

CENTRO DE ESTATÍSTICA APLICADA – CEA – USP

RELATÓRIO DE CONSULTA

Giovanna Vilar

Mariana Almeida

Renata Hirota

abril/2021

TÍTULO: Fatores associados à evasão e conclusão de curso na UFRJ: análise de heterogeneidade

PESQUISADOR: Melina Klitzke Martins

ORIENTADOR: Rosana Heringer, Flávio Carvalhaes

INSTITUIÇÃO: Universidade Federal do Rio de Janeiro

FINALIDADE DO PROJETO: Doutorado

PARTICIPANTES DA ENTREVISTA:

- Melina Klitzke Martins
- Flávio Carvalhaes
- Monica Carneiro Sandoval
- Denise Aparecida Botter
- Viviana Giampaoli
- Giovanna Vilar
- Mariana Almeida
- Renata Hirota

DATA: 23/04/2020

FINALIDADE DA CONSULTA: Consultoria sobre o modelo logístico multinível; auxílio na pós-estimação do modelo e na interpretação dos coeficientes

RELATÓRIO ELABORADO POR: - Giovanna Vilar - Mariana Almeida - Renata Hirota

Introdução

A evasão dos alunos no ensino superior é uma situação recorrente e estudada por diversos autores no campo da educação e das ciências sociais. Em suma, como as variações nos ambientes acadêmicos moldam as experiências e os resultados dos alunos de diferentes maneiras, as disparidades entre as distribuições dos estudantes em todas as áreas de estudo, ainda que pequenas, podem contribuir para entender as desigualdades de resultados quanto à evasão de curso. Logo, o projeto busca analisar quais os fatores estão associados à evasão e conclusão de curso na UFRJ e como o efeito desses fatores variam entre cursos. Para isso, será utilizado um modelo logístico multinível (hierárquico), em que o nível 1 são os estudantes e o nível 2 são os cursos. A pesquisadora busca com a entrevista uma consultoria sobre o modelo logístico multinível e um auxílio na pós-estimação do modelo e na interpretação dos coeficientes.

- Descrição geral do projeto, incluindo a utilidade prática.
- Indicação do tipo de estudo: experimento laboratorial, estudo observacional, ensaio clínico, etc.
- Finalidade da entrevista: planejamento amostral, elaboração de questionário, crítica de análises realizadas, sugestão para análise, etc.

Descrição do estudo

O estudo foi planejado como um modelo logístico multinível (hierárquico), em que o nível 1 são os estudantes e o nível 2 são os cursos. A pesquisadora selecionou todos os cursos de modalidade presencial ofertados pela UFRJ e, a partir da volumetria, agrupou-os de acordo com o tipo de curso. Por exemplo, cursos como Letras-Espanhol, Letras-Inglês e Letras-Português foram agrupados no mesmo bloco. Ao fim desse agrupamento, foram obtidos 45 clusters. É importante destacar que o curso de medicina foi excluído da análise pois não era possível acompanhar esses ingressantes. Além disso, cada cluster possui um mínimo de 30 observações. As unidades amostrais da pesquisa são os ingressantes no primeiro semestre do ano de 2014, um total de 4.480 observações. Todos esses alunos foram seguidos pelo número de matrícula até um ano e meio após o primeiro semestre de 2019. Essa é uma pesquisa longitudinal mas, como informado pela pesquisadora, no modelo sugerido nesse relatório não será considerado esse planejamento

- Tipo de planejamento/amostragem (número de fatores, níveis, presença de dados incompletos, etc.).
- Identificação e número de unidades amostrais.

Descrição das Variáveis e Processo de Coleta de Dados

A base de dados utilizada foi construída a partir dos microdados da coorte fornecidos pela Divisão de Registro de Estudante (DRE/ Pr1) da UFRJ. A maioria das informações são coletadas através do questionário socioeconômico, produzido e aplicado pela instituição no ato da pré-matrícula do estudante. O bom índice de respostas, possivelmente, deve-se ao fato de que o estudante precisa apresentar o comprovante da realização da pré-matrícula, exigido no ato de confirmação da matrícula presencial. O referido questionário é composto por questões que abordam, entre outras informações, aspectos socioeconômicos, culturais, escolares, de composição familiar e de escolha e expectativas sobre o curso e sobre a instituição. A variável dependente (resposta) utilizada nessa análise é a evasão do curso no primeiro ano (1º e 2º semestre), representada por 0 e 1 (0= não evadiu; 1= evadiu). O conceito de evasão aqui utilizado é o de evasão do curso, que é aquela em que o aluno deixa o curso de origem por qualquer razão (LOBO, 2012). Essas variáveis foram construídas através da combinação da variável de tempo que o indivíduo permaneceu no curso e a situação de matrícula em cada semestre – ativa, trancada, cancelada, cancelado por conclusão de curso. Destacamos que apenas aqueles que tiveram suas matrículas no curso canceladas (exceto o cancelamento por conclusão de curso), é que foram considerados evadidos.

Em um estudo multinível as variáveis independentes são classificadas em dois tipos: variáveis de nível 1 variáveis de nível 2. Aqui, as variáveis de nível 1 são as de origem dos estudantes:

- Cor/Raça (0 = brancos e 1 = pretos e pardos)
- Sexo (0 = feminino e 1 = masculino)
- Status socioeconômico da família (SES), mensurado pela maior escolaridade do pai ou da mãe (0 = menos que o ensino superior e 1= ensino superior)
- Nota no ENEM no ano de entrada
- Variável que diz respeito a questão “se foi a primeira opção de curso” (0 = sim; 1 = não)
- Variável que diz respeito a questão “se a nota de corte influenciou na escolha do curso” (0 = não; 1= sim)
- Coeficiente de Rendimento acumulado por semestre (CRa), relacionado ao último semestre acompanhado

No nível do curso, inicialmente a pesquisadora criou uma variável de seletividade de curso utilizando a nota mediana do curso no Enem. Se a nota mediana do curso no Enem era maior que a nota mediana no Enem de toda UFRJ, o curso é mais seletivo, se a nota mediana do curso no Enem era menor que a nota mediana no Enem da UFRJ, o curso é menos seletivo

- Seletividade (menos seletivo = 0 e mais seletivo=1)

Os dados originais estão armazenados em Excel e o modelo foi construído no software Stata

- Denominação e classificação das variáveis.
- Codificação.
- Tipo de questionários ou formulários.
- Forma de armazenagem de dados.
- Recursos computacionais disponíveis.

Situação do Projeto

O projeto encontra-se na fase de testes dos modelos multiníveis. Após a entrevista com a pesquisadora algumas críticas à análise feita foram apontadas. Primeiramente, variáveis de nível 1 que podem ser estaticamente significantes foram excluídas do modelo testado. Anteriormente, um modelo de sobrevivência foi construído e seus resultados utilizados para determinar as variáveis a serem utilizadas nessa fase do estudo. Salientamos que essa não é uma tomada de decisão correta pois variáveis que não se mostraram significante na primeira etapa podem ser importantes na determinação do modelo multinível. São momentos e modelos diferentes, logo, todas as variáveis que a pesquisadora acredita que afeta a evasão do curso devem ser testadas. Além disso, as variáveis contínuas nota do ENEM e CRa possuem magnitudes muito distintas. O CRa é uma nota que varia de 0 à 10 enquanto as notas do ENEM estão em uma escala de 0 à 1000. Essa diferença entre as escalas pode desencadear erros de convergência durante os testes no software. Outro problema à análise realizada é a forma como as saídas do stata estão sendo apresentadas e analisadas

- Fase atual de implementação.
- Descrição e críticas às análises já realizadas.
- Recursos disponíveis.
- Limitações de custo e tempo.
- Problemas relacionados à coleta de dados.

Conclusão e respostas as perguntas da pesquisadora

1.1 Comentários sobre aspectos gerais do projeto

1.2 Sugestões sobre as variáveis

A primeira sugestão que oferecemos é incluir no modelo todas as variáveis com bom preenchimento (sem muitos MISSING) que a pesquisadora acredita que podem ter algum efeito na evasão do curso. Durante os testes dos modelos algumas vão mostrar-se significantes e outras não, porém, é importante testá-las. Além disso, também sugerimos o acréscimo de variáveis no nível 2. Por exemplo, o comportamento de evasão dos alunos parece ser diferente entre as áreas do conhecimento (Humanas, Exatas e Biológicas), logo, seria interessante construir essa variável categórica de curso.

A seguir, incluímos uma lista de variáveis a ser incluídas no estudo:

- Renda Familiar, Nível 1
- Área do conhecimento do curso, Nível 2 (Humanas, Exatas e Biológicas)
- Média da nota do ENEM do curso, Nível 2
- Média do CRa do curso, Nível 2

Por fim, destacamos a importância de padronizar as variáveis contínuas referentes à nota do ENEM, pois, como explicado anteriormente, as magnitudes distintas entre CRa e esse valor podem interferir na convergência matemática. A sugestão nesse relatório é transformar os valores da variável de nota em números na escala de 0 à 10, a mesma utilizada no coeficiente de Rendimento acumulado por semestre

1.3 Como construir o modelo?

Sugerimos também testar interações entre as variáveis de nível 1, como por exemplo x e x

Passo 1: Ajuste do modelo sem variáveis independentes (modelo nulo) para calcular o coeficiente de correlação intraclasse e testar se as variâncias em diferentes cursos são homogêneas

Passo 2: Incluir as variáveis independentes uma de cada vez e verificar a significância e o BIC de cada modelo; sendo o modelo escolhido nesse primeiro passo o que apresentar o coeficiente significativo e o menor BIC (pode ser o AKAIKE?)

Passo 3: Acrescentar novas variáveis até que nenhuma outra seja significativa, chegando a um ou vários candidatos a modelo final

Passo 4: Fazer o diagnóstico dos candidatos a modelo final, verificando os pressupostos e a qualidade do ajuste

Fonte: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/10032/1/2014_AlexLuizMartinsMatheusdaRocha.pdf

Teste qui-quadrado de Wald: queremos testar a hipótese de que todos os coeficientes de regressão são zero. Se o teste indicar um p-valor < 0.001 , então, temos evidências para negar essa hipótese.

1.4 Como interpretar o modelo?

Na regressão logística de efeitos mistos, os coeficientes fixos têm uma interpretação condicional aos efeitos aleatórios. No caso do estudo analisado, as interpretações estão condicionadas aos cursos.

O ICC varia de 0 à 1 e indica o quanto da variação é explicada pela diferenças entre cursos. Um ICC = 0 indica que os cursos são homogêneos entre si, ou seja, a evasão independe do curso; Um ICC = 1 toda a variação pode ser explicada pela diferença entre os cursos; Ou seja, se o ICC = 0.12 significa que 12% da chance de evasão na UFRJ é explicada pela diferença entre os cursos e 88% da chance de evasão é explicada pelas diferenças dentro dos cursos. É importante destacar que o ICC é encontrado quando rodamos um modelo “vazio”, ou seja, apenas com o intercepto. No software Stata, esse índice é encontrado através do código **estat icc**

Exemplo: Suponha que estimamos um modelo logístico de efeitos mistos, prevendo remissão (sim = 1, não = 0) de um paciente. Permitimos que a interceptação varie aleatoriamente para cada médico, ou seja, temos um modelo logístico multinível cujo nível 1 é paciente e o nível 2 é médico. Usamos o comando `xtmelogit` para estimar o modelo com `il6`, `crp` e `lengthofstay` como variáveis independentes de nível de paciente, estágio de câncer como uma variável categórica independente de nível de paciente (I, II, III ou IV), experiência como variável de nível de médico preditor contínuo e uma interceptação aleatória por `did`, ID do médico.

melogitremissionil6crp.cancerstage.lengthofstay.experience||did :

A próxima seção é uma tabela das estimativas de efeitos fixos. As estimativas representam os coeficientes de regressão. Estes não são padronizados e estão na escala logit. As estimativas são seguidas por seus erros padrão (SEs), p-valor e intervalos de confiança. O teste de razão de verossimilhança (LR) testa a hipótese nula de que os dois modelos, efeitos mistos e regressão logística fixa fornecem a mesma qualidade de ajuste. Como $P < 0.001$, há indícios para rejeitarmos a hipótese nula e utilizar, assim, o modelo misto.

remission	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
il6	-.0567716	.0115181	-4.93	0.000	-.0793466	-.0341966
crp	-.0214829	.0102182	-2.10	0.036	-.0415101	-.0014557
cancerstage						
II	-.4139322	.0757618	-5.46	0.000	-.5624225	-.2654419
III	-1.003461	.0982811	-10.21	0.000	-1.196089	-.8108341
IV	-2.337028	.1580562	-14.79	0.000	-2.646813	-2.027244
lengthofstay	-.1211816	.0336326	-3.60	0.000	-.1871002	-.055263
experience	.1200848	.0274496	4.37	0.000	.0662847	.173885
_cons	-2.052611	.5313988	-3.86	0.000	-3.094133	-1.011088

Random-effects Parameters	Estimate	Std. Err.	[95% Conf. Interval]	
did: Identity				
sd(_cons)	2.014511	.102283	1.823692	2.225297

LR test vs. logistic model: $\chi^2(01) = 2435.28$ Prob >= $\chi^2 = 0.0000$

A última seção nos dá as estimativas de efeito aleatório. Isso representa o desvio padrão estimado do intercepto na escala logit. Se houvesse outros efeitos aleatórios, como inclinações aleatórias, eles também apareceriam aqui. Como usaremos a razão de chances em vez dos coeficientes na escala logit, podemos exponenciar as estimativas e os intervalos de confiança. Podemos fazer isso no Stata usando a opção `OR`. Observe que não é necessário reescrever o modelo. Além disso, observe que as estimativas dos parâmetros de efeitos aleatórios não mudam. Este não é o desvio padrão em torno da estimativa da constante exponenciada, ainda é para a escala logit.

```
knitr::include_graphics("tabela_1_mixed_ex.png")
```

xtnlogit, or

```
Mixed-effects logistic regression      Number of obs      =      8,525
Group variable: did                    Number of groups    =       407

Obs per group:
    min =          2
    avg =         20.9
    max =          40

Wald chi2(7)      =      394.80
Prob > chi2       =      0.0000

Log likelihood = -3689.6382
```

```
knitr::include_graphics("tabela_2_mixed_ex.png")
```

remission	Odds Ratio	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
il6	.9448098	.0108824	-4.93	0.000	.9237197	.9663815
crp	.9787462	.010001	-2.10	0.036	.9593397	.9985454
cancerstage						
II	.6610458	.050082	-5.46	0.000	.569827	.766867
III	.3666082	.0360307	-10.21	0.000	.3023745	.4444872
IV	.0966143	.0152705	-14.79	0.000	.0708768	.131698
lengthofstay	.8858731	.0297942	-3.60	0.000	.8293606	.9462363
experience	1.127593	.0309519	4.37	0.000	1.068531	1.189919
_cons	.1283993	.0682312	-3.86	0.000	.0453143	.363823

Random-effects Parameters	Estimate	Std. Err.	[95% Conf. Interval]	
did: Identity				
sd(_cons)	2.014511	.102283	1.823692	2.225297

LR test vs. logistic model: chibar2(01) = 2435.28 Prob >= chibar2 = 0.0000

Intepretação (??)

1.5 Exemplo de análise a partir da saída do software Stata

Probabilidades são uma boa escala para compreender intuitivamente os resultados; no entanto, elas não são lineares. Isso significa que um aumento de uma unidade em uma variável não é igual a um aumento constante na probabilidade - a mudança na probabilidade depende dos valores escolhidos para as outras variáveis pois, em modelos logísticos multivariados, os efeitos aleatórios também influenciam os resultados. Assim, se você mantiver tudo constante, a mudança na probabilidade do resultado sobre diferentes valores de sua variável de interesse só é verdadeira quando todas as variáveis são mantidas constantes e você está no mesmo grupo

ou em um grupo com o mesmo efeito aleatório. Uma alternativa atraente é obter a probabilidade marginal média.

1.6 Sugestões de como avaliar a qualidade do ajuste do modelo logístico multinível

QQplot resíduos

Quando construímos um modelo é sempre necessário checar a eficácia do mesmo. Além disso, precisa-se utilizar uma métrica para comparar diferentes modelos e encontrar qual o melhor para o conjunto de dados. Assim, esse tópico foca em apresentar medidas de desempenho para o ajuste da regressão logística multinível

Podemos avaliar o ajuste do modelo realizando uma análise residual através de um gráfico (Pearson, deviance, Anscombe)

Máxima Verossimilhança

Por meio da deviance é possível medir o grau de desajuste do modelo. A deviance é definida por:

$$Deviance = -2\ln(L0) - [-2\ln(L1)]$$

em que $L0$ é a verossimilhança do modelo nulo, ou seja, sem a presença de covariáveis, $L1$ é a verossimilhança do modelo completo. Assim, tem-se que o modelo que apresentar a menor deviance é aquele que melhor se ajusta ao conjunto de dados (https://bdm.unb.br/bitstream/10483/8038/1/2013_AmandaPereiraFerraz.pdf)

1.4 Bibliografia

- Comentários sobre aspectos gerais do projeto: viabilidade, abrangência das conclusões, etc.
- Considerações sobre a condução do projeto: desvios em relação ao objetivo.
- Sugestões para análise estatística: modelos, técnicas apropriadas, etc.
- Bibliografia apropriada para o pesquisador.
- Possibilidade de execução através do CEA ou outras alternativas.