de um novo PPC que possa estar sempre de acordo com as novas necessidades e exigências do mercado de trabalho, que são vistas pela CNI (2014), como ter capacidade de inovação e empreendedorismo e liderança.

A partir dos dados obtidos junto à Pró - Reitoria de Ensino da UNIVASF foi possível estudar a evasão especificamente no curso de Engenharia de Produção daquela instituição ao analisar o fluxo discente das turmas que ingressaram em 2010 e 2011. Com a aplicação da metodologia proposta, esse estudo levantou informações importantes a respeito do curso e da formação do Engenheiro de Produção.

3. METODOLOGIA

3.1 Cálculo da evasão

O Instituto Lobo em suas pesquisas no assunto utiliza a seguinte metodologia para estimar a evasão anual dos alunos. Assim, é possível analisar, através das Sinopses Estatísticas da Educação Superior, a taxa na qual os estudantes do ensino superior brasileiro abandonam os estudos. A fórmula a seguir detalha como o cálculo é feito:

$$E(n) = 1 - \left(\frac{M(n) - I(n)}{M(n-1) - C(n-1)} \right)$$

onde: $E(n)$ é a evasão do ano n a ser calculada, $M(n)$ é o número de matrículas no ano n , $I(n)$ é o número de ingressos no ano n , $M(n-1)$ é o número de matrículas no ano $n-1$ (anterior ao ano n) e $C(n-1)$ é o número de concluintes no ano $n-1$ (LOBO, 2012). Todas essas informações são obtidas por meio das Sinopses e a partir delas é possível estimar a taxa na qual alunos evadiram de um ano para outro.

Como já mencionado, o objetivo principal desse trabalho é estudar a evasão no curso de Engenharia de Produção da UNIVASF usando as técnicas da análise de sobrevivência. Para tal, foram escolhidas as turmas ingressantes de 2010 e 2011 no curso citado, uma vez que foram as mais recentes turmas nas quais se obtinha uma faixa de tempo adequada quando do início do trabalho, com um período de pelo menos 10 semestres já cursados. As turmas também possuem características semelhantes pois ambas ingressaram pelo mesmo processo seletivo, o ENEM, e os discentes vivenciaram as mesmas condições de infraestrutura e de apoio estudantil. Assim sendo, foi cabível a escolha dessas duas turmas para o estudo uma vez que as condições foram favoráveis e possibilitaram uma comparação entre elas. Dados a respeito dos discentes foram fornecidos pela Pró-Reitoria de ensino da UNIVASF. Para efeito de comparação entre a evasão constatada na UNIVASF e em outras instituições, foram escolhidos todos os ingressantes do curso de Engenharia de Produção de 2011 no país

por meio dos Microdados do Censo da Educação Superior publicados pelo Inep. O motivo dessa escolha foi por ter sido o período mais recente que abrangesse o período mínimo de cinco anos até o início dessa pesquisa. Devido às inconsistências nos dados publicados do ano de 2010 não foi possível analisar a evasão dessa coorte do Censo.

3.2 Análise de sobrevivência

A análise de sobrevivência é definida como o conjunto de métodos que são usados para análise de dados na qual o resultado de interesse é o tempo até a ocorrência de um determinado evento. Este evento de interesse pode ser a morte de um indivíduo, ocorrência de uma doença, diplomação ou evasão de um discente de uma instituição de ensino. Embora seu uso esteja mais centrado na área epidemiológica e médica, a análise de sobrevivência pode ter aplicações importantes na engenharia, psicologia, sociologia e educação (DESPA, 2010). Sendo uma das áreas da estatística que mais cresceu nos últimos anos, pode-se notar a importância e grande variedade de aplicações da análise de sobrevivência em diversas áreas de estudo. Com o avanço da informática que traz computadores cada vez mais potentes, é possível trabalhar com esses métodos estatísticos em diversas situações (COLOSIMO; GIOLO, 2006). Visando estudar a evasão usando os métodos da análise de sobrevivência, pode-se estimar probabilidades relacionadas à evasão discente e relacioná-la com diversos fatores ligados a esse fenômeno.

Em comparação com outros métodos estatísticos para análise de dados (como regressão linear, por exemplo), a análise de sobrevivência lida melhor com os dados censurados. Observações são chamadas censuradas quando o tempo de sobrevivência, ou tempo de falha, é incompleto. Considere que num estudo no qual o evento de interesse seja a ocorrência de um ataque cardíaco, e que nem todos os indivíduos sob investigação chegam a sofrer um ataque cardíaco durante determinado período do estudo. Assim, informação a respeito desse indivíduo é considerada censurada e o que se sabe sobre ele é que seu tempo de sobrevivência é maior que o tempo de duração do estudo. Se esse estudo usasse a regressão linear, seria necessário que dados de todos os indivíduos estivessem completos (DESPA, 2010).

Sobre a censura, Lima Junior, Silveira e Ostermann (2012) destacam dois tipos: tipo I, são aqueles estudos que se iniciam com tempo pré-estabelecido para serem terminados (prazo de acompanhamento determinado antes do estudo começar), e tipo II, em que o estudo é concluído devido à ocorrência de um número pré-estabelecido de observações não censuradas. Para os mesmos autores, não se deve eliminar os dados censurados (para aqueles indivíduos no qual não aconteceu o evento terminal, de interesse) pois com a eliminação dos mesmos acarreta na perda de muitos graus de liberdade além de introduzir viés nas funções de sobrevivência.

3.2.1 Função de sobrevivência e de risco

A função de sobrevivência e de risco são dois conceitos fundamentais para descrever a distribuição dos tempos do evento. A primeira resulta na probabilidade de sobrevivência, ou seja, da não ocorrência do evento de interesse até certo momento. A segunda função resulta no potencial que o evento ocorrerá, em unidade de tempo, dado que um indivíduo tem sobrevivido até determinado momento (DESPA, 2010). Segundo Colosino e Giolo (2006, p20.), função de sobrevivência “é a probabilidade de uma observação não falhar até um certo tempo t , ou seja, a probabilidade de uma observação sobreviver ao tempo t .” Em termos probabilísticos, ainda de acordo com Colosino e Giolo (2006) a função é descrita como se segue:

$$S(t) = P(T \geq t)$$

Onde $S(t)$ é a função sobrevivência, T é o tempo de falha e t é o tempo de referência.

Pode-se definir a função de distribuição acumulada (ou distribuição de tempo de vida) como a possibilidade de uma observação não sobreviver ao tempo t , assim:

$$F(t) = 1 - S(t)$$

De acordo com Lima Junior, Silveira e Ostermann (2012), a função de sobrevivência $S(t)$ pode ser imaginada como a fração de sobreviventes em função do tempo e a distribuição do tempo de vida pode ser pensada como a fração de indivíduos que “experimentaram” o evento terminal em função do tempo. A função de taxa de falha (ou de risco) é útil para descrever a distribuição do tempo de vida de pacientes, descrevendo assim de forma instantânea a taxa de falha ao longo do tempo (quando Δt é bem pequeno). Em termos probabilísticos, a função de risco pode ser descrita como se segue:

$$\gamma(t) = \frac{S(t) - S(t + \Delta t)}{\Delta t S(t)}$$

Onde: $\gamma(t)$ é a taxa de falha, t é o início do intervalo de tempo em estudo e $t+\Delta t$ é o final do intervalo de tempo em estudo.

3.2.2 Técnicas da análise de sobrevivência

A utilização das técnicas da análise de sobrevivência tem o objetivo de determinar estimadores para as funções usadas para estimar o tempo de vida e conhecer a correlação entre as funções e outras variáveis de interesse (LIMA JUNIOR; SILVEIRA; OSTERMANN, 2012). Essas técnicas podem ser não-paramétricas, semi-paramétricas ou paramétricas.

Não-paramétricas são as técnicas mais flexíveis embora não se possa testar muitas variáveis ao mesmo tempo, fazendo delas não muito poderosas. A mais conhecida delas é o estimador de Kaplan-Meier, que é amplamente usado para estimar probabilidade de sobrevivência como uma função do tempo. A partir dela é possível obter o tempo de sobrevivência médio e comparar experiência de sobrevivência para dois ou mais grupos de indivíduos (DESPA, 2010). Técnicas semi-paramétricas (ou regressão de Cox) permitem testar as diferenças em tempos de sobrevivência de dois ou mais grupos de interesse enquanto também permitem ajustes em co-variáveis de interesse. Já as técnicas paramétricas (ou de tempo de vida

acelerado) conseguem definir a forma funcional das distribuições de tempo de vida na população. Exemplos dessas técnicas são os modelos exponencial, Weibull, gama, log-normal e gama generalizada. Em comparação com as outras, são usadas com menos frequência (LIMA JUNIOR; SILVEIRA; OSTERMANN, 2012).

3.2.3 Estimador de Kaplan-Meier

O estimador de Kaplan-Meier, também conhecido como estimador produto limite, é um dos métodos não-paramétricos mais utilizados em estudos clínicos e com grande aceitação no estudo da confiabilidade (COLOSIMO; GIOLO, 2006). Segundo Pereira (2002), esse estimador é baseado em um número de intervalos igual ao número de tempos de falhas distintos. Na prática, os conjuntos de dados normalmente apresentam censuras, o que requer técnicas estatísticas adequadas para lidar com essas informações incompletas.

Conforme Pereira (2002), o estimador de Kaplan-Meier pode ser apresentado como mostrado ao longo desta seção. Suponha que um grupo de n indivíduos está sendo analisado em um estudo, no qual são relatadas k falhas distintas, em que $k \leq n$, nos tempos $t_1 < t_2 < \dots < t_k$. Assim,

$S(t) = P(T > t)$ pode ser aproximada por:

$$\hat{S}(t) = P(T \geq t_{j+1}) \text{ se } t \in [t_j; t_{j+1})$$

A $P(T \geq t_1)$ é igual a 1 se considerarmos que:

$$P(T \geq t_1) = \frac{o_1}{n_o} = 1$$

Onde: o_1 é o nº de indivíduos em risco em t_1 ; n_o é o nº total de indivíduos.

então:

$$S(t) = \frac{P(T \geq t_{j+1})}{P(T \geq t_j)}$$

Fazendo alguns reajustes matemáticos, a expressão geral do estimador de Kaplan-Meier pode ser apresentada com a seguinte notação:

$$S(t) = \prod_{\forall t_j \leq t} \left(\frac{n_j - d_j}{n_j} \right) = \prod_{\forall t_j \leq t} \left(1 - \frac{d_j}{n_j} \right)$$

em que:

d_j : nº de indivíduos que falharam no tempo t_j ;

n_j : nº de indivíduos sob risco (não falhou e não foi censurado) até o tempo t_j ;

$\frac{d_j}{n_j}$: indica a proporção de falhas em t_j ;

1- $\frac{d_j}{n_j}$: indica a proporção de sobrevivência a t_j .

Colosimo e Giolo (2006) e Pereira (2002) destacam que a expressão acima pode ser um estimador de máxima verossimilhança de $S(t)$. Assim sendo, a função de verossimilhança observada é expressa como:

$$L = \prod_{j=1}^k \left[\left(\prod_{i=1}^{\lambda_j} S(L_i^j) \right) \left[S(t_j) - S(t_j + 0) \right]^{d_j} \right] \prod_{i=1}^{\lambda_{k+1}} S(L_i^{k+1})$$

onde:

λ_j é o número de tempos L_i^j censurados no intervalo $[t_{j-1}; t_j)$.

Segundo Colosimo e Giolo (2006), o estimador de Kaplan-Meier possui as seguintes propriedades: não é viciado quando utilizado com amostras grandes; é

fracamente consistente; converge assintoticamente para um processo gaussiano; e é um estimador de máxima verossimilhança de $S(t)$.

Esse estimador leva em consideração que para sobreviver a X intervalos de tempo, um indivíduo teria que ter sobrevivido a cada intervalo anterior a X . Assim, se um aluno não evadiu (ou seja, sobreviveu) durante seus três semestres letivos, significa que o mesmo sobreviveu ao evento no primeiro e segundo semestre letivos. Assim, é possível elaborar um estimador usando o produto das probabilidades de sobreviver a cada intervalo de tempo.

3.2.4 Estimador da tabela de vida

Um outro estimador não-paramétrico que é amplamente conhecido é o estimador da tabela de vida. Embora seja um estimador histórico, criado no final do século XIX, o mesmo possui algumas desvantagens quanto ao número e a amplitude dos intervalos de tempo, pois estes são escolhidos de forma arbitrária. Quando comparado com o estimador de Kaplan-Meier, o da tabela de vida é um modelo viciado quando trabalhado com intervalos menores. De um modo geral, o estimador de Kaplan-Meier é considerado superior aos demais, mas o estimador de tabela de vida, por ser mais simples, pode ainda ser bastante eficaz a de depender do tipo de censura (COLOSIMO; GIOLO, 2006; FREITAS; COLOSIMO, 1997).

A explanação a seguir deste estimador segue aquela proposta por Colosimo e Giolo (2006). Este método se baseia na divisão do eixo do tempo em um certo número de intervalos. Suponha que o eixo do tempo seja dividido em intervalos de número s definidos pelos pontos de corte t_1, t_2, \dots, t_s . Assim, $I_j = [t_{j-1}, t_j)$, para $j = 1, \dots, s$, em que $t_0 = 0$ e $t_s = +\infty$. Este método adquire uma forma semelhante àquela adotada no de Kaplan-Meier, mas apresenta um estimador ligeiramente diferente para q_j pois, neste caso, tem-se para d_j e n_j (número de falhas no tempo t_j e número de indivíduos sob risco em t_j , respectivamente):

- $d_j =$ número de falhas no intervalo $[t_{j-1}, t_j)$ e
- $n_j = [\text{número sob risco em } t_{j-1}] - [\frac{1}{2} \times \text{número de censuras em } [t_{j-1}, t_j)]$.

Assim, o estimador q_j na tabela de vida é:

$$\frac{\text{número de falhas no intervalo } [t_{j-1}, t_j)}{[\text{número sob risco em } t_{j-1}] - [\frac{1}{2} \times \text{número de censuras em } [t_{j-1}, t_j)]}$$

Uma observação a respeito do denominador da acima é que as censuras ocorridas no intervalo $[t_{j-1}, t_j)$ são consideradas como se elas estivessem sob risco durante a metade do intervalo considerado. O estimador da tabela de vida fica expresso da seguinte forma, lembrando que este possui uma forma semelhante a do estimador de Kaplan-Meier.

$$S = \prod_{i=1}^j (1 - q_{i-1}), t \in I_j$$

3.2.5 Comparação de curvas de sobrevivência – teste Logrank

Quando se faz o estudo das funções de sobrevivência é necessário testá-las sua igualdade em um determinado tempo t . Dentre as estatísticas mais comumente usadas, pode-se destacar o teste Logrank como o mais utilizado. Esse teste é mais bem utilizado quando a razão das funções de risco dos grupos a serem comparados é aproximadamente zero (COLOSIMO; GIOLO, 2006). Assim, as populações em estudo possuem a propriedade de riscos proporcionais entre si. De um modo geral, segundo Colosimo e Giolo (2006), esse teste é definido como a diferença entre o número de ocorrência de falhas em cada grupo e uma quantidade que pode ser imaginada como o número esperado de falhas sob a hipótese nula.

O teste Logrank pode ser usado para comparar duas ou mais funções de sobrevivência. Logo a seguir é apresentado, conforme Colosimo e Giolo (2006), como o teste é apresentado quando usado para comparar duas funções, o que pode ser generalizado para mais de duas funções.

Considere que as funções $S_1(t)$ e $S_2(t)$ serão analisadas pelo teste de igualdade de funções de sobrevivência e que $t_1 < t_2 < \dots < t_k$ sejam os tempos de falha distintos da amostra formada pela combinação de duas amostras individuais. Agora considere que no tempo t_j ocorram d_j falhas e que n_j indivíduos estejam sob risco em um

determinado tempo exatamente inferior a t_j na amostra combinada e, respectivamente, d_{ij} e n_{ij} na amostra i ; $i = 1, 2$ e $j = 1, \dots, k$. Como o intuito desse trabalho não é explicar com um alto grau de detalhes o desenvolvimento do método acima proposto, aqui será feita uma breve apresentação do teste. Então, a estatística a seguir é um teste aproximado para a igualdade das duas funções de sobrevivência:

$$T = \frac{[\sum_{j=1}^k (d_{2j} - w_{2j})]^2}{\sum_{j=1}^k (V_j)_2},$$

onde: w_{2j} é a média de d_{2j} ; $(V_j)_2$ é a variância de d_{2j} .

Que, sob a hipótese nula H_0 : $S_1(t) = S_2(t)$ para todo t no período de acompanhamento, possui uma distribuição do tipo qui-quadrado com, quando usada em grandes amostras, 1 grau de liberdade.

3.2.6 Modelo de Cox

O modelo de regressão de Cox é um método popular para a análise de dados de sobrevivência. Sendo um modelo semiparamétrico, o mesmo realiza menos suposições que os métodos paramétricos, embora realize mais suposições que os métodos não-paramétricos. Em particular, esse método não faz nenhuma suposição acerca da forma da função de risco quando esta é obtida com todas as covariáveis estabelecidas como zero (DESPA, 2010).

Em algumas situações é necessário um modelo paramétrico ou semi-paramétrico para que se consiga estudar a relação entre o tempo de vida e diversas variáveis explicativas. O modelo de Cox é um dos que satisfaz essa condição ao fazer com que os efeitos dessas variáveis sejam incorporados (LIMA JUNIOR; SILVEIRA; OSTERMANN, 2012). Assim, usando esse método pode-se avaliar os principais fatores que influenciam na alteração das curvas de sobrevivência e risco. Como o evento de interesse desse trabalho é a evasão do discente, esta pode ser influenciada por

variáveis como sexo, idade, tipo de escola no qual concluiu-se o ensino médio, dentre outros fatores que serão analisados posteriormente.

Conforme a representação usada por Lima Junior, Silveira e Ostermann (2012), podemos definir o modelo com a seguinte expressão geral:

$$h(t; \mathbf{x}; \mathbf{B}) = h_0(t) \cdot r(\mathbf{x}; \mathbf{B}),$$

onde: $r(\mathbf{x}; \mathbf{B}) = \exp\{b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_w x_w\} = e^{\mathbf{B} \cdot \mathbf{x}}$; $h_0(t)$ é a taxa de base de risco; \mathbf{x} é o vetor das variáveis explicativas (fatores) e \mathbf{B} é o vetor dos parâmetros ajustáveis.

Observa-se que esse modelo está associado à função de risco $h_0(t)$ e que a expressão fornece o risco no instante t para um indivíduo com características fornecidas por meio de uma série de variáveis explicativas contidas em \mathbf{X} . Sendo este modelado com o intuito de prever o risco de um indivíduo. Nesse modelo, a razão das funções de taxa de falha para os indivíduos não depende do tempo, o que faz com que a razão de riscos seja a mesma para todo o período de acompanhamento do estudo (COLOSIMO; GIOLO, 2006).

Até aqui foram propostos modelos para a análise de sobrevivência com características que permitem analisar o problema da evasão discente em um curso de engenharia, mais especificamente o de Engenharia de Produção. Posteriormente, com os dados a serem analisados completos e prontos para serem estudados, será possível detalhar mais os métodos apresentados e aprimorá-los por meio de ajustes específicos.

3.2.7 Censura intervalar e dados agrupados

Os modelos propostos até aqui têm considerado um tempo exato de falha quando analisando certo evento de interesse. Um exato tempo de vida significa que os dados daquele evento foram obtidos exatamente quando ocorreu a falha. Entretanto, em muitos casos não é possível obter essa informação exata, sendo esta registrada em intervalos de tempo. Quando isso ocorre, considera-se os resultados como respostas com censura intervalar. Isso é muito frequente em estudos agrônômicos e agropecuários, quando as visitas ao campo são feitas em períodos específicos, não

tendo, por assim dizer, o acompanhamento diário do evento de interesse. O mesmo também é comum em estudos clínicos longitudinais pois as visitas médicas de rotina são intervalares (COLOSIMO; GIOLO, 2006).

Assim, nesses estudos os tempos de falha T não são conhecidos exatamente e sabe-se que eles ocorreram dentro de um intervalo $(L, U]$ em que $L < T \leq U$. Note que o evento pode ocorrer durante a visita ou obtenção dos dados, sendo que nesses casos há um tempo exato de falha e que então $L = T = U$. De uma maneira mais geral, os casos de dados de sobrevivência intervalar generalizam todos os casos nos quais há tempos exatos ou intervalares de falhas e censuras à direita e à esquerda num mesmo estudo. As censuras à esquerda são aquelas em que a falha ocorreu antes do acompanhamento do evento ter sido iniciada e aquelas à direita são aquelas nas quais a falha pode ocorrer após o término do acompanhamento (COLOSIMO; GIOLO, 2006).

Segundo Colosimo e Giolo (2006), um caso específico de dados de sobrevivência intervalar que também é importante são os dados grupados. Nesses casos, o estudo das unidades amostrais é feito nos mesmo instantes e em intervalos iguais. Por exemplo, estudos que são feitos semanalmente coletam dados sempre a cada sete dias e todas as unidades são avaliadas no mesmo instante. Embora os casos de sobrevivência intervalar sejam comuns, estimar a função de sobrevivência para esses casos pode ser uma tarefa árdua, uma vez que poucos pacotes estatísticos acomodam tais dados. Uma alternativa para tal, embora possa ocorrer alguns vícios e resultados não muito confiáveis, é considerar que o evento que ocorreu no intervalo $(L, U]$ tenha ocorrido no início, no final ou então no ponto médio de cada intervalo. Ao longo desse trabalho, possíveis considerações poderão ser feitas a fim de ajustar os métodos acima descritos à realidade do estudo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção são apresentados os resultados deste trabalho, que estão divididas em duas vertentes: uma que estima a taxa de evasão no Ensino Superior brasileiro, com mais ênfase nos cursos de Engenharia de Produção, e está presente na seção 4.1; e outra que aplica os métodos da análise de sobrevivência para estudar o fluxo dos discentes nas turmas da UNVASF que ingressaram em 2010 e 2011 e em todas as turmas que ingressaram no curso de Engenharia de Produção em 2011. As seções 4.2 a 4.4 são a aplicação desses métodos nas coortes citadas e, finalmente, a seção 4.5 faz comparações entre as coortes em estudo com o intuito de verificar se há diferenças de experiência de sobrevivência entre elas.

4.1 Estimando a taxa de evasão

A partir dos dados agregados publicados pelo Inep ao longo dos Censos da Educação Superior por meio das Sinopses Estatísticas é possível estimar a evasão anual usando dados mais recentes. Usando o método adotado pelo Instituto Lobo em suas pesquisas no assunto, é possível analisar, numericamente, a evasão dos acadêmicos do ensino superior brasileiro.

Usando a fórmula supracitada e os dados das Sinopses Estatísticas da Educação Superior (de 2011 a 2015) apresentamos a taxa de evasão anual. O Gráfico 4 apresenta as taxas calculadas de evasão anual para todos os cursos de graduação (bacharelado, licenciatura e tecnólogo) presenciais de Instituições privadas e públicas. Observe Instituições privadas apresentam taxas de evasão superiores, embora tenha sido observado uma queda na evasão ao longo do período em estudo. Em contrapartida, Instituições de cunho público têm apresentado um aumento na taxa de evasão ao longo dos quatro anos.

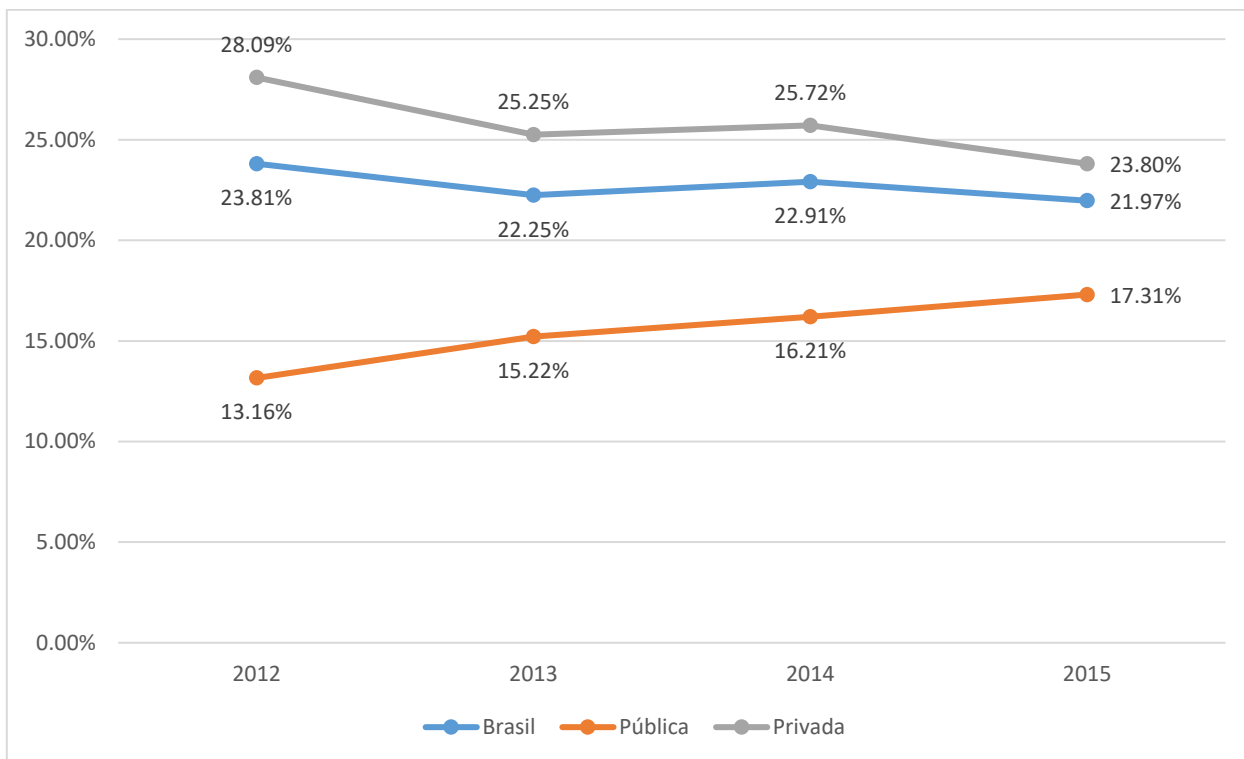


Gráfico 4: Evasão nos Cursos Presenciais de Instituições Públicas e Privadas

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados do Inep (2012, 2013, 2014, 2015, 2016)

Do mesmo modo, podemos fazer uma análise com dados mais recentes a respeito desse fenômeno nos cursos da área de conhecimento “Engenharia, produção e construção”. Assim, a partir dos dados dos cursos de modalidade presencial de instituições públicas e privadas publicados pelos Censos de 2011 a 2015, é possível calcular a evasão anual de cada curso. O Gráfico 5 mostra esses números para alguns dos principais cursos de engenharia e para a área como um todo.

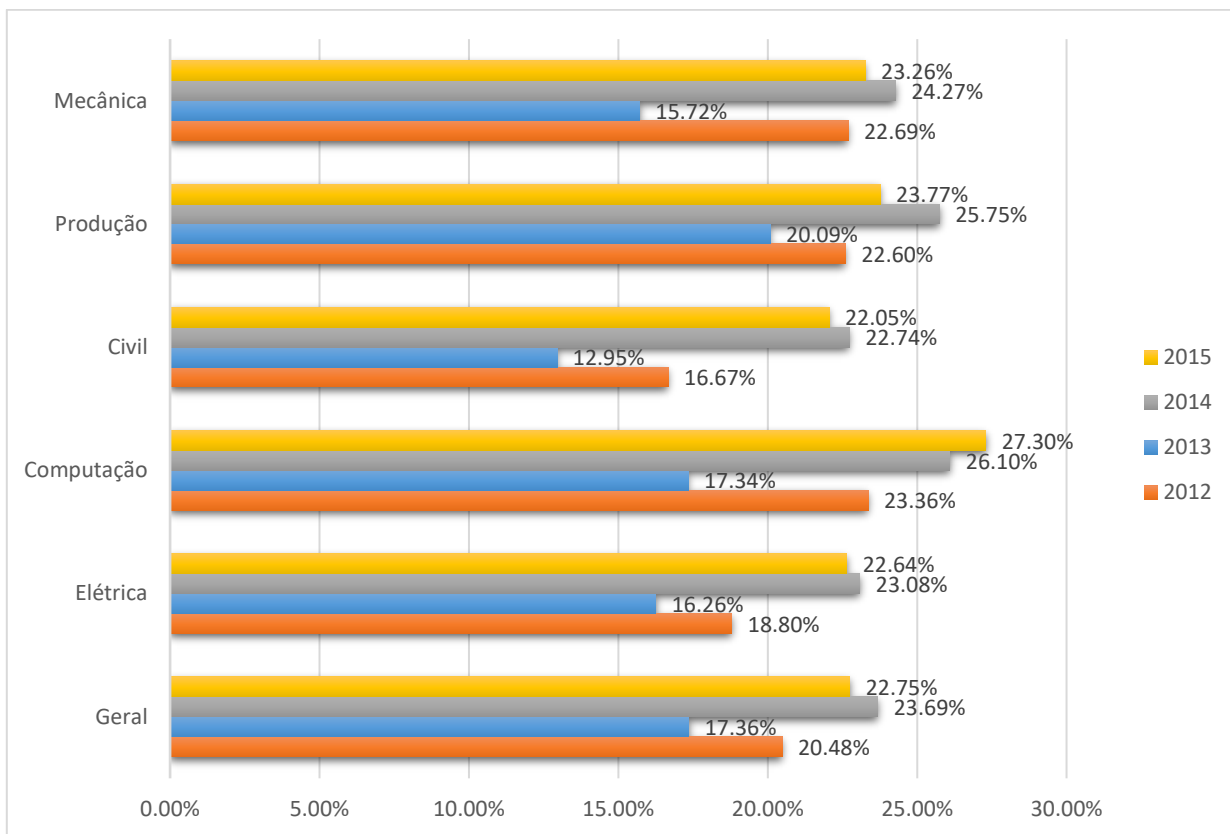


Gráfico 5: Evasão Anual dos Principais Cursos de Engenharia da Modalidade Presencial

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do Inep (2012, 2013, 2014, 2015, 2016)

A partir do Gráfico 5 podemos observar que a taxa de evasão para tais cursos segue um padrão semelhante. O segundo ano (2013) apresenta uma queda relevante em relação a 2012 e o ano seguinte àquele é caracterizado por um grande aumento do número de evadidos. Essa alternância é observada em todos cursos, sendo que somente no curso de engenharia da computação a taxa de evadidos teve um aumento em 2015 quando comparado com o ano anterior. Esse curso é o que apresenta as maiores taxas em todos anos, exceto em 2013, no qual 20,09% dos alunos de engenharia de produção abandonaram os estudos ante 17,34% do primeiro. Comparando o primeiro ano e o último, podemos concluir que houve um aumento considerável da evasão nos cursos de engenharia civil (de 16,67% para 22,05%) e da computação (de 23,36% para 27,30%).

A partir dos Microdados do Censo da Educação Superior INEP, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016) é possível fazer o acompanhamento de uma coorte específica de ingressantes de Engenharia de Produção. Assim como foi publicado pelo Inep na apresentação do Censo da Educação Superior 2015, é possível calcular as taxas de permanência, conclusão e desistência de discentes de cada curso usando os Microdados, que apresentam informações de todos alunos presentes no Ensino Superior no Brasil. Para efeito de comparação seria mais interessante utilizar como base os ingressantes de engenharia de produção de 2010 (como nos Gráficos 1, 2 e 3 da seção anterior), mas devido à inconstância dos dados, a coorte analisada a seguir pelo Gráfico 6 é referente aos ingressantes de 2011.

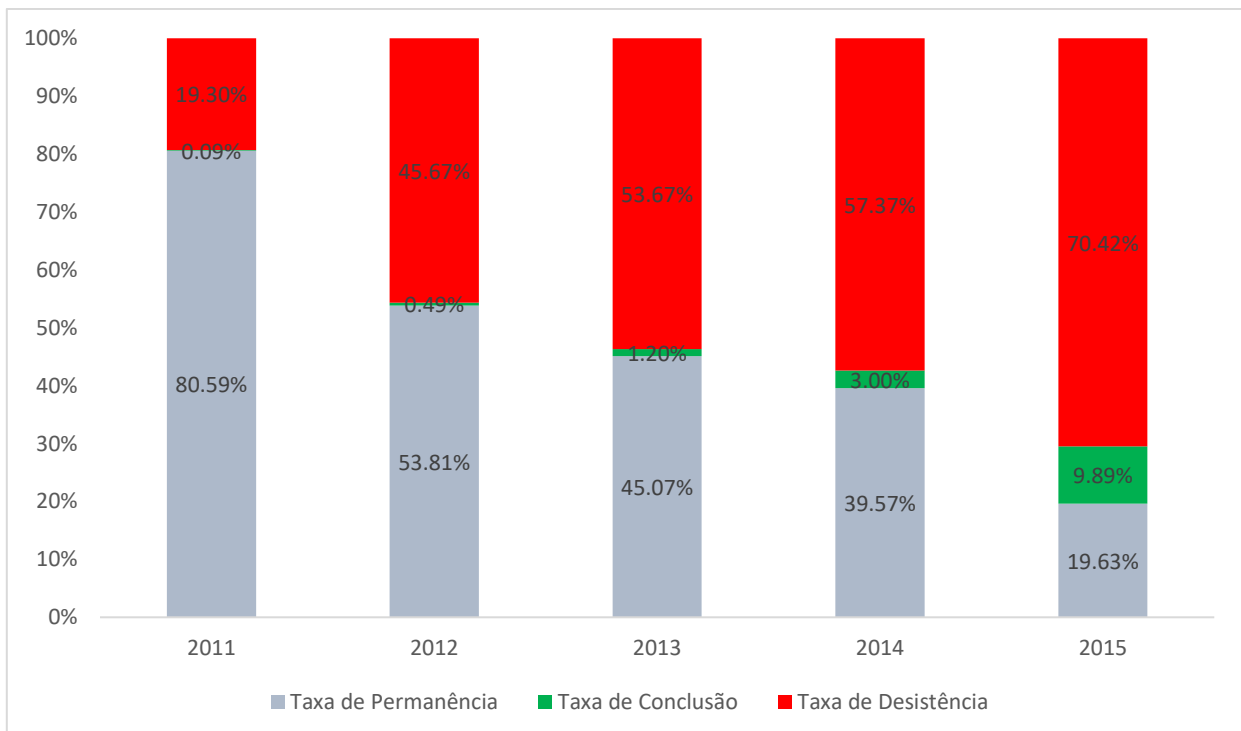


Gráfico 6: Taxa de Permanência, de Conclusão e Desistência dos Ingressos do Curso de Engenharia de Produção de 2011 em todo Brasil

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do Inep (2012, 2013, 2014, 2015, 2016)

Em 2011 houve 36833 ingressos no curso de engenharia de produção de todo o Brasil. Desses ingressantes, ao final daquele ano, 7018 (19,30%) haviam desistido do curso (2495 haviam trancado a matrícula, 4179 se desvinculou do curso e 437 se transferiram para outro curso da mesma IES), 80,59% ainda permaneciam cursando e

33 (0,09%) deles haviam se formado. Vale ressaltar que alguns formandos nos anos iniciais do curso devem ser creditados àqueles estudantes que vieram de outra instituição com uma boa parte do curso cursada ou então alunos veteranos do mesmo curso que ingressaram novamente naquele ano por algum motivo. Em 2012 podemos concluir que houve a maior desistência de alunos durante o período estudado com cerca de 26% dos alunos abandonando o curso. Ao final daquele ano somente 53,81% dos ingressantes ainda continuavam estudando em seus cursos. Ao final de 2015, ano normal no qual os alunos deveriam estar formados (para os ingressantes do primeiro semestre de 2011), 70,42% dos que haviam ingressados em 2011 tinham desistido do curso com somente 9,89% deles haviam concluído a graduação. Os dois primeiros anos da graduação (2011 e 2012) representam o período no qual mais estudantes desistem de seus cursos, concluindo assim uma tendência nesse período também confirmada nos gráficos anteriores (como visto nos Gráficos 2 e 3).

É importante estudar a coorte de alunos acima para podermos ter uma noção da característica do aluno que abandona os estudos e ter uma fonte de dados que suporte à aplicação da análise de sobrevivência numa turma específica de engenharia de produção. Dos ingressantes de 2011 (36833), 70,42% são do sexo masculino enquanto que 29,52% são mulheres. Informações sobre a cor/raça dos ingressantes estão disponíveis somente para 34,58% da coorte, sendo 8044 (21,84% do total) pessoas se declaram branca, 3548 (9,63%) como parda e 780 (2,12%) como negra (pessoas declaradas como amarela ou indígena representaram uma parcela muito pequena do total). Quanto ao tipo de escola no qual o aluno concluiu o ensino médio, essa informação está apenas disponível para cerca de 28% da coorte, sendo que 15,64% concluíram o ensino médio em escolas públicas e 12,67% em escolas privadas. Quanto à categoria administrativa da instituição de ensino, a maioria dos ingressantes em estudo são de instituições privadas (87,21%) enquanto que 9,08% ingressaram em instituições públicas federais. O restante é proveniente de instituições também públicas, mas de âmbito estadual e municipal. Sobre a modalidade de ensino da coorte, 91,85% desta é da modalidade presencial e 7,15% da modalidade a distância. Finalmente, 35,55% dos integrantes da corte nasceram no mesmo município no qual estuda e 37,97% frequentam seus cursos numa cidade diferente da qual nasceram (o percentual

restante não foi possível determinar por falta de informação). Essas são as principais características da coorte em estudo. A seguir apresentaremos os detalhes dos evadidos de cada ano do estudo.

Em 2011, podemos destacar que quase 28% dos alunos declarados como indígena e cerca de 18% das pessoas pardas haviam evadido no primeiro ano de curso. Cerca de 17% dos brancos e dos negros que ingressaram naquele ano abandonaram os estudos no primeiro ano. Sobre o sexo do indivíduo que evadiu no seu primeiro ano, 19,74% dos homens e 18,24% das mulheres não estavam em seus cursos. Dos 5760 alunos que haviam concluído o ensino médio em escolas públicas 16,68% desistiram do curso e 18,37% destes vieram do ensino médio privado. Aproximadamente 20% dos alunos que não se sabiam (falta de informação no banco de dados) o tipo de escola na qual concluiu o ensino médio abandonaram o curso de engenharia de produção. Dos discente ingressantes em cursos ofertados por uma instituição pública federal, somente 8,32% evadiram em seu primeiro ano enquanto que aproximadamente 20% dos discentes de instituições privadas já haviam evadido. Dos alunos que tiveram seus municípios de nascimento e de origem do curso determinados no sistema, 20% dos que estudavam no mesmo município em que nasceram haviam desistido do curso. A mesma proporção foi encontrada para alunos que estudavam numa localidade diferente da qual nasceu. Finalizando a análise do primeiro ano, cerca de 19% dos alunos de cursos presenciais e 21% dos cursos a distância haviam evadido ao final do primeiro ano.

O ano seguinte representa aquele com a maior evasão, quando 10121 alunos abandonaram seus cursos. Vale ressaltar que aqui foi considerado apenas a primeira evasão do curso do indivíduo. Ou seja, se um determinado aluno evadiu em um certo ano, retornou ao seu curso e então o abandonou novamente os estudos em qualquer período posterior ao seu retorno, somente foi computado no sistema como evadido naquele primeiro ano. Analisando o perfil daqueles que evadiram em 2012, mais de 36% dos alunos declarados como indígena, quase 30% dos negros e mais de 27% de pessoas declaradas como parda haviam desistidos dos estudos. Lembrando que como esse tipo de informação não está disponível para todos alunos, cerca de 57% dos alunos ingressantes de 2011 que não tiveram sua raça/cor determinadas evadiram em

2012. Considerando os dois primeiros anos, período no qual houve mais evasão, vale ressaltar que mais de 63% dos alunos declarados como indígena haviam evadido ao final de 2012. Cerca de 42% e 47% daqueles declarados como brancos e negros, respectivamente, haviam abandonado os estudos e para os declarados como pardos esse percentual foi de cerca de 45%.

Acerca do sexo dos indivíduos, um pouco mais de 28% dos homens e 22% das mulheres ingressantes em 2011 evadiram em 2012. O balanço ao final deste período mostra que os homens evadiram mais (48,17%) do que as mulheres (43,46%). Sobre o tipo de escola no qual o aluno concluiu o ensino médio, cerca de 28,5% dos alunos provenientes de escolas públicas e 25,2% de escolas privadas evadiram no segundo ano. Lembrando que esse tipo de informação também não está disponível para todos os ingressantes. Ao final desses dois primeiros anos, alunos provenientes de escolas privadas (43,57%) evadiram menos que aqueles vindos das públicas (45,16%). Cerca de 47,70% dos alunos nos quais não se sabia o tipo de escola do ensino médio abandonaram seus estudos ao final do segundo ano. Acerca da categoria administrativa, mais de 30% dos ingressantes de 2011 em instituições privadas de fins lucrativos e 27,5% daquelas sem fins lucrativos desistiram de seus cursos. No setor público, 16,42% dos alunos de instituições federais e 22,81% das municipais evadiram em 2012. Ao final dos dois primeiros anos fica claro que alunos de instituições privadas de fins lucrativos e sem fins lucrativos foram aqueles que mais desistiram de seus cursos (48,94% e 50,49%, respectivamente). Dos ingressantes em instituições públicas, 24,74%, 26,14% e 39,73% dos alunos de federais, estaduais e municipais haviam evadido, respectivamente. A respeito da modalidade de ensino do curso, aproximadamente 40% dos ingressantes de 2011 em cursos a distância e 26,50% dos ingressantes em cursos presenciais haviam evadido em 2012. Ao final dos dois primeiros anos, impressionantes 62% dos alunos de cursos a distância haviam evadido contra 45,50% em cursos presenciais. Dos alunos que tiveram seus municípios de nascimento e de origem do curso determinados no sistema, 26% dos que estudavam no mesmo município em que nasceram haviam desistido do curso. Para aqueles que estudavam em um município diferente do qual nasceram, o percentual foi de 25,78%. Diante das informações disponíveis, ao final de 2012 pode-se afirmar que alunos que

estudam ou não na mesma localidade na qual nasceram evadiram na mesma proporção.

Em 2013, 2014 e 2015 número de evadidos foi 4282, 2092 e 4683 alunos, respectivamente. Como aqui estamos considerando apenas a primeira evasão do aluno, é importante alertar sobre os dados a seguir para que não os confunda com a taxa de desistência. Até ao final de 2015 cerca de 86%, 81%, 79% e 76% dos alunos declarados como indígena, pardo, negro e branco, respectivamente, que ingressaram em 2011 haviam evadido pelo menos uma vez. Lembrando que 75% e 78% daqueles que não se sabiam ou não declararam sua cor/raça em 2011 haviam desistido do curso até ao final de 2015. Acerca do sexo, 78% dos ingressantes do sexo masculino e 73% do sexo feminino haviam abandonado pelo menos uma vez seu curso até ao fim desse período. Outra informação que não está completa no banco de dados do Censo é o tipo de escola no qual concluíram o ensino médio. De todos evadidos até o final do quinto ano, 80% dos que estavam no sistema como concluintes do ensino médio público haviam evadido. Para aqueles que concluíram em escolas privadas, esse percentual é de 72% (embora seja um percentual elevado, o número de referência dele não é muito alto pois há pouca informação disponível no banco de dados). Sobre a categoria administrativa ao final do quinto ano de curso, cerca de 84% e 77% dos alunos de instituições privadas com fins lucrativos e sem fins lucrativos, respectivamente, tinham evadido. Em instituições públicas, esse percentual é de 49%, 53%, 76% nas federais, estaduais e municipais, respectivamente. Sobre a modalidade de ensino, em cursos a distância quase 85% dos alunos haviam abandonado seu curso de origem pelo menos uma vez enquanto que para os cursos presenciais esse número foi de 76%.

De uma forma geral, até o final de 2015, de todos os ingressantes (36833) no curso em 2011, 28866 deles evadiram de seus cursos pelo menos uma vez. Em outras palavras, cerca de 78% dos que ingressaram nos cursos de Engenharia de Produção no país em 2011 abandonaram pelo menos uma vez os estudos ao longo dos primeiros 5 anos de graduação.

A respeito do tipo de evasão que ocorreu durante o período em estudo, pode-se estimar que 6%, 8%, 4%, e 25% (percentuais em relação ao ano anterior) abandonaram o sistema de ensino superior em 2012, 2013, 2014 e 2015, respectivamente. Em outras

palavras, ao final de 2015, dos 36833 que ingressaram em 2011, somente 17781 ainda estavam no sistema de ensino superior e 3617 graduaram durante o período. Sobre os que não estavam em seus cursos de origem em 2012, 2013, 2014 e 2015, cerca de 27%, 27%, 25% e 29% evadiram para o mesmo curso de uma outra Instituição, respectivamente. Nessa mesma ordem, cerca de 33%, 31%, 26% e 19% migraram para outro curso de engenharia. Seguindo a mesma lógica, aproximadamente 41%, 42%, 49% e 52% haviam migrado para um curso fora da área das engenharias. Em média, continuaram estudando Engenharia de Produção, migraram para outro curso de engenharia ou para um curso diferente de engenharia cerca de 27%, 27% e 46% dos discentes que evadiram, respectivamente. A seguir são apresentadas informações da evasão no curso de engenharia de produção considerando o sistema de ensino superior como um todo.

Utilizando a fórmula proposta por Lobo (2012) podemos calcular a evasão anual para o curso de Engenharia de Produção. Como mostrado anteriormente, já sabemos a evasão anual do curso considerando instituições privadas e públicas na modalidade presencial. Como os dados oficiais publicados pelo Inep são agregados, nem sempre é possível obter a informação desejada. Por exemplo, com os dados que foram utilizados para construir o Gráfico 5, não seria possível calcular as taxas referentes ao curso de engenharia de produção, na modalidade presencial, de acordo com sua categoria administrativa da instituição (pública ou privada) pois não há informação detalhada o suficiente. Entretanto, pode-se calcular a evasão anual do curso por categoria administrativa independentemente de ser um curso presencial ou a distância. O Gráfico 7 a seguir mostra os valores calculados para o curso por categoria administrativa.

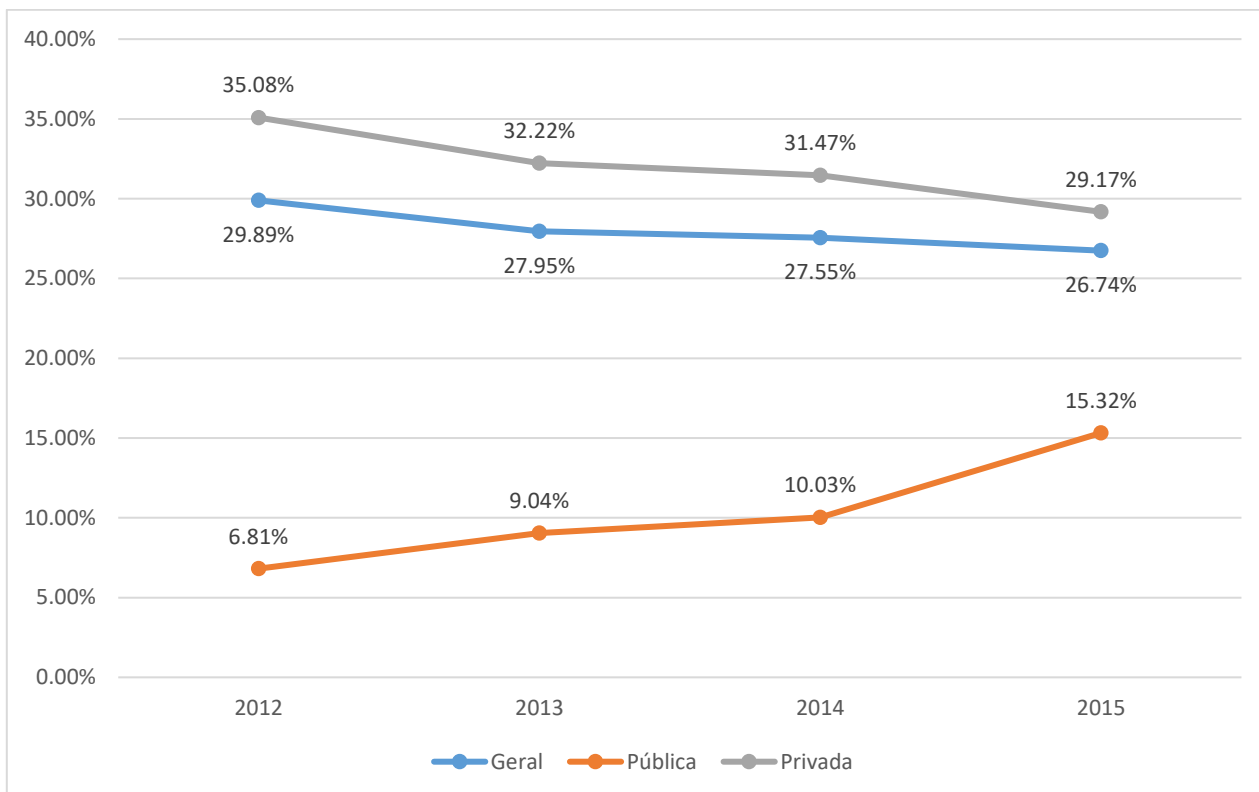


Gráfico 7: Evasão Anual no Curso de Engenharia de Produção nas Modalidades Presencial e a Distância

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do Inep (2012, 2013, 2014, 2015, 2016)

A partir do Gráfico 7 é notável a diferença entre a evasão em Instituições privadas e públicas. Estas apresentam taxas muito menores em relação as Instituições de natureza privada. Entretanto, 15,32% dos alunos de engenharia de produção desistiram do curso em Instituições públicas enquanto que em 2012 esse valor era menos da metade (6,81%), considerando assim um aumento preocupante.

Quando considerado somente os cursos de modalidade a distância, podemos notar uma taxa de desistência de alunos maior que aquela considerada no geral (presencial e a distância). O Gráfico 8 abaixo mostra os resultados da evasão em cursos a distância com 80,96% dos alunos desistindo do curso em 2015. Pode-se ressaltar que fórmula utilizada pode apresentar algumas fraquezas. Por exemplo, analisando os dados do ano de 2009 (INEP, 2010), pôde-se observar que houve um significativo aumento do número de matrículas nos Centros de Educação Tecnológica (CEFET) em relação ao ano anterior, embora apenas um novo curso de Engenharia de Produção tenha sido criado naquele ano. Em consequência disso, ao utilizar a fórmula

adotada nesse trabalho, o quociente do lado direito da equação ficou maior que 1, tornando assim impossível de estimar a evasão.

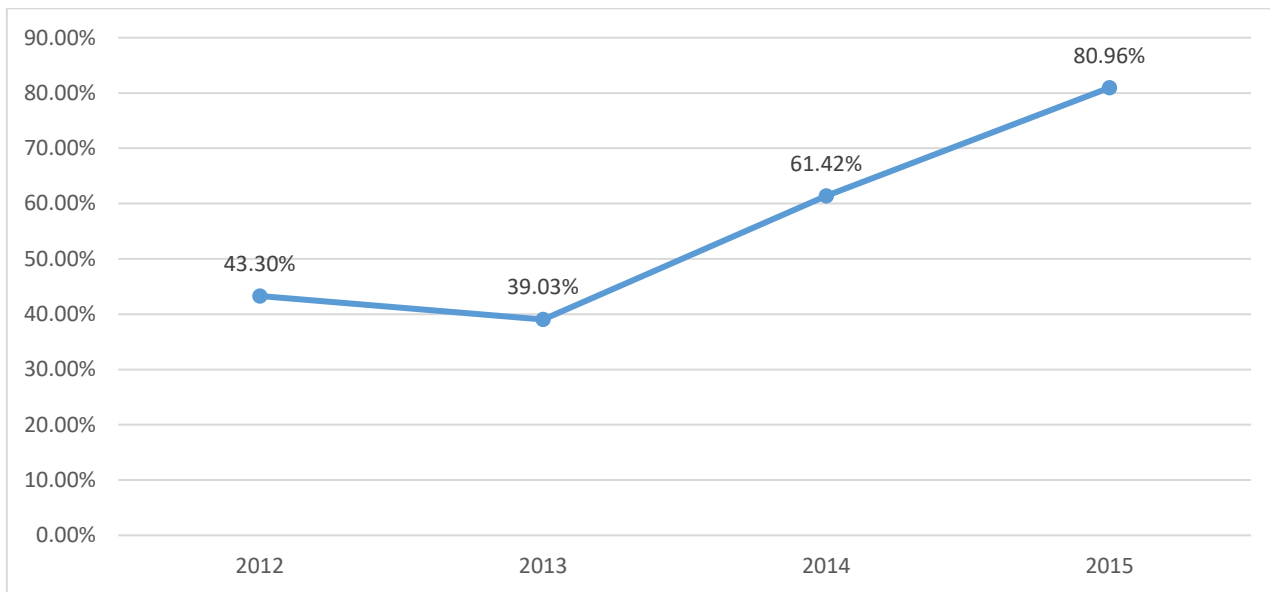


Gráfico 8: Evasão Anual no Curso de Engenharia de Produção na Modalidade a Distância

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do Inep (2012, 2013, 2014, 2015, 2016)

Para efeito de comparação, o Gráfico 9 abaixo mostra a evasão no curso na modalidade presencial de acordo com a organização acadêmica (universidades, faculdades, centros universitários e IF/CEFET). Mesmo que não esteja explícito, podemos concluir que, como mostrado anteriormente nos gráficos anteriores e na literatura, há uma maior tendência de evasão em Instituições privadas. Por exemplo, os Centros de Educação Tecnológica (CEFET) e os Institutos Federais (IF) possuem as menores taxas de evasão sendo ambos de administração pública federal. Enquanto que os centros universitários e faculdades, mais comumente de administração privada, têm taxas anuais maiores de alunos que abandonam seus cursos.

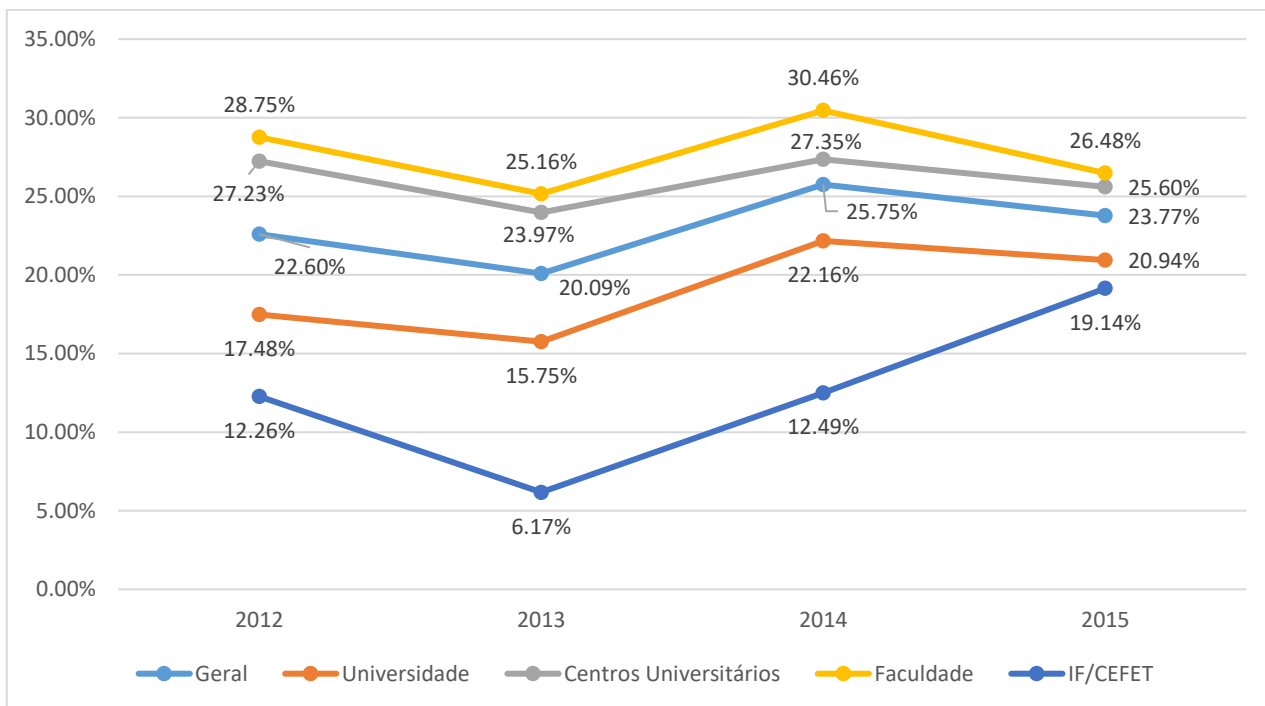


Gráfico 9: Evasão Anual no Curso de Engenharia de Produção na Modalidade Presencial

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do Inep (2012, 2013, 2014, 2015, 2016)

As taxas de evasão encontradas nessa seção mostram um panorama da educação superior no Brasil, que em termos quantitativos, pode e deve melhorar a formação de egressos. As seções a seguir visam tratar a evasão nos cursos de Engenharia de Produção por meio da análise de sobrevivência.

4.2 Análise de sobrevivência – coorte Censo 2011

A partir dos Microdados do Censo da Educação Superior é possível monitorar a trajetória de todos os discentes inscritos nas Instituições de Ensino superior do país que ingressaram nos cursos de Engenharia de Produção em 2011. A primeira análise feita é a obtenção da curva da função de sobrevivência para a coorte em estudo. Essa função fornece uma ideia de como a ocorrência do evento de interesse ocorre ao longo do tempo.

A função de sobrevivência está representada no Gráfico 10. Ao final do primeiro ano pode-se observar que, dos que evadiram, mais de 20% dos discentes desistiram de seus cursos e que o segundo ano da graduação representou aquele no qual mais

alunos abandonaram os estudos. Em outras palavras, dos desistentes durante o período em estudo, 60% abandonaram seus cursos de origem até ao final do segundo ano. A partir do terceiro ano até o quinto da graduação, o percentual de evadidos cai drasticamente, mostrando uma tendência maior em continuar os estudos após esse período.

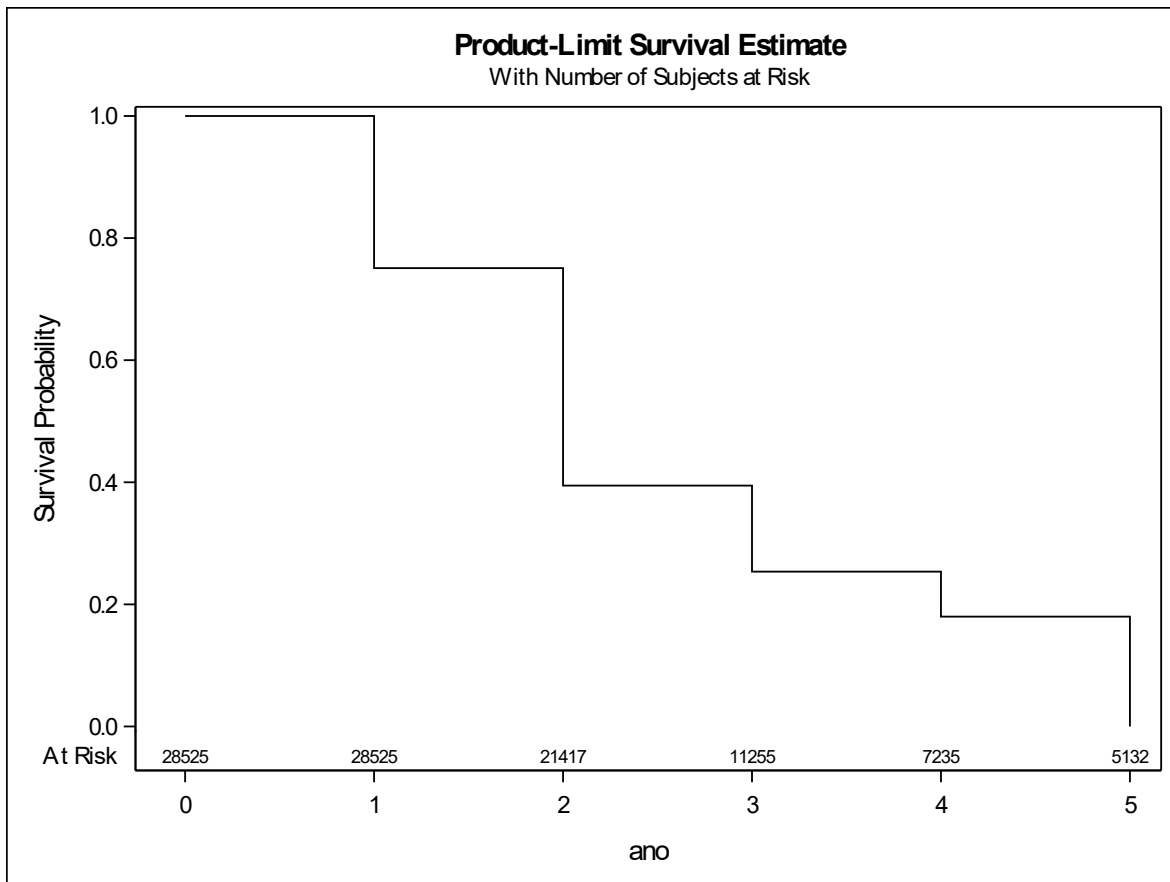


Gráfico 10: Função de Sobrevivência para os evadidos da coorte do Censo de 2011

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do Inep (2012, 2013, 2014, 2015, 2016)

O estimador da curva de sobrevivência Kaplan Meier pode ser observado no Gráfico 11. Note que esse estimador considera apenas a primeira evasão do discente, assim sendo, se um discente abandonou o curso e então retornou seus estudos após certo período de tempo voltando a evadir novamente, é apenas computado a primeira ocorrência do evento. Aqui estima-se a probabilidade de não evadir usando um método não paramétrico (não baseado em parâmetros) com 95% de confiança. Observe que a faixa colorida que acompanha a linha do gráfico é bem estreita. Isso mostra que a estimação da probabilidade de sobrevivência é mais confiável nesse caso. A partir

desse estimador podemos notar que a probabilidade de evasão no primeiro e segundo anos é de 20% e 27%, respectivamente. A probabilidade de permanecer no curso até o último ano da graduação é de aproximadamente 40%.

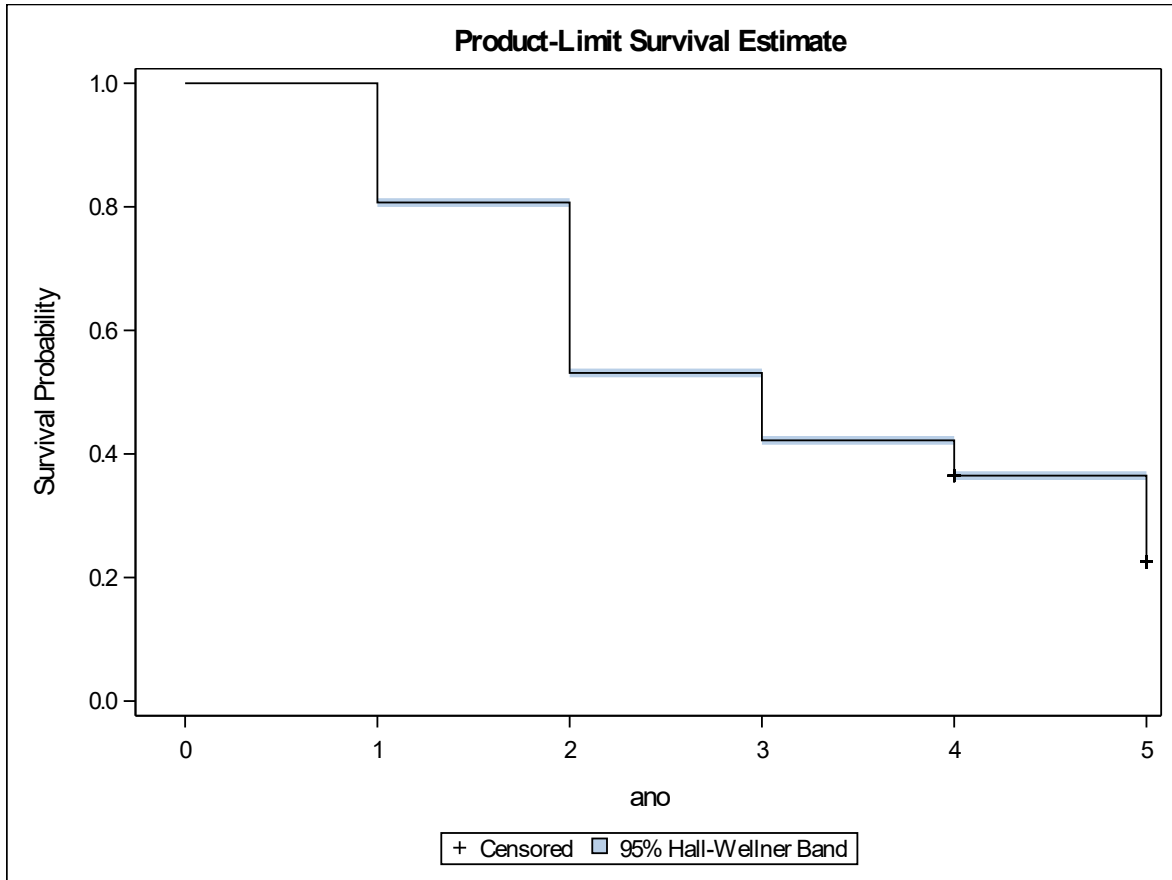


Gráfico 11: Estimador Kaplan Meier para a coorte do Censo

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do Inep (2012, 2013, 2014, 2015, 2016)

Comparando se há diferenças de experiência de sobrevivência entre grupos de interesse, o Gráfico 12 verifica se há diferença de experiência de sobrevivência entre discentes do sexo masculino e feminino. A Tabela 1 mostra que os resultados são estatisticamente significantes (P-valor menor que 0,05), assim afirma-se que há diferenças entres os grupos.

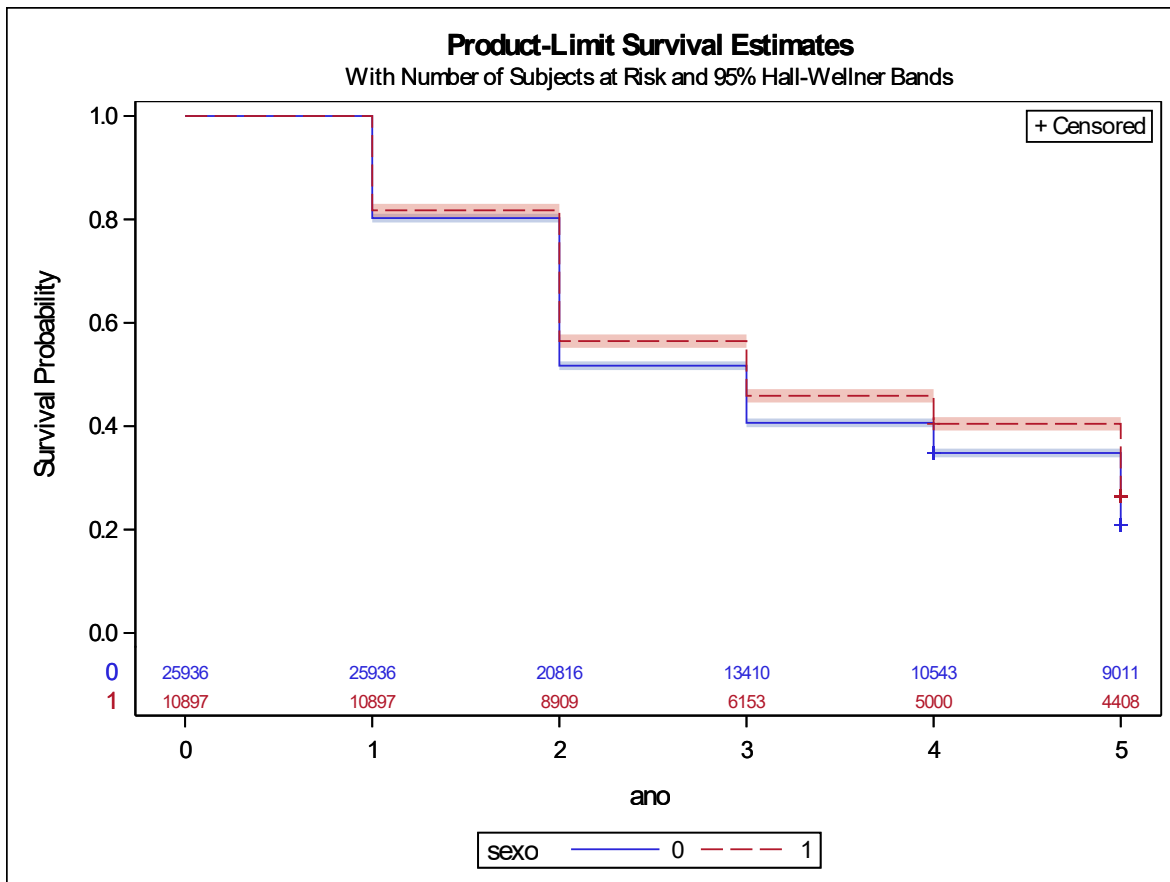


Gráfico 12: Comparação entre curvas de sobrevivência entre os sexos para a coorte do Censo

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do Inep (2012, 2013, 2014, 2015, 2016)

Note que a partir do gráfico acima que durante o primeiro ano discentes de ambos os sexos possuem probabilidades de evasão muito parecidas, com as mulheres (número 1 no gráfico) tendo ligeiramente uma maior probabilidade de não evadir. Entretanto, do segundo ano e diante, essa probabilidade se torna mais desigual e mostra que discentes mulheres têm mais chances de permanecerem no curso.

Tabela 1 – Comparação entres curvas de sobrevivência para o sexo

Teste	Qui-quadrado	GL	P-valor
Log-Rank	131.5223	1	<.0001

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do Inep (2012, 2013, 2014, 2015, 2016)

A Tabela 2 mostra o modelo de Cox ao analisar o efeito das covariáveis na experiência de sobrevivência. Os resultados são significantes e mostram que a taxa de risco aumenta cerca de 6% se o discente for homem e cerca de 2% para cada variação

positiva da idade. Portanto, pode-se afirmar que realmente discentes homens tendem a evadir com mais frequência e que discentes mais velhos, independentemente do sexo, também possuem uma experiência de sobrevivência pior.

Tabela 2 – Resultados do Modelo de Cox

Estimadores de Máxima Verossimilhança								
Parâmetro		GL	Estimação do Parâmetro	Erro padrão	Qui-quadrado	P-valor	Função risco	Rótulo
sexo	0	1	0.06122	0.01349	20.5911	<.0001	1.063	sexo 0
idade		1	0.02138	0.0008510	631.0421	<.0001	1.022	idade

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do Inep (2012, 2013, 2014, 2015, 2016)

O Gráfico 13 ilustra uma comparação entre os grupos em questão (sexo, no caso, quando a idade é controlada). Como observado, mulheres possuem uma probabilidade menor de evasão durante todo o período de estudo. No primeiro ano essa diferença é quase nula, já nos anos seguintes fica mais evidente que há essa diferença entre os sexos (aproximadamente de 6%).

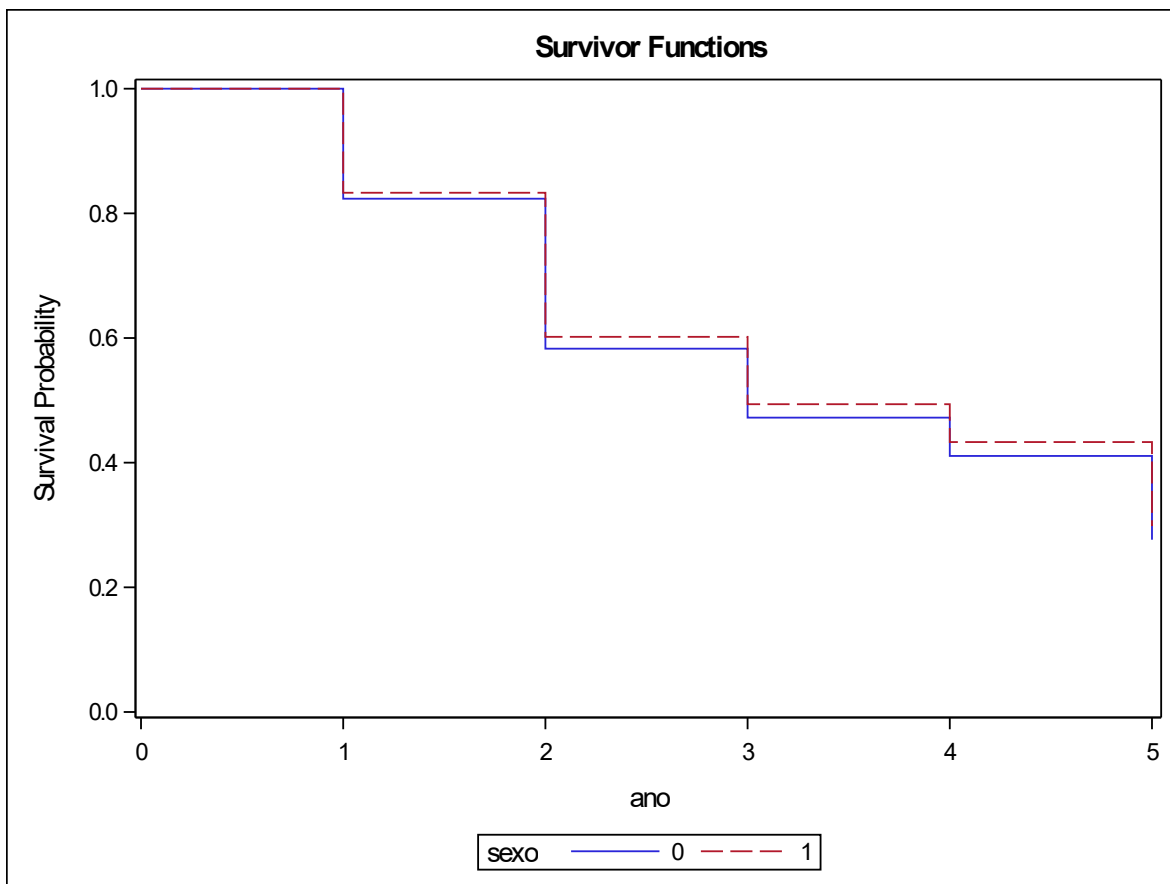


Gráfico 13: Curva de Sobrevivência de acordo com o sexo do discente

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do Inep (2012, 2013, 2014, 2015, 2016)

Vale ressaltar que no caso acima estamos avaliando o efeito da variável sexo enquanto controlamos a idade do discente, em outras palavras, fazendo com que a idade não interfira no modelo. A Tabela 3 ilustra os efeitos quando as covariáveis sexo e idade atuam em conjunto no modelo. Nota-se que todos os resultados são significativos, então podemos concluir que o efeito da idade é diferente por sexo, assim a idade afeta de forma diferente a taxa de risco de homens e mulheres.

Tabela 3 – Modelo de Cox para as covariáveis sexo e idade

Estimadores de Máxima Verossimilhança								
Parâmetro		GL	Estimação do Parâmetro	Erro padrão	Qui-quadrado	P-valor	Função risco	Rótulo
sexo	0	1	0.48766	0.05229	86.9877	<.0001	.	sexo 0
idade		1	0.03619	0.00191	358.7136	<.0001	.	idade
idade*sexo	0	1	-0.01815	0.00213	72.5415	<.0001	.	sexo 0 * idade

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do Inep (2012, 2013, 2014, 2015, 2016)

Agora, de uma forma mais detalhada, as análises com as interações entre as variáveis sexo e idade são mencionadas a seguir. As Tabelas 4 e 5 mostram esses efeitos (significantes), sendo a primeira delas relacionado como a mudança de uma unidade da idade afeta a taxa de risco dos homens e das mulheres. Nota-se que ambos os sexos acumulam risco (de evasão) com o aumento da idade, mas essa proporção é maior para aqueles indivíduos do sexo feminino. Assim, a idade afeta esse grupo numa proporção maior do que aquela encontrada no outro grupo.

Tabela 4 – Efeito da mudança de um ano da idade na taxa de risco ao longo dos sexos

Descrição	Estimativa	95% Intervalos de confiança Wald	
idade Unit=1 At sexo=0	1.018	1.016	1.020
idade Unit=1 At sexo=1	1.037	1.033	1.041

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do Inep (2012, 2013, 2014, 2015, 2016)

A Tabela 5 mostra que a taxa de risco (homens/mulheres) diminui com a idade e que o efeito do sexo é significativo, mostrando que com o aumento da idade a taxa de risco diminui, pois, a proporção da taxa de risco do sexo feminino é maior. Assim, a taxa de risco parece ser maior nas idades entre 18 e 20 anos para os homens, e então sendo o inverso nas idades posteriores (idades escolhidas de forma arbitrária).

Tabela 5 – Efeito do sexo na taxa de risco ao longo das idades listadas

Descrição	Estimativa	95% Intervalos de confiança Wald	
sexo 0 vs 1 At idade=18	1.175	1.134	1.217
sexo 0 vs 1 At idade=19	1.154	1.116	1.192
sexo 0 vs 1 At idade=20	1.133	1.099	1.168
sexo 0 vs 1 At idade=30	0.945	0.910	0.980
sexo 0 vs 1 At idade=42	0.760	0.701	0.824

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do Inep (2012, 2013, 2014, 2015, 2016)

Os Gráficos 14 e 15 mostram a variação da probabilidade de sobrevivência ao longo do tempo de acordo com especificações de cada covariável, representando os discentes do sexo masculino e feminino, respectivamente. Em ambos, nota-se que discentes mais jovens possuem uma menor chance de evasão independentemente do sexo. No geral, mulheres têm uma chance de evadir menor ao longo do tempo, embora que nos dois primeiros anos a probabilidade de não evadir seja semelhante entre os sexos. A partir desse período é que a disparidade entre esses grupos aumenta, com homens tendo uma experiência de sobrevivência pior.

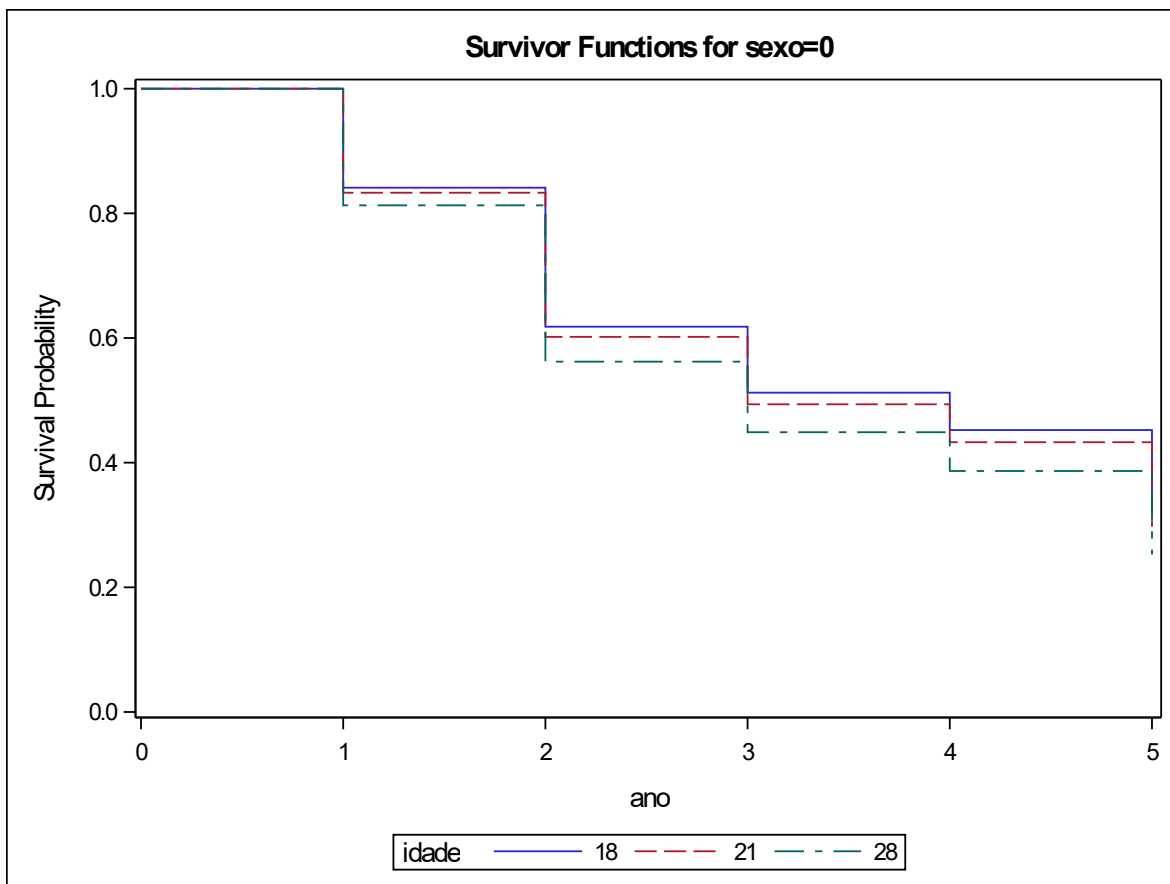


Gráfico 14: Curva de Sobrevivência para o sexo masculino ao longo das idades listadas

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do Inep (2012, 2013, 2014, 2015, 2016)

Outra comparação acerca desses dois gráficos é que a idade (foi escolhida arbitrariamente) afeta mais o grupo feminino que o masculino, como pode ser observado no espaçamento entre as linhas do gráfico.

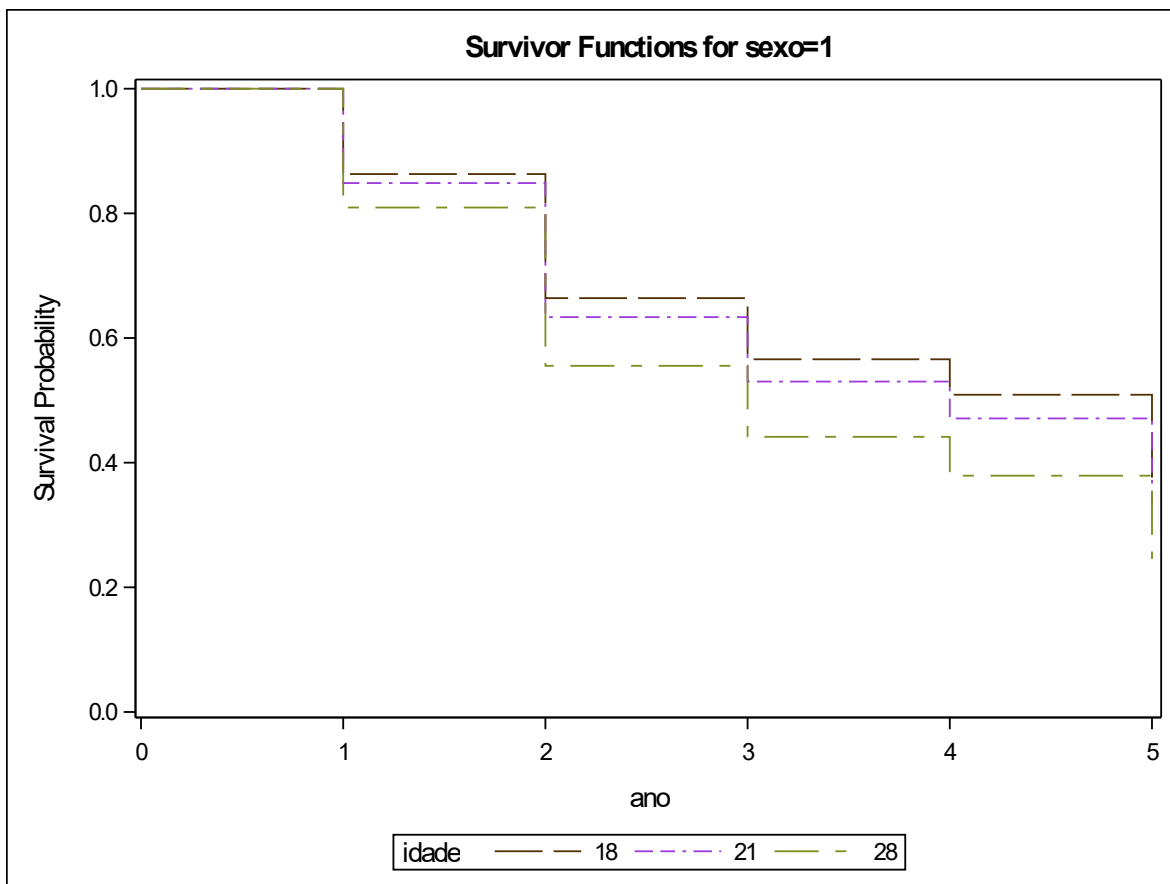


Gráfico 15: Curva de Sobrevivência para o sexo feminino ao longo das idades listadas
Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do Inep (2012, 2013, 2014, 2015, 2016)

4.3 Análise de sobrevivência – coorte UNIVASF 2010

Resultados encontrados na seção anterior são apresentados aqui, só que usando a turma ingressante do curso de Engenharia de Produção da UNIVASF de 2010. O Gráfico 16 (unidade de tempo é semestre) ilustra a função de sobrevivência da coorte em questão considerando apenas aqueles que evadiram durante o período, dando assim uma visão de onde ocorreu mais a evasão. A função de sobrevivência mostra que já no primeiro semestre há desistentes e que ao fim do terceiro semestre 60% da evasão já havia ocorrido. Em outras palavras, dos que evadiram, 60% deles já haviam desistido do curso até o terceiro semestre. Ao longo do período de estudo 31 estudantes abandonaram o curso, sendo o segundo semestre aquele que representa o maior percentual de evasão.

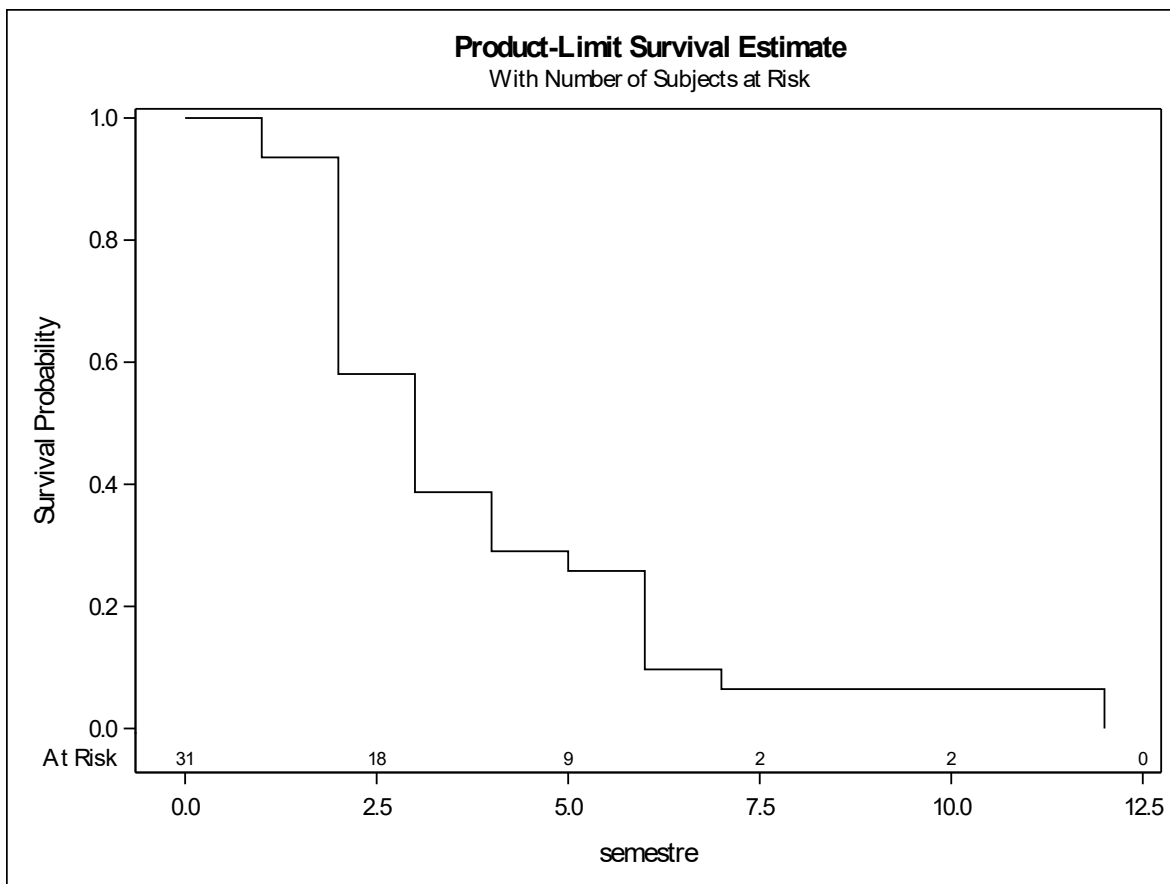


Gráfico 16: Função de Sobrevivência dos evadidos para a turma de 2010

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da UNIVASF

O Gráfico 17 ilustra o resultado para o estimador de Kaplan-Meier para a coorte em questão.

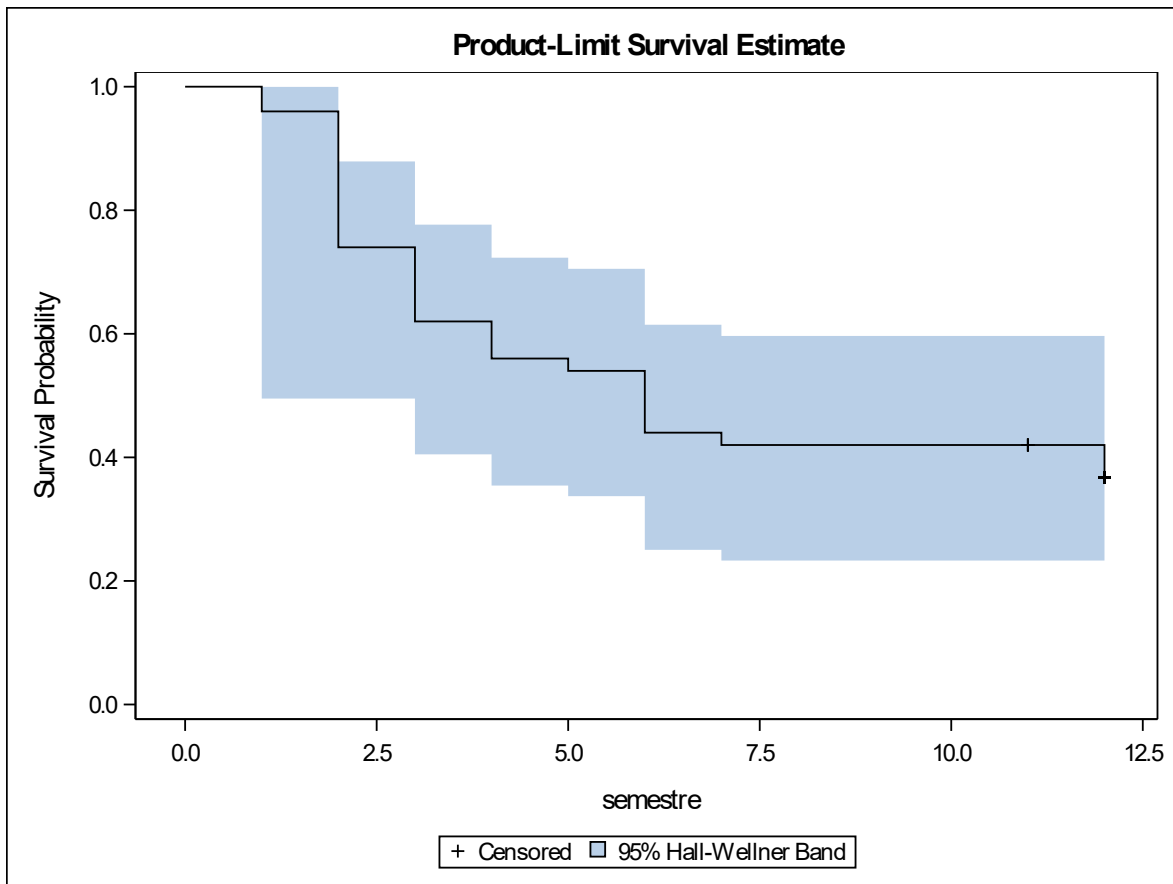


Gráfico 17: Estimador Kaplan Meier da Turma de Engenharia de Produção de 2010

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da UNIVASF

Aqui pode-se notar como a curva de probabilidade de sobrevivência se comporta ao longo do tempo. Observe que o segundo semestre é aquele com maior desistência. Ao final desse a chance de sobrevivência é de cerca de 75% enquanto que esse percentual cai para cerca de 58% na metade do curso. A partir do sexto semestre pode-se observar que as chances de ocorrerem evasão é quase nula, mostrando que aqueles que permaneceram até esse período tendem a continuar os estudos até diplomação.

O teste Log-Rank (Tabela 6) mostra que as curvas de sobrevivência se comportam de mesma maneira independentemente do sexo do discente.

Tabela 6 – Teste de igualdade de curvas de sobrevivência de acordo com o sexo

Teste	Qui-quadrado	GL	P-valor
Log-Rank	1.3509	1	0.2451

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da UNIVASF

O teste Log-Rank para aqueles que possuem ou não residência fixa na localidade do campus (representada por “fora”) mostra que as curvas de sobrevivência desses se comportam de forma semelhante.

A Tabela 7 mostra os resultados do modelo de Cox com todas as covariáveis disponíveis para o modelo, que busca analisar se há possíveis interações entre as covariáveis e a probabilidade de evasão.

Tabela 7 – Modelo de Cox com todas covariáveis presentes

Estimadores de Máxima Verossimilhança								
Parâmetro		GL	Estimação do Parâmetro	Erro padrão	Qui-quadrado	P-valor	Função risco	Rótulo
sexo	0	1	0.28216	0.41872	0.4541	0.5004	1.326	sexo 0
idade		1	0.04962	0.03443	2.0767	0.1496	1.051	idade
enem		1	0.00980	0.00866	1.2796	0.2580	1.010	enem
fora		1	-0.32679	0.40037	0.6662	0.4144	0.721	fora

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da UNIVASF

Da Tabela 7 pode-se concluir que as covariáveis sexo, idade, nota do Enem (representada por “enem”) e “fora” não parecem influenciar no tempo de sobrevivência dos discentes. Para essa coorte, as covariáveis não possuem significância estatística no modelo. Entretanto, deve-se ainda estudar se alguma interação entre as covariáveis faz com que os resultados sejam mais confiáveis. O estudo dessas interações entre as covariáveis é mostrado nas Tabelas 8, 9 e 10.

Tabela 8 – Efeito da mudança de um ano da idade na taxa de risco ao longo dos sexos

Descrição	Estimativa da taxa	95% Limites de confiança Wald	
idade Unid=1 Em sexo=0	1.042	0.969	1.121
idade Unid=1 Em sexo=1	1.211	0.904	1.624

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da UNIVASF

A partir da Tabela 8 pode-se concluir que não há nenhum efeito concreto que com o aumento da idade há uma variação na taxa de risco ao longo dos sexos. Isso

pode ser visto na última coluna a direita na qual os limites de confiança Wald possuem o valor 1, mostrando assim que não há diferenças significativas.

A Tabela 9 analisa o efeito da covariável sexo ao longo das idades listadas (escolhidas arbitrariamente). De acordo com os testes de significância, pode-se concluir que a taxa de risco não difere por sexo nas idades listadas.

Tabela 9 – Efeito do sexo na taxa de risco ao longo das idades listadas

Descrição	Estimativa da taxa	95% Limites de confiança Wald	
sexo 0 vs 1 Em idade=18	1.725	0.594	5.009
sexo 0 vs 1 Em idade=21	1.483	0.597	3.683
sexo 0 vs 1 Em idade=24	1.276	0.552	2.952
sexo 0 vs 1 Em idade=30	0.283	0.013	6.371
sexo 0 vs 1 Em idade=42	0.046	0.000	38.163

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da UNIVASF

A Tabela 10 mostra o efeito do acréscimo da nota do Enem na taxa de risco como sendo não significativo, concluindo-se então que a alteração dessa nota não traz mudanças significativas na taxa de risco.

Tabela 10 – Efeito da nota do Enem na taxa de risco

Descrição	Estimativa da taxa	95% Limites de confiança Wald	
enem Unit=25 Em enem=625	0.874	0.281	2.724
enem Unit=25 Em enem=650	1.427	0.873	2.331
enem Unit=25 Em enem=675	1.736	0.696	4.329
enem Unit=25 Em enem=700	2.217	0.472	10.416
enem Unit=25 Em enem=725	2.664	0.347	20.466

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da UNIVASF

A análise dessa coorte por meio de métodos semi paramétricos com a acomodação de covariáveis não se comportou de forma significativa. Os resultados mostraram que a taxa de risco não é afetada por nenhuma das covariáveis.

4.4 Análise de sobrevivência – coorte UNIVASF 2011

A função de sobrevivência para a coorte que ingressou no curso de Engenharia de Produção da UNIVASF em 2011 está representada no Gráfico 18. Observe que este está apenas considerando os discentes que evadiram. Por meio desse gráfico pode-se observar quando ocorreu maior evasão, em outras palavras, onde a evasão está mais concentrada.

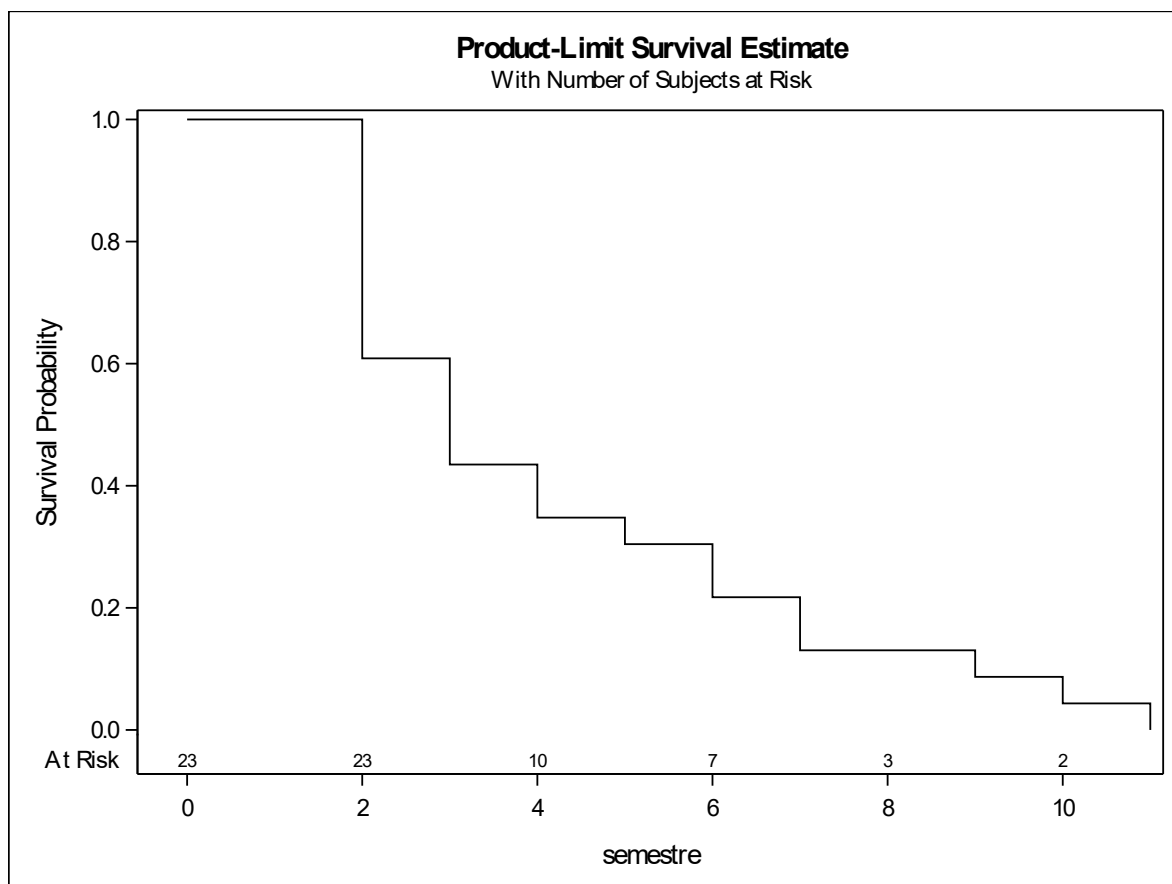


Gráfico 18: Função de Sobrevivência dos evadidos da turma de Engenharia de Produção de 2011

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da UNIVASF

Pode-se observar aqui que todos os discentes permaneceram no curso ao final do primeiro semestre e que o segundo semestre representa aquele de maior evasão, sendo 40% desta ocorrendo neste período. Pode-se notar também que, dentre todos que evadiram durante o período, quase que 60% já haviam abandonado até ao final do sexto semestre. Isso mostra que a partir desse período poucos discentes desistiram dos estudos no curso. A partir do Gráfico 18 (eixo x, número logo acima da identificação do semestre) também podemos perceber que durante o estudo 23 discentes evadiram e que esse número vai diminuindo ao longo do tempo.

O Gráfico 19 ilustra o estimador de Kaplan-Meier e permite observar como a função de sobrevivência muda com o tempo em termos de probabilidade.

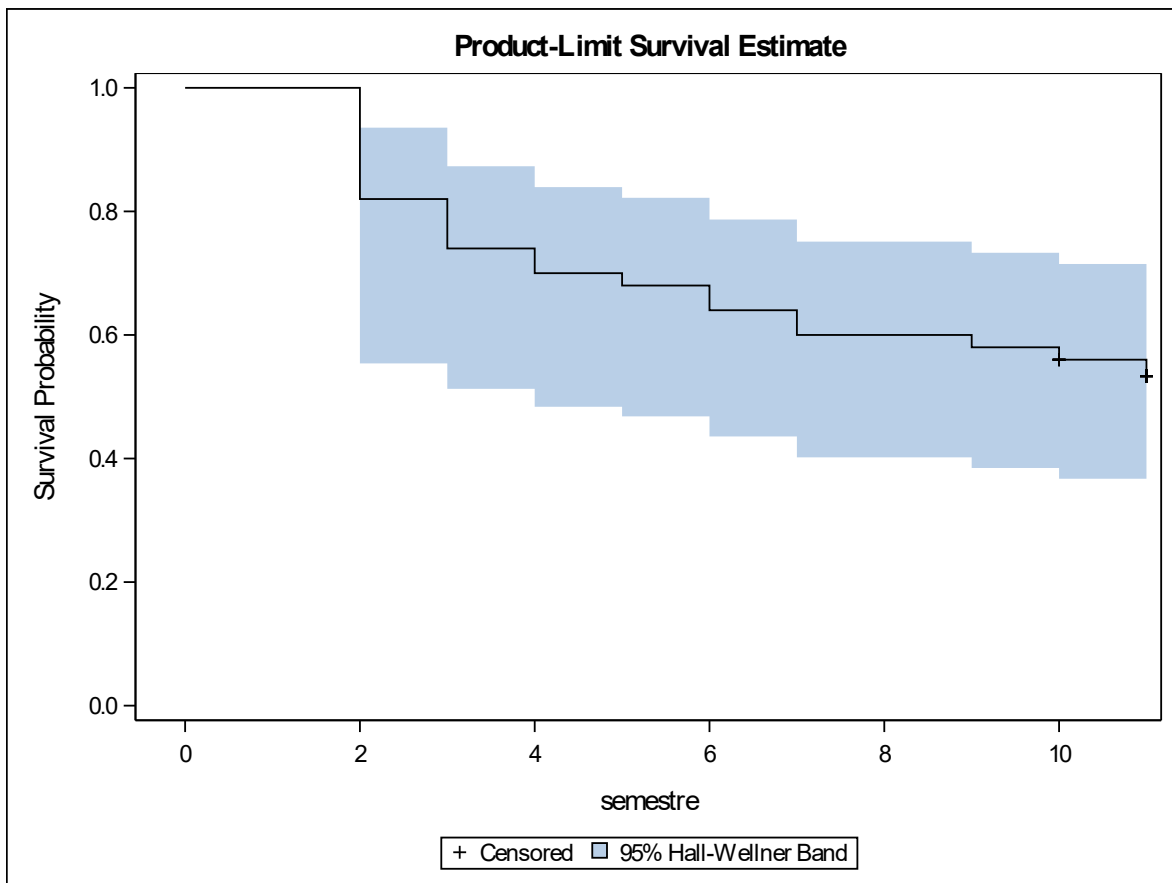


Gráfico 19: Estimador Kaplan Meier da Turma de Engenharia de Produção de 2011

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da UNIVASF

Pode-se notar que o segundo semestre é aquele que possui uma maior queda da linha do gráfico, representando que naquele período houve uma maior ocorrência do evento de interesse. Ao final desse semestre a chance de continuar os estudos é de aproximadamente 80%. A chance de um aluno estiver cursando o décimo semestre, sem antes ter interrompido os estudos, é de menos de 60%. A probabilidade de ter alcançado a metade do curso fica em torno de menos de 70% e a partir do sétimo semestre a probabilidade de sobrevivência não se altera muito até o fim do período em estudo. Em outras palavras, aqueles que continuaram no curso até o sétimo semestre demonstraram ter capacidade de prosseguir com seus estudos (não evadir).

A Tabela 11 representa o teste de igualdade entre funções de sobrevivência de acordo com o sexo do indivíduo. O teste de igualdade Log-Rank (P-valor maior que 0,05) mostra que não há uma diferença significativa entre os grupos. Assim, conclui-se que não podemos afirmar que haja diferenças entre a experiência de sobrevivência entre os sexos.

Tabela 11 – Teste de igualdade de curvas de sobrevivência de acordo com o sexo

Teste	Qui-quadrado	GL	P-valor
Log-Rank	2.3442	1	0.1258

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da UNIVASF

A questão de o aluno ter ou não residência fixa na localidade do campus é comparada a seguir. As diferenças encontradas não são significativas (Tabela 12), portanto, a questão de possuir ou não residência fixa na localidade do campus não afeta o tempo de sobrevivência do discente.

Tabela 12 – Teste de igualdade de curvas de sobrevivência de acordo com a variável “fora”

Teste	Qui-quadrado	GL	P-valor
Log-Rank	0.0961	1	0.7565

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da UNIVASF

Resultados da Regressão de Cox (Tabela 13) mostram que a taxa de risco não é afetada pelas covariáveis sexo, nota do enem ao ingressar no curso e a questão de

possuir residência fixa na localidade do campus. Outra informação que pode ser inferida da tabela é que, com a variação da idade, a taxa de risco aumenta em 20%, sendo essa mudança significativa. Portanto, pode-se afirmar que a covariável idade afeta o tempo de vida do aluno, sendo aqueles mais velhos mais propícios a abandonarem seus cursos.

Tabela 13 – Modelo de Cox usando todas covariáveis

Estimadores de Máxima Verossimilhança								
Parâmetro		GL	Estimação do Parâmetro	Erro padrão	Qui-quadrado	P-valor	Função risco	Rótulo
sexo	0	1	0.93642	0.56741	2.7236	0.0989	2.551	sexo 0
idade		1	0.20546	0.07398	7.7132	0.0055	1.228	idade
enem		1	0.01776	0.00991	3.2126	0.0731	1.018	enem
fora		1	-0.00726	0.44387	0.0003	0.9870	0.993	fora

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da UNIVASF

Deve-se analisar o efeito das covariáveis na função de sobrevivência de uma forma mais específica uma vez que a variável sexo não se mostrou significativa enquanto que a idade sim. A Tabela 14 verifica se o efeito da idade é diferente para cada grupo (sexo) como também qual seria o efeito da variação da nota do Enem na função de sobrevivência.

Os resultados mostram que o aumento de um ano na idade, no grupo dos homens, aumenta a taxa de risco em 1.185 vezes, sendo uma variação significativa. Para o grupo do sexo feminino, o aumento da idade não afeta a taxa de risco pois os limites de confiança para esse grupo contêm o valor nulo 1 (sendo não significativo).

Tabela 14 – Efeito da mudança de um ano da idade na taxa de risco ao longo dos sexos

Efeito da mudança do anon a taxa de risco			
Descrição	Estimativa da taxa	95% Limites de confiança Wald	
idade Unid=1 Em sexo=0	1.185	1.032	1.360
idade Unid=1 Em sexo=1	0.967	0.475	1.966

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da UNIVASF

A Tabela 15 mostra o efeito do sexo ao longo das idades listadas. Pode-se notar que o aumento da idade não parece diferir em cada grupo (sexo). Assim, a taxa de risco entre os indivíduos do sexo masculino e feminino não parece sofrer mudanças significativas quando a idade varia.

Tabela 15 – Efeito do sexo na taxa de risco ao longo das idades listadas

Efeito do sexo na taxa de risco			
Descrição	Estimativa da taxa	95% Limites de confiança Wald	
sexo 0 vs 1 Em idade=18	1.535	0.239	9.845
sexo 0 vs 1 Em idade=21	2.825	0.759	10.513
sexo 0 vs 1 Em idade=24	5.198	0.246	109.637
sexo 0 vs 1 Em idade=30	17.600	0.013	24367.67
sexo 0 vs 1 Em idade=42	201.780	0.000	14801000

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da UNIVASF

Finalmente, observe (Tabela 16) que o aumento da nota do Enem não afeta a taxa de risco dos discentes.

Tabela 16 – Efeito da nota do Enem na taxa de risco

Efeito do acréscimo de pontos da nota do Enem na taxa de risco			
Descrição	Estimativa da taxa	95% Limites de confiança Wald	
enem Unit=25 Em enem=625	1.187	0.376	3.745
enem Unit=25 Em enem=650	1.546	0.724	3.301
enem Unit=25 Em enem=675	1.718	0.448	6.591
enem Unit=25 Em enem=700	1.961	0.231	16.658
enem Unit=25 Em enem=725	2.165	0.139	33.801

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da UNIVASF

De uma forma geral, destaca-se que a única covariável que afeta a função de sobrevivência dos discentes é a idade. As outras covariáveis em estudo não têm apresentado significância estatística e, portanto, não afetam a experiência de sobrevivência dos discentes.

4.5 Comparação entre curvas de sobrevivência

A comparação de curvas de sobrevivência é importante para determinar se há diferenças significativas entre grupos de interesse. Assim, pode-se comparar as três coortes em estudo em termos de curva de sobrevivência. Dados da Tabela 17 indicam que não há diferenças entre as coortes da UNIVASF (2010 e 2011), assim, ambas possuem probabilidades de sobrevivência semelhantes. Vale ressaltar que, apesar de as curvas de sobrevivência não serem diferentes, a turma de 2010 possui um número maior de evadidos.

Tabela 17 – Comparação entre as curvas da turma da UNIVASF 2010 e 2011

Teste	Qui-quadrado	GL	P-valor
Log-Rank	1.8959	1	0.1685

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do Inep (2012, 2013, 2014, 2015, 2016)

De mesmo modo, a comparação entre as turmas da UNIVASF de 2010 e do Censo de 2011 está representada na Tabela 18. Dela pode-se concluir que não há diferenças significativas entre as duas turmas, portanto, possuem probabilidades de sobrevivência semelhantes.

Tabela 18 – Comparação entre as curvas da turma da UNIVASF 2010 e Censo

Teste	Qui-quadrado	GL	P-valor
Log-Rank	3.5810	1	0.0584

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do Inep (2012, 2013, 2014, 2015, 2016)

A comparação entre a turma da UNIVASF de 2010 com aquelas oriundas de Instituições federais da coorte do Censo é representada pelo Gráfico 20. Pode-se afirmar que a turma da UNIVASF de 2010 apresenta uma probabilidade de sobrevivência menor do que aquela encontrada nos cursos de Instituições federais de 2011.

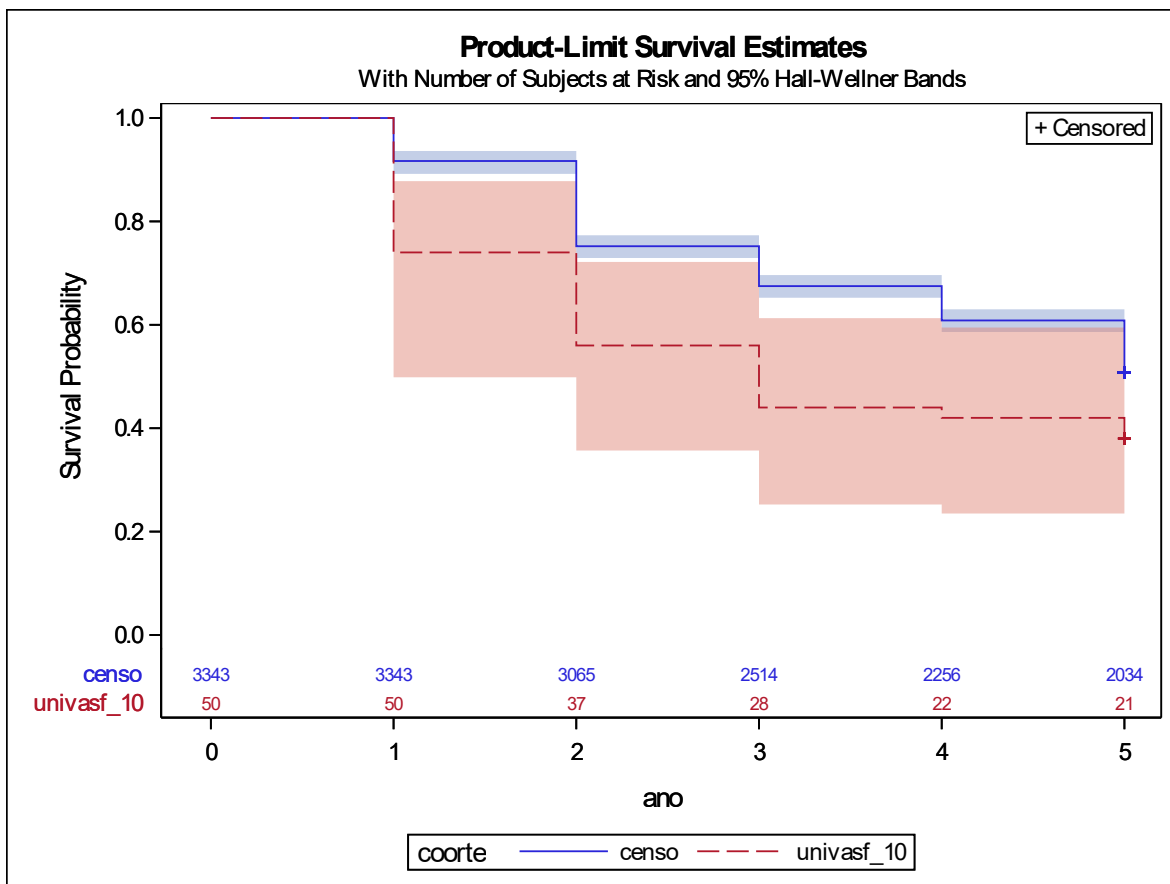


Gráfico 20: Comparação entre Curvas de Sobrevivência da coorte do Censo (federais) e UNIVASF 2010

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do Inep (2012, 2013, 2014, 2015, 2016)

O Gráfico 21 e Tabela 19 comparam as curvas de sobrevivência para as coorte do Censo e da UNIVASF de 2011. O teste de igualdade confirma as diferenças observadas no gráfico. Ao final do primeiro ano, a probabilidade de não abandonar o curso é bastante semelhante. Entretanto, a partir do segundo ano, essa diferença vai aumentando, concluindo-se então que ao final do quinto ano a probabilidade de estar no curso é de 60% para os discentes da UNIVASF (ante 40% da coorte do Censo).

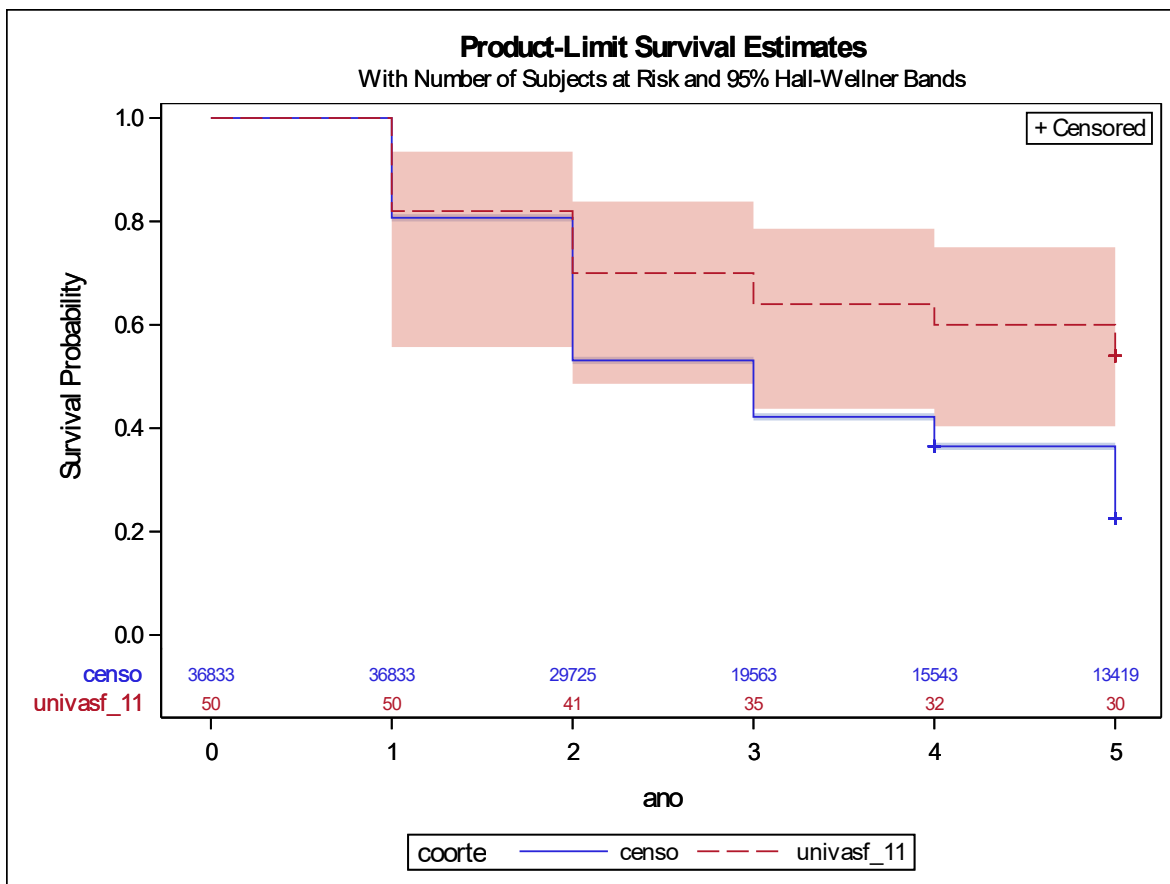


Gráfico 21: Comparação entre Curvas de Sobrevivência da coorte do Censo e UNIVASF 2011

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do Inep (2012, 2013, 2014, 2015, 2016)

A Tabela 19 a seguir confirma que há diferenças entre as curvas de sobrevivência, sendo a coorte da UNIVASF menos propensa a evadir durante todo o período. Isso revela um resultado relevante, uma vez que pode-se afirmar que a coorte da UNIVASF tem apresentado uma probabilidade de não evadir maior quando comparada com a de outros cursos de Engenharia de Produção no Brasil.

Tabela 19 – Resultados do teste de igualdade de curvas de sobrevivência das coortes do Censo e UNIVASF 2011

Teste	Qui-quadrado	GL	P-valor
Log-Rank	18.0962	1	<.0001

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do Inep (2012, 2013, 2014, 2015, 2016)

Quando feito o teste de igualdade considerando apenas os cursos oriundos de Instituições federais, não há diferença significativa entre as coortes do Censo e

UNIVASF 2011. Assim, elas possuem probabilidades de não evadir iguais ao longo do tempo de estudo. Em outras palavras, a turma da UNIVASF de 2011 apresenta uma curva de sobrevivência igual a de outras Instituições.

Comparando os Gráficos 20 e 21 podemos notar o quão diferente é a probabilidade de não evadir das turmas do Censo quando comparada todas elas e somente aquelas oriundas de Instituições federais. Como observado anteriormente, esses cursos apresentam taxas menores de evasão e ao final do quinto ano a probabilidade de sobrevivência é de cerca de 60%, ante cerca de 40% quando considerada todos os cursos no geral.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Resultados publicados pelos Censos da Educação Superior e aqueles apresentados neste trabalho têm mostrado como o sistema de ensino brasileiro é ineficiente em formar egressos, estando esse cenário mais agravante no ensino das Engenharias. Não obstante, os cursos de Engenharia de Produção também têm demonstrado altas taxas de evasão, o que acaba afetando a oferta desses profissionais para o mercado de trabalho. Dentro dessa perspectiva, cursos de Instituições privadas se mostram ainda mais deficientes em formar egressos, em termos quantitativos.

Levando essa análise em números, pode-se ressaltar que, de acordo com o Inep (2016), cerca de metade dos ingressantes do ensino superior brasileiro de 2010 haviam desistido de seus cursos ao final do quinto ano de graduação. Considerando apenas as Engenharias, esse percentual sobe para 56% com menos de 9% se formando ao final daquele período. A respeito do curso de Engenharia de Produção, para os ingressantes de 2011 pelo país, a taxa de desistência ao final do quinto ano de graduação é de alarmantes 70%, com um pouco menos de 10% de egressos. Ainda mais preocupante, uma análise mais detalhada dessa coorte mostrou que de todos que ingressaram naquele ano cerca de 78% desistiram pelo menos uma vez dos estudos em seus cursos de origem. Em todos os casos supracitados, seja no Ensino Superior no geral ou nas Engenharias, o segundo ano de graduação representou aquele no qual mais alunos desistiram dos estudos.

A aplicação da análise de sobrevivência ao estudo da evasão trouxe resultados interessantes, seja de caráter metodológico ou do cenário da evasão em si. Foi possível estimar, por meio do estimador de Kaplan-Meier, a probabilidade de sobrevivência para a coorte ingressantes nos cursos de Engenharia de Produção de 2011 em todo país. As probabilidades de sobrevivência ao final do primeiro e segundo anos foram de, aproximadamente, 80% e 57%, respectivamente. Ao final do quinto ano, esse número cai para 40%. Ainda estudando essa coorte, os homens apresentaram uma taxa de risco maior em 6% quando comparados com discentes do sexo feminino. Esse dado revela uma percepção diferente daquela vista na literatura, como havia sido reportado, de uma forma geral, por Zago e Lima (2016). Sobre a idade do discente que abandona

os estudos, é possível afirmar que a cada aumento da idade a taxa de risco do indivíduo incrementa em 2%, mostrando que discentes mais velhos tendem a evadir com mais frequência.

A análise de sobrevivência também se revelou importante para o estudo da evasão no curso de Produção da UNIVASF, mais especificamente nas turmas de 2010 e 2011. Em ambas foi possível notar que quase todos os alunos não desistem ao final do primeiro semestre, sendo o segundo como aquele de maior evasão. As probabilidades de não evadir ao final do segundo semestre foram de 77% e 83% para as coortes de 2010 e 2011, respectivamente. Seguindo a mesma ordem, as chances de alcançar a metade curso foram de 58% e 70% e ao final do décimo semestre esse percentual foi de 43% e 60%. Fica claro que a segunda coorte apresentou estimativas de sobrevivência muito superiores à da primeira. Dentre as covariáveis que foram incorporadas ao estudo, somente a idade parece interferir na evasão da turma de 2011, mostrando que discentes mais velhos em um ano possuem uma taxa de risco superior em 20%. As outras covariáveis não demonstraram interferir nos modelos de ambas as coortes.

Finalmente, quando comparando as três coortes em estudo em termos de experiência de sobrevivência, pôde-se observar que os resultados que foram significativos mostraram uma experiência de sobrevivência melhor entre os discentes da turma da UNIVASF de 2011 quando comparada com as turmas do Censo no geral. Pode-se afirmar então que o curso da UNIVASF naquele ano possui uma melhora formação de egressos que a média geral encontrada no ensino superior brasileiro. Quando estratificando os cursos do Censo naqueles oriundos de Instituições federais, pode-se concluir que as experiências de sobrevivência observadas entre elas não apresentaram diferenças significativas. Em contrapartida, a comparação dos cursos de Instituições federais com a turma da UNIVASF de 2010 revelou que esta apresentou probabilidades de sobrevivência bem inferiores à média nacional.

Como observado, a evasão se mostra mais presente durante o início da graduação entre o segundo semestre e o quarto. Portanto, algumas ações devem ser tomadas pelas Instituições durante esse período a fim de aumentar a permanência dos discentes em seus cursos. Uma das causas da evasão nas engenharias abordadas na

literatura foram o perfil curricular altamente teórico no início do curso e falta de conhecimento das ciências básicas como física e matemática.

Para a primeira causa, pode-se sugerir que os cursos invistam em atividades extracurriculares como por exemplo palestras com profissionais da área com o intuito de mostrar mais a realidade e fazer uma conexão com o papel do engenheiro no mercado de trabalho. Assim, diante de um início de graduação somente com disciplinas do ciclo básico, os discentes poderiam se sentir mais engajados com o curso a partir de uma perspectiva mais prática a respeito da realidade do profissional. Uma outra questão a respeito, como visto na literatura, é a constante necessidade de qualificação do corpo docente. Como as primeiras disciplinas são do ciclo básico, poderia haver um melhor preparo específico do corpo docente para lidar com os novos discentes, fazendo com que as aulas completamente teóricas sejam mais “adaptáveis” à imaturidade dos alunos. Essa ação poderia aumentar o nível de engajamento com o curso.

A deficiência de conhecimento de temas das disciplinas básicas está atrelada ao alto nível de reprovação nas disciplinas do início do curso, cabendo então esforços por parte dos colegiados a fim de analisar melhor os motivos e qual frequência para tal fato. As atividades de monitoria e de tutoria são algumas opções que podem ajudar os discentes nesta etapa da vida acadêmica.

Essas ações sugeridas foram baseadas nos resultados quantitativos obtidos nesse trabalho e na literatura a respeito da evasão. De qualquer forma todas as ações devem ter caráter preventivo e não corretivo, só assim que poderemos melhorar a formação de profissionais engenheiros.

Um outro encaminhamento, também de vital importância, é realizar um estudo de caráter qualitativo com os discentes ingressantes nos cursos de engenharia com o intuito de entender suas perspectivas a respeito do curso, antes mesmo do final do primeiro semestre. Esta proposta, além do seu caráter preventivo, pode complementar os estudos sobre a evasão. Assim, é possível entender qual a percepção por parte do aluno no que tange os estudos nas engenharias, tornando mais fácil a compreensão dos possíveis motivos daqueles que eventualmente iriam evadir no futuro.

Da mesma forma, ainda que mais difícil, uma vez que o aluno pode abandonar os estudos sem aviso prévio e conseqüentemente ocorre a perda do contato com o

discente, pode-se realizar um estudo qualitativo com aqueles que desistiram do curso para entender o que realmente o motivou tal decisão.

Como sugestão final, é de extrema importância que a UNIVASF busque acompanhar, de forma permanente, o destino da área de atuação dos egressos do curso, uma vez que se pode mensurar como está sendo a formação de profissionais engenheiros nessa instituição e se os objetivos propostos com a implantação deste curso de graduação estão sendo atingidos.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Diplomação, retenção e evasão nos cursos de graduação em instituições de ensino superior públicas**. Relatório da Comissão Especial de Estudos sobre Evasão nas Universidades Públicas Brasileiras. Brasília: ANDIFES/ABRUEM/SESu/MEC, 1997.

BUENO, J. L. O. A evasão de alunos. **Paidéia**, FFCLRP – USP, Ribeirão Preto, n. 5, p. 9-16, ago. 1993.

COLOSIMO, E. A.; GIOLO, S. R. **Análise de sobrevivência aplicada**. São Paulo: Edgard Blucher, 2006.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Fortalecimento das engenharias**. 2014. Disponível em: <http://www.ita.br/sites/default/files/pages/MEI_2014_Nov_ITA_Fortalecimento_das_Engenharias_no_Brasil-paper.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2016.

DESPA, S. **What is Survival Analysis**. Disponível em: <<https://www.cscu.cornell.edu/news/statnews/stnews78.pdf>>. Acesso em: 01 dez. 2016.

DIAS, M.V. **Evasão Escolar no Ensino Fundamental**. 2013. 36f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Biologia) - IFSULDEMINAS, 2013.

DINIZ, C. S. **Evasão Escolar no Ensino Médio: causas intraescolares na visão dos alunos**. 2015. 147f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Gestão Social, Educação e Desenvolvimento Local, Belo Horizonte, 2015.

GAIOSO, N. P. L. **O fenômeno da evasão escolar na educação superior no Brasil**. 2005. 75 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2005.

GUSSO, D. A.; NASCIMENTO, P. A. M. M. Contexto e dimensionamento da formação de pessoal técnico-científico e de engenheiros. **Radar**, Brasília: Ipea, n. 12, fev. 2011.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Censo da Educação Superior 2015**. Brasília: Inep, 2016. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_superior/censo_superior/apresentacao/2015/Apresentacao_Censo_Superior_2015.pdf>. Acesso em: 30 out. 2016.

_____. **Sinopse Estatística da Educação Superior 2015**. Brasília: Inep, 2016. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/web/guest/sinopses-estatisticas-da-educacao-superior>>. Acesso em: 30 out. 2016.

_____. **Sinopse Estatística da Educação Superior 2014**. Brasília: Inep, 2015.
Disponível em: < <http://portal.inep.gov.br/web/guest/sinopses-estatisticas-da-educacao-superior>>. Acesso em: 30 out. 2016.

_____. **Sinopse Estatística da Educação Superior 2013**. Brasília: Inep, 2014.
Disponível em: < <http://portal.inep.gov.br/web/guest/sinopses-estatisticas-da-educacao-superior>>. Acesso em: 30 out. 2016.

_____. **Sinopse Estatística da Educação Superior 2012**. Brasília: Inep, 2013.
Disponível em: < <http://portal.inep.gov.br/web/guest/sinopses-estatisticas-da-educacao-superior>>. Acesso em: 30 out. 2016.

_____. **Sinopse Estatística da Educação Superior 2011**. Brasília: Inep, 2012.
Disponível em: < <http://portal.inep.gov.br/web/guest/sinopses-estatisticas-da-educacao-superior>>. Acesso em: 30 out. 2015.

LIMA JUNIOR, P.; SILVEIRA, F.L.; OSTERMANN, F. Análise de Sobrevivência aplicada ao estudo do fluxo escolar nos cursos de graduação em física: um exemplo de uma universidade brasileira. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 34, n. 1, 1403, Porto Alegre, RS, 2012.

LINS, L. M; SALERNO, M. S; ARAÚJO, B. C; GOMES, L. A. V; NASCIMENTO, P. A. M. M; TOLEDO, D. Escassez de engenheiros no Brasil? uma proposta de sistematização do debate. **Novos estudos**. - CEBRAP, São Paulo, n. 98, p. 43-67, mar. 2014.

LOBO, M. C. M. Panorama da Evasão no Ensino Superior Brasileiro: Aspectos Gerais das Causas e Soluções. **ABMES Cadernos**, n.25, 2012.

LOBO, R. Prejuízos causados pela evasão na formação de novos engenheiros. **Estadão**, São Paulo, 15 maio 2016. Disponível em: < <http://educacao.estadao.com.br/blogs/roberto-lobo/prejuizos-causados-pela-evacao-na-formacao-de-novos-engenheiros/>>. Acesso em: 30 nov. 2016.

LOPES, N. **Como Combater o abandono e a evasão escolar**. Disponível em: < <http://gestaoescolar.org.br/conteudo/644/como-combater-o-abandono-e-a-evacao-escolar/>>. Acesso em: 04 dez. 2016.

NASCIMENTO, P. A. M. M.; MACIENTE, A. N.; GUSSO, D. A.; ARAÚJO, T. C.; SILVA, A. P. T. Escassez de engenheiros: realmente um risco? **Radar**, Brasília: Ipea, n. 6, fev. 2010.

NERI, M. (Coord.) **Motivos da Evasão Escolar**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2009. 34 p.
Disponível em: <http://www.cps.fgv.br/ibrecps/rede/ finais/Etapa3_Pesq_MotivacoesEscolares_sumario_principal_anexo-Andre_FIM.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2015.

OLIVEIRA, V.F. Análise: Estudos mostram que cerca de 80% da evasão ocorre no primeiro ano. **Folha de S. Paulo**, São Paulo, 22 jul. 2013. Disponível em: < <http://www1.folha.uol.com.br/educacao/2013/07/1314628-analise-estudos-mostram-que-cerca-de-80-da-evasao-ocorre-no-primeiro-ano.shtml>>. Acesso em: 5 dez. 2016

PEREIRA, F. C. B. **Determinantes da Evasão de Alunos e os Custos ocultos para as Instituições de Ensino Superior**: uma aplicação na universidade do extremo sul catarinense. 2003. 173f. Dissertação (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis - SC, 2003

PEREIRA, P. J. **Estudo da viabilidade da aplicação da análise de sobrevivência em dados entomológicos**. 2002, 81p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Estatística e Experimentação Agropecuária) - Departamento de Ciências Exatas, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

POLYODRO, S. A. J. **O trancamento de matrícula na trajetória acadêmica do universitário**: condições de saída e de retorno a instituição. 2000. 167 f. Dissertação (Doutorado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

SANTOS JUNIOR, J. S. J. Aspectos Conceituais e Metodológicos Sobre a Evasão na Educação Superior. In: 37ª Reunião Nacional da ANPEd, 37, 2015, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC.

SANTOS, B. F. 10 números que mostram como está o ensino superior no Brasil. **Exame**, 08 out. 2016. Disponível em: < <http://exame.abril.com.br/brasil/10-numeros-que-mostram-como-esta-o-ensino-superior-no-brasil/>>. Acesso em: 5 dez. 2016

SILVA FILHO, R.; MONTEJUNAS, P.; HIPÓLITO, O.; LOBO, M. A Evasão no Ensino Superior Brasileiro. **Cadernos de Pesquisa**. v. 37, n. 132, São Paulo, set/dez 2007.

SOUZA, I. M. **Causas da Evasão nos Cursos de Graduação da Universidade Federal de Santa Catarina**. 1999. 150f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis - SC, 1999.

TONHO FILHO, R. **Professor detecta causa da evasão nas engenharias**. Instituto Federal São Paulo, 2011. Disponível em: < <http://www.ifsp.edu.br/index.php/outras-noticias/49-sao-paulo/320-professor-detecta-causas-da-evasao-na-engenharia-.html>>. Acesso em: 5 dez. 2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO - UNIVASF. Colegiado de Engenharia de Produção. **Projeto Pedagógico do Curso**. Petrolina, 2012.

ZAGO, N; DE LIMA, F.S. Evasão no Ensino Superior: Tendências e Resultados de Pesquisa. 2016. In: Reunião Científica Regional da ANPED, 11, 2016, Curitiba. **Anais...** Curitiba: ANPEDSUL.