

4

Metodologia

Em razão da disponibilidade de dados longitudinais propiciada pelo Geres 2005¹, que acompanha a escolarização de um painel de alunos ao longo de quatro anos, a presente pesquisa pôde fazer uso desse tipo de dados para investigar se a variância verificada nos resultados da proficiência em Leitura e Matemática entre turmas também é encontrada em relação a outras características sociais e cognitivas dos alunos, como gênero, raça/cor, idade e níveis de habilidade em Leitura.

A utilização dos dados colhidos pelo Geres permitiu a comparação das turmas de uma mesma escola e viabilizou o estudo da evolução do aprendizado e da composição social dos alunos das escolas municipais do Rio de Janeiro ao longo dos dois últimos anos do 1º Ciclo de Formação (equivalentes à primeira e à segunda séries do Ensino Fundamental).

Com base nesses dados e nesses resultados, foram verificadas, nas 27 escolas públicas municipais cariocas, quais as características da composição de turmas e como as mesmas evoluíram entre dois anos escolares.

¹ Recordemos que o Geres é um estudo longitudinal que avalia alunos em Leitura e Matemática do primeiro ao quarto ano do Ensino Fundamental, levando em consideração os fatores escolares e sócio-familiares que incidem sobre o desempenho escolar. O Geres trabalha com uma amostra de 303 escolas em cinco cidades brasileiras: Belo Horizonte (MG), Campinas (SP), Salvador (BA), Campo Grande (MS) e Rio de Janeiro (RJ), com uma amostra de 881 turmas e de aproximadamente 20.000 alunos. Além dessas atividades com os alunos, são aplicados questionários contextuais destinados aos pais, aos professores e diretores das escolas investigadas (www.ufmg.geres.br).

4.1

Abordagem Analítica

A abordagem analítica desta pesquisa é baseada nos modelos multiníveis (Raudenbush e Bryk, 2002; Goldstein, 1995) que oferecem solução adequada para características de dados educacionais, tais como:

- Levar em consideração a heterogeneidade das retas de regressão, o que permite investigar efeitos diferenciais de escolas sobre características individuais dos alunos (gênero, raça, idade, nível socioeconômico);
- Estimar adequadamente a variância, o que conduz a testes de hipótese estimados adequadamente, a despeito da existência de conglomerados na amostra;
- Considerar adequadamente, no modelo estatístico, a estrutura de mensuração em níveis distintos.

Para investigar como evolui a variância nas características sociais e cognitivas dos alunos, como gênero, raça/cor, idade e nos níveis de habilidades de Leitura, aproveitei a oportunidade criada pela abordagem analítica do Geres que considera a estrutura hierárquica dos dados: alunos dentro de turmas e turmas dentro de escolas.

4.2

Medidas Utilizadas

Durante a pesquisa fiz uso das medidas de desempenho e de variáveis sociais clássicas, tais como gênero, cor/raça e idade². Quanto ao desempenho em Leitura e Matemática, utilizei três medidas da proficiência dos alunos disponibilizadas pelo Geres (início e final de 2005 e final de 2006) e utilizei, também, informações sócio-demográficas fornecidas pela Secretaria Municipal de Ensino do Rio de Janeiro (SME)³.

O Quadro 4 apresenta as variáveis estudadas por nível de agregação dos dados, a saber: nível 1 (aluno), nível 2 (turma) e nível 3 (escola).

² No Geres, tanto o nível socioeconômico (NSE) médio da escola como o das turmas foram calculados com base nos alunos que pertencem ao cadastro das ondas 1 e 2 (2005). O cálculo do NSE baseou-se nas respostas dos pais dos alunos ao questionário socioeconômico. Em razão de alguns destes questionários não terem sido entregues pelos pais ao GERES ou de suas respostas ainda não estarem incluídas no banco de dados no momento da elaboração desta tese, esta medida não pôde ser considerada na estimação da variabilidade das medidas de estratificação ao longo do tempo.

³ As medidas fornecidas pela SME foram obtidas a partir de uma base de dados com informações da “ficha branca” preenchida pelos pais ou responsáveis do aluno no momento da matrícula nas escolas da rede municipal de ensino.

Quadro 4: Variáveis Utilizadas

Variável	Tipo de Variável e Codificação	Descrição
NÍVEL 1 (Aluno)		
Proficiência	Contínua	Proficiência em Leitura e Matemática, escore TRI ⁴ .
Gênero	Dicotômica (1=menino; 0=menina)	Gênero. Obtida a partir de informações fornecidas pela SME (“ficha branca”) sobre o sexo do aluno.
Raça/Cor	Dicotômica (1=não-branco; 0=branco)	Raça/Cor ⁵ . Obtida a partir de informações fornecidas pela SME (“ficha branca”) sobre a cor do aluno. Posteriormente a variável foi transformada em <i>dummies</i> para cada categoria de resposta.
Idade	Contínua	Idade. Obtida a partir de informações fornecidas pela SME (“ficha branca”) sobre a data de nascimento do aluno.

⁴ O modelo da Teoria de Resposta ao Item (TRI) produz escalas especialmente adequadas para comparações espaciais ou temporais de resultados obtidos em estudos que envolvem alunos distribuídos em diferentes séries ou em diferentes momentos da trajetória escolar.

⁵ Os dados foram categorizados como: 1= não-branco (incluindo os pretos e pardos) e 0= branco. Desconsideramos nas análises os grupos amarelo (20 alunos) e indígena (11 alunos), por sua baixa representatividade (cerca de 1% da população de alunos investigados). A denominação “negros” para não-brancos, agregando os dados referentes a pretos e pardos, também é utilizada por Hasenbalg (1979) e Silva (1980).

Variável	Tipo de Variável e Codificação	Descrição
NÍVEL 2 (Turma)		
Proficiência	Contínua	Proficiência média em Leitura e Matemática dos alunos que estudam na mesma turma. Obtida via agregação da variável “proficiência” no nível do aluno.
Gênero	Dicotômica (1=menino; 0=menina)	Média da proporção de meninos que estudam na mesma turma. Obtida via agregação da variável “sexo” no nível do aluno.
Raça/Cor	Dicotômica (1=não-branco; 0=branco)	Média da proporção de alunos que estudam na mesma turma. Obtida via agregação da variável “cor” no nível do aluno.
Idade	Contínua	Média das idades dos alunos que estudam na mesma turma. Obtida via agregação da variável “idade em anos” no nível do aluno.

Variável	Tipo de Variável e Codificação	Descrição
NÍVEL 3 (Escola)		
Proficiência	Contínua	Proficiência média em Leitura e Matemática das turmas de uma mesma escola. Obtida via agregação da variável “proficiência” no nível da turma.
Gênero	Dicotômica (1=menino; 0=menina)	Média da proporção de meninos presentes nas turmas de uma mesma escola. Obtida via agregação da variável “sexo” no nível da turma.
Raça/Cor	Dicotômica (1=não-branco; 0=branco)	Média da proporção de alunos presentes nas turmas de uma mesma escola. Obtida via agregação da variável “cor” no nível da turma.
Idade	Contínua	Média das idades dos alunos presentes nas turmas de uma mesma escola. Obtida via agregação da variável “idade em anos” no nível da turma.

4.3

Variância

Como comparar a evolução das medidas de estratificação apresentadas anteriormente? Buscando responder essa pergunta, utilizei a uma medida de dispersão, a variância, para a construção de um painel que mostra a evolução das variáveis de estratificação investigadas ao longo das três ondas de aplicação dos testes de Leitura e Matemática, particionada pelos três níveis hierárquicos: alunos, turmas e escolas.

A variância é muito usada como uma medida de variação, quando se deseja dividir a variabilidade em porções e atribuí-las a várias fontes. Quando falamos em variância total, nos referimos à variabilidade de todas as medidas juntas. A variância total tem como componente a variação dentro das escolas (alunos e turmas) e entre escolas. Quanto mais a média ou proporção das medidas escolares variarem, mais variação haverá entre as escolas (Mosteller e Moynihan, 1972).

Ou seja, na minha pesquisa, a variância foi particionada em três níveis para as variáveis contínuas: entre alunos dentro das turmas (N1), entre turmas da mesma escola (N2) e entre escolas (N3) e, em dois níveis para as variáveis dicotômicas: entre turmas da mesma escola (N1) e entre escolas (N2)⁶. Os procedimentos de partição da variância das variáveis contínuas de proficiência em Leitura e Matemática e idade e, das variáveis dicotômicas de gênero e raça foram feitos para cada uma das três avaliações. De modo bastante sintético, o procedimento seguiu os seguintes passos: após a agregação dos dados nos três níveis (aluno, turma e escola), foram criadas duas variáveis para medir a dispersão dos dados: a Variância (V) e a Variância Corrigida (V’):

$$V = \frac{\sum DQ}{(n-1)} \left. \vphantom{\frac{\sum DQ}{(n-1)}} \right\} \text{ Variância relacionada à amostra}$$

$$\text{(Soma dos Desvios Quadráticos/por número de observações – 1)} = V$$

$$V' = V * (n-1) / n \left. \vphantom{V * (n-1) / n} \right\} \text{ Variância corrigida relacionada à população}$$

$$\text{(Variância * (número de observações – 1) / número de observações)} = V'$$

⁶ Os resultados da partição da variância total das variáveis investigadas encontram-se no Capítulo 4.

Cabe notar que trabalhei com a segunda medida de dispersão apresentada – a “Variância Corrigida (V')” – porque acompanhei todos os alunos das turmas e todas as turmas da escola nos anos escolares investigados. Ou seja, acompanhei a população e não apenas uma amostra de alunos ou de turmas. As variâncias foram calculadas no SPSS⁷, de acordo com os seguintes passos:

- 1º: Obtive a média das V' na base de nível 2 para verificar a variância entre alunos da mesma turma;
- 2º: Obtive a média das V' na base de nível 3 para verificar a variância entre turmas da mesma escola;
- 3º: Obtive a variância das variáveis originais (médias agregadas) na base de nível 3 para verificar a variância entre as escolas.

A seguir, apresento alguns dos conceitos das medidas de tendência central (média) e de dispersão (variância e desvio padrão) utilizados no presente estudo e, no próximo capítulo, os resultados da pesquisa.

4.3.1

Medidas de Tendência Central

As variáveis investigadas na presente pesquisa são de dois tipos: contínuas (proficiência e idade) e dicotômicas (gênero e raça). Uma variável que possa ser tratada como contínua assume muitos valores e a distribuição de frequência não é uma boa forma de resumir essas variáveis. As medidas de tendência central (média, moda e mediana) são formas de resumir as informações contidas na variável.

Embora importantes, as medidas de tendência central são muito sintéticas e há muita perda de informação em relação à dispersão dos dados em torno da média. As medidas de dispersão procuram compensar parte da perda de informação das medidas de tendência central, indicando o quanto as observações se afastam da média.

⁷ Programa estatístico de análise de dados SPSS 11.5 (Statistical Program Social Sciences).

Isto é, sendo y a variável de interesse (proficiência, idade, NSE, etc.), a média (\bar{y}) é a soma dos valores de y dividido por n (número de observações).

Ou seja,

$$\bar{y} = \left(\sum_1^n y_i \right) / n$$

4.3.2

Medidas de Dispersão

As medidas de tendência central são formas muito econômicas de sintetizar informações. A obtenção de resultados pelo uso dessa medida implica na perda da noção acerca de como as observações se distribuem em torno da média. Esse problema é amenizado com a definição e cálculo de medidas que sintetizam informações sobre a dispersão dos dados. Dentre as medidas de dispersão mais utilizadas estão a *amplitude*, a *variância* e o *desvio padrão*. Na pesquisa, trabalhei especificamente com as medidas de variância e de desvio padrão das variáveis.

A variância é a soma dos desvios quadráticos de todas as observações dividida pelo número de observações menos 1 ($n - 1$). A equação abaixo representa a medida de variância:

$$s_y^2 = \frac{1}{n-1} \sum_1^n (y_i - \bar{y})^2$$

Quanto mais concentradas estiverem as observações em torno da média, menor será a variância. No caso extremo em que todas as observações sejam iguais, todos os desvios quadráticos serão nulos e a variância, também, será nula (não haverá dispersão das observações em torno da média).

Trata-se da **variância dos elementos da amostra** (calculada a partir do desvio quadrático de cada observação da média amostral). A outra medida de variância utilizada foi a **variância da média** (variância corrigida), isto é, a estimativa de quanto a média amostral varia em torno da média populacional.

O desvio padrão (dp), outra medida de dispersão, é a raiz quadrada da variância. O que equivale a dizer que a variância é igual ao $(dp)^2$.

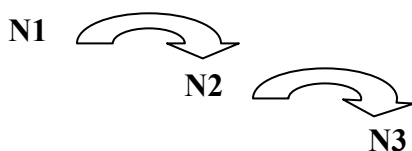
As mesmas observações sobre a variância se aplicam ao desvio padrão. Ou seja, quanto mais concentradas estiverem as observações em torno da média, menor será o desvio padrão, ou quanto menor o desvio padrão, mais as observações se aproximam da média. No caso extremo em que todas as observações sejam iguais, o desvio padrão será nulo (não haverá dispersão das observações em torno da média).

4.3.3

Níveis de Agregação dos Dados

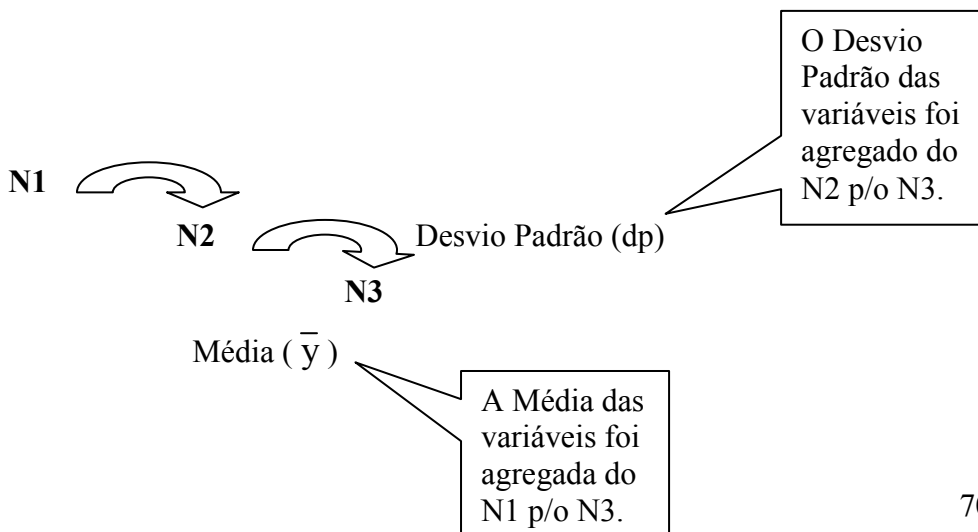
Cada variável foi agregada em três níveis, a saber: nível 1 do aluno (N1), nível 2 da turma (N2) e nível 3 da escola (N3). Já os procedimentos de agregação para as variáveis contínuas (proficiência e idade) e para as variáveis dicotômicas (gênero e raça) foram realizados de forma distinta.

Para as variáveis contínuas foi utilizado o seguinte esquema hierárquico de agregação dos dados:



Ou seja, as variáveis do nível 2 foram agregadas do nível 1 e as variáveis do nível 3 foram agregadas do nível 2.

Para as variáveis dicotômicas foi utilizado o seguinte esquema hierárquico diferenciado de agregação dos dados somente no nível da escola (N3), onde:



Depois de construídas as bases para os três níveis estudados (aluno, turma e escola), foram criadas as variáveis Variância e Variância Corrigida em cada base. A título de esclarecimento, cabe informar que para a onda 3 todas as bases consideraram apenas os alunos das turmas principais para variáveis, excluindo-se, portanto, os alunos Geres defasados ou adiantados⁸ que estavam alocados em turmas não-Geres. Totalizando doze bases de trabalho (além de uma base geral com todos os alunos).

A Tabela 17 apresenta a descrição de cada variável utilizada nas análises por nível de agregação (aluno, turma e escola) e por onda de aplicação.

Tabela 17: Variáveis utilizadas em cada nível por onda de aplicação

<i>Nível</i>	<i>Onda 1</i>				
	<i>Leitura (Média)</i>	<i>Matemática (Média)</i>	<i>Menino (%)</i>	<i>Não- Branco (%)</i>	<i>Idade (Média)</i>
Aluno	104,52	102,71	0,52	0,64	7,87
Turma	104,13	102,53	0,52	0,64	7,87
Escola	104,31	102,84	0,52	0,63	7,87
	<i>Onda 2</i>				
Aluno	120,38	122,94	0,51	0,63	7,87
Turma	119,88	122,43	0,51	0,64	7,87
Escola	119,61	122,25	0,51	0,63	7,87
	<i>Onda 3</i>				
Aluno	133,09	128,49	0,50	0,63	8,81
Turma	132,57	128	0,50	0,63	8,80
Escola	132,16	127,71	0,51	0,62	8,80

⁸ Em 2006, 144 dos alunos investigados foram distribuídos em outras turmas de outros anos escolares do seguinte modo: 26 alunos em turmas 1200 (Período Intermediário do 1º Ciclo de Formação); 68 alunos em turmas 95 (Classe de Progressão); e, 50 alunos em turmas 300 (3ª série). Até o ano de 2006, na rede municipal de ensino os anos iniciais estavam organizados em um regime misto de ensino (regime ciclado e seriado). Cenário esse modificado, em 2007, com a inclusão de mais dois Ciclos de Formação e o término das Classes de Progressão (Ver Apêndice III).

Nos últimos anos, pesquisas no campo educacional vêm utilizando os modelos multiníveis⁹, ferramenta estatística bastante útil e adequada para a investigação em larga escala e que fornece informações nos três níveis (aluno, sala de aula e escola). Os modelos multiníveis consideram a estrutura hierárquica dos sistemas educacionais permitindo a testagem de modelos mais ajustados à realidade educacional.

A idéia básica das análises envolvendo modelos multiníveis centra-se na comparação entre grupos que possuem características dos alunos e do contexto social, podendo com isso retirar parte das vantagens que algumas escolas e turmas apresentam em relação às outras. Esse é um dos pontos positivos para a utilização de modelos multiníveis para estudos sobre avaliação educacional.

O mais relevante para a educação não é a identificação apenas dos efeitos, mas também a identificação das características escolares que possam ser úteis para a elaboração de políticas públicas que beneficiem todas as escolas na promoção da eficácia e da equidade escolar.

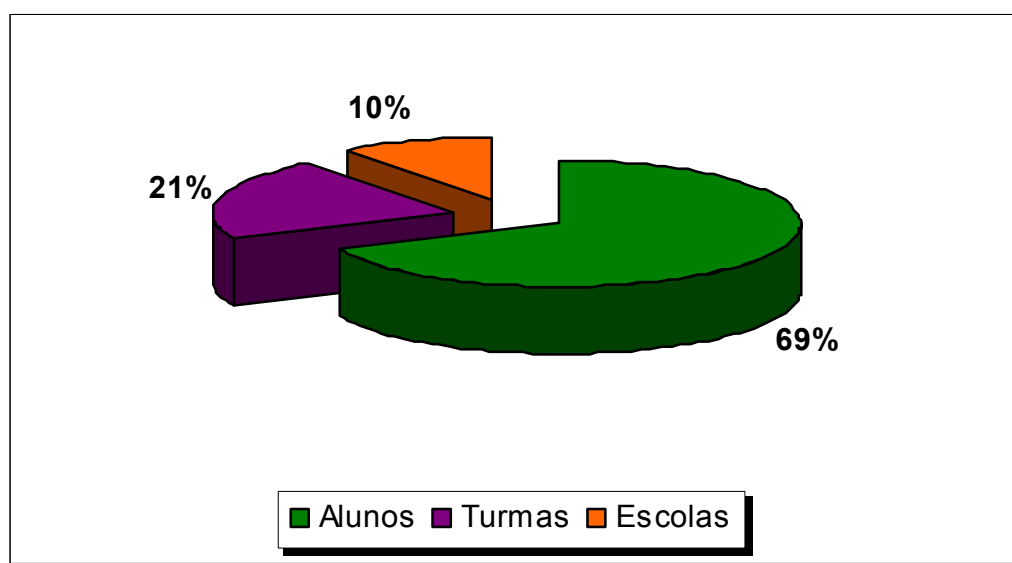
A consideração dos objetivos da pesquisa, bem como das características das bases de dados utilizadas, conduzem a uma estratégia de modelagem possível e mais adequada: a modelagem multinível. Certamente, essa é uma das características que torna os modelos multiníveis uma ferramenta profícua para estudos educacionais.

No entanto, o caminho metodológico adotado no corpo dessa pesquisa foi a simulação dos três níveis hierárquicos no SPSS, tendo em vista a estrutura dos dados. Os resultados encontrados foram parecidos e, portanto, comparáveis aos resultados encontrados no HLM. No SPSS 11.5 simulei, através da agregação das variáveis por níveis (aluno, turma e escola) e por onda de aplicação do Geres, os três níveis hierárquicos e criei as variáveis de variância e variância corrigida em cada uma das doze bases geradas.

⁹ Os modelos multiníveis são utilizados em pesquisas de diversas áreas do conhecimento e foram desenvolvidos por pesquisadores da Universidade de Londres e de Chicago envolvidos com análises educacionais. Maiores detalhes In: Raudenbush & Bryk (2002). *Hierarchical linear models*. Sage Publications: Newbury Park.

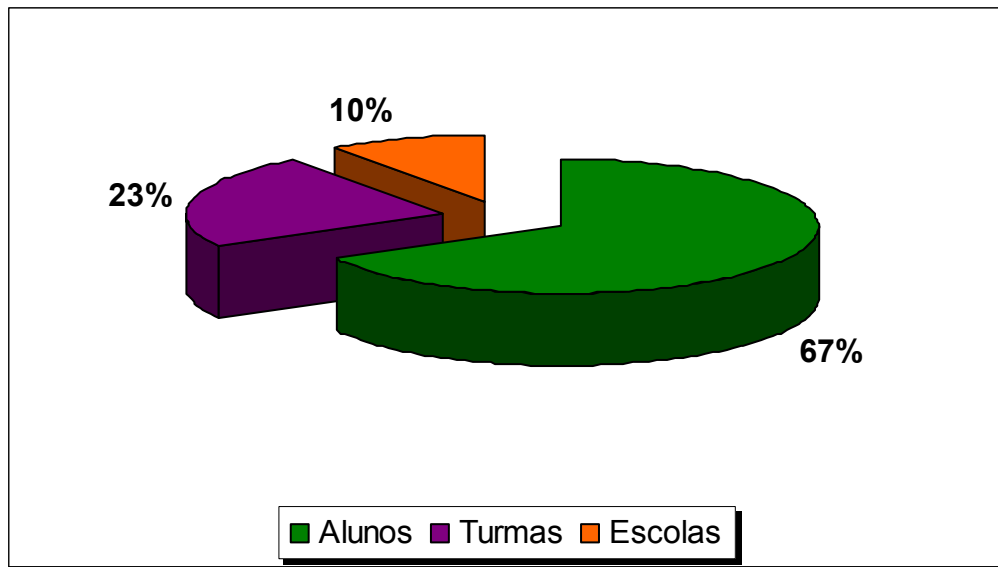
Os Gráficos 13 e 14 mostram que a partição da variância total entre os níveis estudados foi próxima nas duas abordagens metodológicas de análise dos dados e apresentam, também, a distribuição da partição da variância da proficiência em Leitura dos alunos da rede municipal de ensino do Rio de Janeiro na 1ª onda de aplicação dos instrumentos cognitivos (Março de 2005), permitindo comparar os resultados obtidos com a adoção das duas abordagens metodológicas: HLM e SPSS.

Gráfico 13: Distribuição da variação da proficiência em Leitura dos alunos, turmas e escolas municipais do Rio de Janeiro (HLM)



Fonte: Geres, 2005.

Gráfico 14: Distribuição da variação da proficiência em Leitura dos alunos, turmas e escolas municipais do Rio de Janeiro (SPSS)



Fonte: Geres, 2005.

Diante dos resultados expostos nas duas abordagens, o caminho metodológico adotado foi o SPSS, e não o HLM, que se constitui em um método mais sofisticado e demandante para a análise de dados. Por isso, a decisão tomada foi a escolha do SPSS, tendo em vista que levaria a resultados próximos ao do HLM.