

2020

Proposta de Nova Formulação para o  
Repasse dos Recursos do Programa  
Nacional de Apoio ao Transporte do  
Escolar – PNATE

VOLUME II

Modelo Proposto

*Proposta de Nova Formulação para o  
Repasse dos Recursos do Programa  
Nacional de Apoio ao Transporte do  
Escolar – PNATE*

*VOLUME II*

*Modelo Proposto*

## **Expediente**

### **Universidade Federal de Goiás - UFG**

#### ***Reitor***

Prof. Dr. Edward Madureira Brasil

### **Faculdade de Ciências e Tecnologia – FCT**

#### ***Diretor***

*Prof. Dr. Júlio Cesar Vallandro Soares*

#### ***Coordenador do Projeto***

Prof. Dr. Willer Luciano Carvalho

#### ***Equipe de Técnica***

Prof. Dr. Paulo Henrique Cirino Araújo

Profa. M.Sc. Poliana de Sousa Leite

Prof. Dr. Ronny Marcelo A. Medrano

Profa. Dra. Yaeko Yamashita

Ademar Antônio Paz da Silva Ribeiro

Bruna Borges Azevedo

### **Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação-FNDE**

#### ***Presidente***

Marcelo Lopes da Ponte

#### ***Diretor da Diretoria de Ações Educacionais – DIRAE***

Garigham Amarante Pinto

#### ***Coordenadora-Geral de Apoio à Manutenção Escolar– CGAME***

Djailson Dantas de Medeiros

#### ***Coordenador de Apoio ao Transporte do Escolar – COATE***

Gabriel Marques Andreozzi

## Sumário

Sumário .....	2
Lista de Figuras .....	5
Lista de Tabelas.....	6
Lista de Quadros .....	7
Apresentação .....	8
1. Introdução .....	10
2. Premissas do Novo Modelo.....	12
2.1. Premissas.....	13
2.2. Conceitos.....	16
2.3. Requisitos Adotados no Modelo .....	17
2.4. Tópicos Conclusivos .....	18
3. Seleção das Variáveis a Serem Utilizadas no Novo Modelo .....	19
3.1. Etapas Desenvolvidas para a Seleção das Variáveis .....	19
3.2. Variáveis Pré-Selecionadas .....	22
3.3. Avaliação da Temporalidade de Mudanças para as Variáveis Educacionais.....	23
3.4. Tópicos Conclusivos .....	25
4. Avaliação do Impacto das Variáveis Selecionadas no Modelo Vigente .....	27
4.1. Dados e Suas Fontes.....	27
4.2. Modelo Empírico: Análise Discriminante.....	31
4.3. Tópicos Conclusivos .....	38
5. Definição das Variáveis a Serem Adotadas no Modelo e de Suas Cargas Fatoriais .....	41
5.1. Metodologia da Análise Fatorial .....	41
5.1.1. <i>Etapa1: Variáveis para análise</i> .....	42
5.1.2. <i>Etapa2: Extração de fatores</i> .....	43
5.1.3. <i>Etapa3: Avaliação dos fatores extraídos</i> .....	46
5.1.4. <i>Etapa4: Cálculo do Score fatorial</i> .....	48
5.1.5. <i>Etapa5: Cálculo do índice</i> .....	49
5.2. Análise das Variáveis Pré-Selecionadas.....	50
5.2.1. <i>Avaliação das variáveis “percentagem de alunos transportados no modo aquaviário” e “total de alunos transportados”</i> .....	50
5.2.2. <i>Avaliação da variável “Índice de Gestão Escolar”</i> .....	51

5.2.3.	<i>Avaliação da variável “Índice Firjan de Gestão Fiscal”</i> .....	52
5.2.4.	<i>Avaliação da variável “evolução do IDEB”</i> .....	53
5.3.	Definição da Carga Fatorial das Variáveis Seleccionadas para o Modelo.....	54
5.4.	Tópicos Conclusivos .....	55
6.	Proposição do Novo Método de Cálculo para o Repasse de Recursos do PANTE.....	57
6.1.	Obtenção e organização dos dados.....	57
6.2.	Cálculo das cargas fatoriais das variáveis do modelo .....	58
6.3.	Cálculo da evolução da taxa de distorção idade-série e da taxa de abandono.....	59
6.4.	Cálculo escore padrão (z-score) para cada variável .....	59
6.5.	Cálculo do índice não padronizado .....	61
6.6.	Cálculo do índice padronizado .....	62
6.7.	Ranqueamento dos municípios.....	62
6.8.	Cálculo do valor per capita por município .....	62
6.9.	Cálculo do valor per capita ajustado por município .....	63
6.10.	Definição do montante de recurso a ser distribuído .....	63
6.11.	Cálculo do valor per capita da distribuição a partir do montante de recursos pré-estabelecido .....	64
6.12.	Cálculo do valor total a ser repassado por município.....	64
6.13.	Definição do valor a ser redistribuído .....	66
6.14.	Definição do percentual de municípios que participará dessa redistribuição.....	66
6.15.	Cálculo do valor <i>per capita</i> da redistribuição .....	66
6.16.	Cálculo do valor total da redistribuição por município .....	67
6.17.	Tópicos Conclusivos .....	67
7.	Análise do Modelo Proposto .....	69
7.1.	Comparação do Modelo Proposto com o FNRM.....	69
7.2.	Análise do Ranqueamento.....	75
7.3.	Tópicos Conclusivos .....	79
8.	Considerações Finais.....	81
8.1.	PNATE como política pública .....	81
8.2.	Formulação da nova proposta .....	82
8.2.1.	<i>Dos Fundamentos da proposta</i> .....	82
8.2.2.	<i>Da seleção das variáveis</i> .....	82

8.2.3.	<i>Da robustez do modelo</i> .....	83
8.2.4.	<i>Da aplicabilidade do modelo</i> .....	84
8.2.5.	<i>Dos resultados</i> .....	85
8.3.	Do futuro do modelo proposto .....	85
	Referências Bibliográficas .....	86
	Apêndices .....	88
	Apêndice A: O Cenário Educacional e a Velocidade da sua Evolução no Brasil .....	88
	Apêndice B: Avaliação da Análise Discriminante .....	109

## Lista de Figuras

Figura 2.1: Estrutura do modelo conceitual .....	14
Figura 3.1: Processo de avaliação das possíveis variáveis a compor o modelo .....	19
Figura 5.1: Linha vermelha mostra a distribuição principal dos dados e a linha azul mostra a componente secundária .....	44
Figura 6.1: Fluxograma do método de cálculo do valor de repasse do PNATE .....	57
Figura 7.1: Mapas comparativos da distribuição dos municípios nas faixas de necessidade por modelo aplicado .....	71
Figura 7.2: Mapas com indicação dos municípios com maior número de alunos transportados por modo de transporte .....	75
Figura 7.3: Mapas com simulação do modelo proposta apenas com variáveis equitativas e com inserção das variáveis meritocráticas. ....	78
Figura 0.1: Mapa dos municípios classificados na Faixa 1 – Baixa Necessidade por recurso..	109
Figura 0.2: Mapa dos municípios classificados na Faixa 2 –Necessidade moderada por recurso .....	110
Figura 0.3: Mapa dos municípios classificados na Faixa 3 –Necessidade moderada e alta por recurso .....	111
Figura 0.4: Mapa dos municípios classificados na Faixa 4 –Alta necessidade por recurso .....	112

## Lista de Tabelas

Tabela 3.1: Variáveis selecionadas .....	22
Tabela 3.2: Resumo das estimativas do tempo de variações significativas nas séries educacionais para o Brasil.....	24
Tabela 4.1: Estatísticas Descritivas das variáveis educacionais, segundo as regiões Brasileiras	30
Tabela 4.2: Estimativa média das variáveis discriminantes, por faixas de reclassificação .....	36
Tabela 4.3: Número de municípios classificados e reclassificados pela Análise Discriminante	37
Tabela 4.4: Variáveis a serem utilizadas na análise fatorial.....	40
Tabela 5.1: Resultados do <i>score</i> fatorial das variáveis: área município, número de alunos transportados, porcentagem de alunos transportados por modo aquaviário.....	51
Tabela 5.2: Resultados do <i>score</i> fatorial incluindo a variável índice de gestão escolar.....	51
Tabela 5.3: Resultados do <i>score</i> fatorial incluindo a variável índice Firjan de gestão fiscal .....	52
Tabela 5.4: Resultados do <i>score</i> fatorial das variáveis: área município, número de alunos transportados, porcentagem de alunos transportados por modo aquaviário.....	53
Tabela 5.5: Resultados do <i>score</i> fatorial das variáveis definidas para o modelo .....	54
Tabela 6.1: Variáveis e suas cargas fatoriais.....	58
Tabela 7.1: Municípios Modelo Vigente      Tabela 7.2: Municípios Modelo Proposto .....	70
Tabela 7.3: Resultado Modelo Vigente      Tabela 7.4: Resultado Modelo Proposto.....	70
Tabela 7.5: Mudança de classificação no FNRM com a aplicação do índice de necessidade ...	72
Tabela 7.6: Estatísticas de comparação entre a classificação do FNRM e do índice de necessidade transporte escolar .....	73
Tabela 7.7: Análise dos 5 municípios melhor classificados – variáveis de equidade .....	76
Tabela 7.8: Análise dos 5 municípios pior classificados – variáveis de equidade .....	76
Tabela 7.9: Análise dos 5 municípios melhor classificados – variáveis meritocráticas.....	77
Tabela 7.10: Análise dos 5 municípios pior classificados – variáveis de meritocráticas .....	77
Tabela 1: Evolução anual das taxas médias de reprovação escolar na última década.....	97



## Lista de Quadros

Quadro 4.1: Número de municípios e recurso <i>per capita</i> por grupo pré-classificado.....	32
Quadro 4.2: Estimativas da Análise Discriminante: matriz de classificação .....	35

## Apresentação

O Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação – FNDE, uma autarquia do Ministério da Educação - MEC, é o órgão gestor dos recursos de programas federais voltados à educação, e tem como uma de suas missões, buscar soluções que melhorem o acesso e a permanência dos estudantes nas escolas, por meio de ações que impactam diretamente na qualidade do ensino e, conseqüentemente, no desenvolvimento da educação no país.

Nesse sentido, o transporte escolar possui um papel fundamental na viabilização do acesso e na permanência dos estudantes nas escolas, principalmente àqueles que residem em áreas rurais. Assim, ações que visem a melhoria e a manutenção desse serviço asseguram, para uma parcela importante e carente da população, o direito constitucional à educação. Nesse sentido, o FNDE, como órgão gestor dos recursos do Programa Nacional de Apoio ao Transporte do Escolar – PNATE, tem buscado soluções que melhorem o atendimento de alunos de áreas rurais, e promovam o aprimoramento dessa importante política pública.

São grandes os desafios enfrentados pelo FNDE para a implementação de uma política pública como o Programa Nacional de Apoio ao Transporte do Escolar – PNATE. Dentre eles pode-se mencionar a grande diversidade cultural, econômica e social, existente entre os mais de 5.500 municípios Brasileiros.

Com isso, buscando a diversidade das diferentes localidades do país e as diversas realidades locais, é que o presente relatório traz uma proposta para um aperfeiçoamento no cálculo do valor *per capita*, repassado anualmente aos municípios que oferecem o serviço de transporte escolar rural de forma gratuita a seus alunos da rede básica pública de educação.

Para tal, foi firmado um Termo de Execução Descentralizada, de número TED Simec 8230, processo número 23400.001669/2019-20, entre o FNDE e a Universidade Federal de Goiás - UFG, por meio do curso de graduação em Engenharia de Transportes, da Faculdade de Ciências e Tecnologia, que configura o Centro Colaborador de Apoio ao Transporte Escolar da Universidade Federal de Goiás – CECATE-UFG.

O projeto encontra-se cadastrado na UFG com número PI03541-2019 e no SEI/UFG como processo número 23070.040837/2019-81, e é denominado “Proposta de uma nova formulação para a distribuição dos recursos do programa nacional de apoio ao transporte do escolar - PNATE”.

Dessa forma, o presente trabalho é composto de dois relatórios, sendo que no volume 1 contém toda a revisão da literatura que subsidiou o desenvolvimento da proposta, e este que apresenta o volume 2, contendo o estudo desenvolvido para a proposta de uma nova formulação para a distribuição dos recursos do Programa Nacional de Apoio ao Transporte do Escolar - PNATE.

## 1. Introdução

O Programa Nacional de Apoio ao Transporte do Escola – PNATE foi criado em 2004 e tem o Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação – FNDE como responsável pela sua gestão. Este programa, de acordo com a lei nº 10.880/2004, consiste na transferência de recursos financeiros, em caráter suplementar, para o custeio do Transporte Escolar nos diversos municípios brasileiros, destinados aos estudantes regularmente matriculados na educação básica pública, especialmente aqueles residentes em áreas rurais (BRASIL, 2004).

Os recursos do PNATE destinam-se ao custeio de despesas com a manutenção dos veículos escolares e a contratação de serviços terceirizados para a execução do Transporte Escolar. O FNDE especifica tais gastos, sendo eles: manutenção dos veículos, seguros dos veículos, licenciamento, impostos e taxas, pneus, câmaras, serviços de mecânica em freio, suspensão, câmbio, motor, elétrica e funilaria, recuperação de assentos, combustível e lubrificantes do veículo ou, no que couber, da embarcação utilizada para o transporte de alunos da educação básica pública residentes em área rural (FNDE, 2020).

Desde sua criação, em 2004, o PNATE conta com método próprio para definição do valor *per capita* a ser repassado a cada município. Já em 2004 a proposta aplicada definia um valor *per capita* única para todos os municípios brasileiros. No entanto, entendendo a diversidade existente entre os municípios do país, o que traz necessidades distintas, o FNDE implanta, em 2006 o conceito do Fator de Necessidade de Recursos dos Municípios (FNR-M), baseado na população total da área rural, na área do município, e no percentual de população abaixo da linha de pobreza. Ainda assim, verificou-se que tal modelo gerava distorções importantes e não apresentava variáveis que representassem as diferenças relacionadas à operação do transporte escolar e do sistema educacional.

Dessa forma, outros dois aprimoramentos foram realizados, um em 2007, com a adoção da média móvel para diminuir distorções entre os valores para municípios vizinhos, e outro em 2008, com a adição do índice de desenvolvimento da educação – ideb na formulação, trazendo uma variável educacional para o modelo.

Entretanto, mesmo diante de todo esse processo evolutivo por que passou o método de definição do valor *per capita* a ser repassado aos municípios pelo programa, ainda existe aspectos que podem ser aperfeiçoados. Assim, a busca por variáveis que efetivamente representem as necessidades dos municípios em relação aos aspectos relacionados com a operação do transporte escolar, e aos objetivos do programa, é fator primordial para tal aperfeiçoamento.

Nesse sentido, o presente trabalho apresenta a proposta de um novo método para definição do valor *per capita* a ser repassado aos municípios dentro do PNATE, buscando que essa proposta reflita de forma mais fidedigna as distintas realidades e necessidades dos municípios no que se refere ao transporte escolar. Para tal, serão garantidos os princípios da igualdade e equidade, buscando outras variáveis mais representativas do resultado finalístico do programa, considerados importantes na garantia de uma justiça social em políticas públicas como a do Transporte Escolar. Além disso, considerando o tempo de evolução que o programa já apresenta, buscar-se-á, por meio da meritocracia, valorizar os esforços individuais de cada município na melhoria contínua de seu sistema educacional. Assim, a meritocracia entra como uma estratégia da política pública para estimular o esforço contínuo dos gestores, na garantia de um processo evolutivo da educação.

## 2. Premissas do Novo Modelo

No Brasil ainda a análise de implementação de políticas públicas é pouco consolidada e com pouco acúmulo de conhecimento, com pouca discussão sobre a construção de políticas e suas premissas, é o que foi percebido nos estudos na literatura realizados no relatório volume 1. No panorama das políticas públicas, foi verificado que as definições e conceituações apresentam-se bastante diversas, entretanto é possível identificar que falar em políticas públicas é falar de Estado, de pacto social, de interesses e também de poder onde recursos são envolvidos, *stakeholders*, ideias e negociações.

Nos estudos também se verificou que existe uma relação entre os diversos sentidos de políticas públicas com a percepção que se tem do Estado, que reconhece a política pública como um objeto sobre o qual se nota um reflexo sobre os diferentes interesses, cultura, poder e disputas (Dalflor *et al* 2015).

A política pública compreende a instituição como ator da vida social e econômica onde busca os seus determinantes internos e externos, com a finalidade de explicar os comportamentos passados, de prever e de orientar os seus comportamentos futuros. Por isso, uma teoria geral da política pública implica a busca de sintetizar teorias construídas no campo da sociologia, da ciência política e da economia.

As políticas públicas repercutem na economia e nas sociedades, daí por que qualquer teoria da política pública precisa também explicar as inter-relações entre Estado, política, economia e sociedade. Tal é também a razão pela qual este estudo, como parte de políticas públicas, busca sintetizar essas inter-relações por meio das premissas assumidas.

Assim, dentro do processo evolutivo e de aprimoramento do modelo de distribuição dos recursos do Programa Nacional de Apoio ao Transporte do Escolar – PNATE, a nova proposta, aqui apresentada, considera algumas premissas, conceitos e requisitos importantes, os quais serão detalhados nesta seção.

## 2.1. Premissas

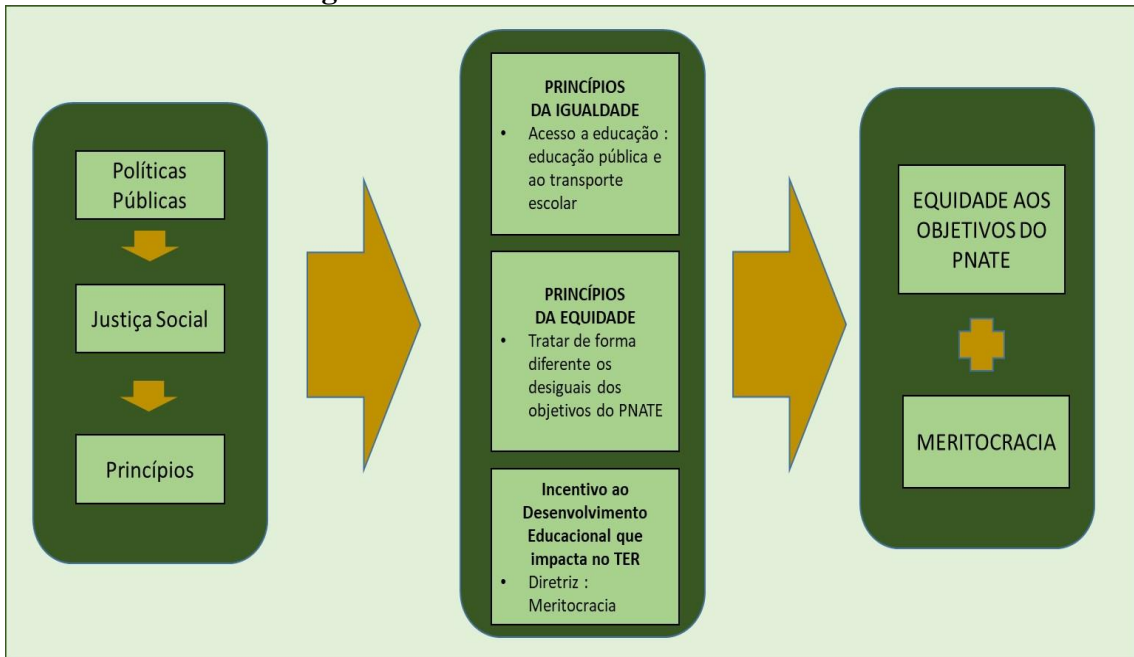
As políticas públicas são definidas por questões de ação coletiva e de distribuição de bens coletivos e, na formulação da escolha racional, requer um desenho de incentivos seletivos na busca de maior inclusão social.

Por assim ser, é papel do Estado ser um agente distribuidor e assegurado de oportunidades iguais de participação nos diversos setores da sociedade, por meio da educação. Considerando que tratar todos como iguais na forma da lei não é suficiente para que todos tenham as mesmas oportunidades sociais, é preciso tratar as pessoas de formas desiguais, possuímos individualidades e especificidades que nos tornam desiguais. Essas diferenças podem ser eliminadas ou amenizadas ao serem repensadas pelo princípio da equidade, e não apenas pelo da igualdade, para que possa assegurar que indivíduos antes excluídos tenham acesso à educação. Trata-se de uma diferenciação com vistas a promover a justiça social.

De modo racional, a formação de políticas públicas se dá de forma conflitante considerando os contrastes existentes entre os diversos atores, principalmente quando se trata do transporte escolar. Compreende-se, assim, a importância de se refletir sobre a inserção dessa formação em todas as dimensões relativas às políticas públicas do PNATE, e, assim, adotar estratégias para que possa atingir os objetivos mais rapidamente. Como estratégia adotou se conceito da meritocracia, como forma de incentivar a melhoria do desenvolvimento educacional para qual o PNATE busca como resultado finalístico.

A estratégia de meritocracia incentiva a competição uma vez que todas as conquistas são a partir dos esforços pessoais, e esse sistema meritocrático aumentaria a produtividade e a eficiência social. Deste modo, a meritocracia se torna um princípio de justiça, pois a evolução é um resultado da dedicação pessoal no trabalho. Além disso, nesse modelo, não há distinção de regiões, recursos, todos tem as mesmas oportunidades para alcançar um objetivo. Assim na Figura 2.1, é apresentado as premissas e estratégia adotada para o desenvolvimento do estudo por meio do seu modelo conceitual.

**Figura 2.1:** Estrutura do modelo conceitual



Fonte: elaborado pelos autores

Nesse sentido, dois princípios importantes deverão nortear a nova proposta, sendo eles o princípio da igualdade e o da equidade. A igualdade, como apresentada no Volume 1, é entendida como um conceito de justiça e definido como “igualitarismo de oportunidades” do ponto vista dos direitos humanos, garantindo a todos direitos iguais. Entretanto, a igualdade, ao promover o mesmo tratamento a todos, não necessariamente traz uma condição de justiça e acaba mantendo a condição de desigualdade inicial identificada, pois não considera as diferenças.

Para o princípio da igualdade não se buscou variáveis que o representassem, uma vez que o mesmo já está garantido pelo próprio conceito do programa, que busca oferecer transporte escolar a todos os alunos da educação básica pública, residentes em área rural, por meio de assistência financeira, em caráter suplementar, aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios (BRASIL, 2004), sendo de uso exclusivo para o transporte escolar dos alunos. Assim, é garantido igualdade de condições a todos os alunos que se enquadram no perfil estabelecido pelo programa.

Já o princípio da equidade passa a ser utilizado com a finalidade de reconhecer as diferenças e dar, assim, um tratamento diferenciado a todos. É importante salientar que o



conceito de equidade deve incluir e, ao mesmo tempo, transcender o de igualdade. Dessa forma, o conceito de equidade também inclui o de justiça social e não se limita às práticas de igualdade, que teoricamente não são necessariamente justas, reconhecendo a existência de tratamento desigual nos processos, a fim de formar grupos iguais a partir de pontos de partida desfavorecidos, ou seja, busca entender as necessidades distintas de cada município.

No entanto, é importante destacar que as diferenças a serem consideradas pela equidade dentro do novo modelo, deverão estar associadas ao objetivo básico do PNATE, que é realizar a transferência automática de recursos financeiros para custear despesas relacionadas com a manutenção da operação do transporte escolar rural. As despesas permitidas dentro do programa são: manutenção, seguros, licenciamento, impostos e taxas, pneus, câmaras, serviços de mecânica em freio, suspensão, câmbio, motor, elétrica e funilaria, recuperação de assentos, combustível e lubrificantes do veículo ou, no que couber, da embarcação utilizada para o transporte de alunos da educação básica pública residentes em área rural. Serve, também, para o pagamento de serviços contratados junto a terceiros para o transporte escolar (FNDE, 2020).

Assim, para atender ao princípio da equidade buscar-se-ão variáveis que reflitam aspectos relacionados com a operação do transporte escolar rural, e que, logicamente, impactam no custo da operação desse serviço.

Além dos princípios de igualdade e equidade apresentado e inseridos no modelo, entende-se que o programa, após 13 anos de existência, já apresenta uma maturidade e já propiciou igualdade de oportunidades a maioria dos municípios brasileiros, podendo agora evoluir para não só dar igualdade de oportunidades e ser equitativo, mas também, premiar esforços que tenham promovido a melhoria da educação do país. Tal “prêmio” passará a ser uma estratégia dessa importante política pública, no sentido de incentivar a melhoria contínua da educação do país, e será dado a partir da análise da meritocracia. Essa meritocracia será analisada por meio de variáveis que reflitam indicadores educacionais, uma vez que o PNATE é um programa que está inserido como parte de uma política educacional do país.

## 2.2. Conceitos

A definição dos conceitos básicos é muito importante para o desenvolvimento da formulação da distribuição de recursos. Nesta etapa é importante definir tanto o objetivo da política pública para a qual se está realizando a formulação da distribuição de recursos como o método e os conceitos adotados para a formulação. Dessa forma, podemos definir os conceitos básicos da seguinte forma:

- Programa Nacional de Apoio ao Transporte do Escolar como política pública: O PNATE é uma política pública cujo objetivo é garantir o acesso à escola para os alunos residentes em áreas rurais. O PNATE não pode ser entendido como uma política pública só de transporte. O PNATE é uma política pública de educação. Isso ocorre pois o objeto do PNATE de garantir o acesso dos alunos com maior vulnerabilidade social das áreas rurais às escolas procura também contribuir nos resultados de reduzir a repetência escolar, a evasão escolar e a desistência escolar entre outros problemas que o sistema educativo público enfrenta. Essa questão, ressalta a importância e potencial impacto que a distribuição de recursos do PNATE tem nos municípios brasileiros.
- Definição do conceito de necessidade que o PNATE deve atender: Como explicado no anterior parágrafo o PNATE é uma política pública educacional. Por tanto, as necessidades da educação pública dos municípios a serem considerados são prioritariamente o segmento de alunos de moradores das zonas rurais, quilombolas, assentamentos, tribos indígenas, por serem os grupos mais vulneráveis. Dessa forma, a coleta de informações terá que ser orientada com a premissa de variáveis que representem aspectos legítimos dessas necessidades.
- Definição da justiça social e sua inclusão no PNATE: A justiça social na distribuição de recursos do PNATE é considerada desde que é formulada em função das necessidades da educação nos municípios. Além disso, incluindo os critérios de equidade horizontal garantido acesso aos recursos do PNATE para todos os municípios, e o critério de equidade vertical levantando o impacto das diferenças geográficas regionais e das diferenças entre os diferentes níveis sociais da população nas necessidades.

- Da meritocracia na distribuição de recursos no PNATE: A meritocracia poderá ser incluída na formulação da distribuição de recursos sempre e quando existam as variáveis e indicadores que permitam estimar o desempenho dos municípios na melhoria da educação. As variáveis a serem consideradas para meritocracia devem demonstrar o desenvolvimento temporal do desempenho da educação no município.
- Do método adotado para formulação da distribuição dos recursos do PNATE: o método adotado é a formulação de um indicador composto com base nas necessidades relacionadas com a operação do transporte escolar e seu custeio nos diferentes municípios e que considere os critérios de equidade vertical e meritocracia.

### **2.3. Requisitos Adotados no Modelo**

Além dos princípios já apontados e que norteiam todo o desenvolvimento do modelo, alguns requisitos foram considerados por serem importantes na sua implementação e execução pelo FNDE, sendo eles:

- *Custo de aplicação*: para que o modelo não apresente um custo adicional elevado na sua aplicação, serão utilizadas variáveis presentes em bancos de dados já existentes e consolidados no Brasil, e que possuam dados públicos e abertos. Com isso, não haverá necessidade de coleta de dados adicionais, o que levaria a um custo decorrente do processo de coleta desses dados, podendo inviabilizar a aplicação do modelo.
- *Periodicidade de coleta dos dados utilizados*: dentre as variáveis adotadas para a composição do modelo matemático, buscar-se-ão aquelas que apresentem periodicidade de no máximo 2 anos. Isso se faz necessário para que o modelo efetivamente consiga refletir as diferenças existentes entre os municípios e seus processos evolutivos, o que não ocorreria caso as variáveis tivessem periodicidade maiores.
- *Confiabilidade dos dados utilizados na modelagem*: outro aspecto importante a ser observado na proposta é a utilização de variáveis que sejam confiáveis. Para

tal, serão utilizados, em princípio, bancos de dados de instituição renomadas e reconhecidas e, preferencialmente, de instituições públicas, de forma a garantir a isenção dos dados existentes nesses bancos de dados.

- *Facilidade de aplicação do modelo:* para garantir a viabilidade de uso e a continuidade de sua aplicação, o modelo não deve apresentar modelagens que exijam conhecimentos técnicos específicos nem softwares especializados. Assim, será dado todo um esforço em construir uma modelagem de fácil aplicação por parte do corpo técnico do FNDE.
- *Representatividade do fenômeno em estudo:* outro aspecto importante a ser considerado no modelo é garantir que o mesmo reflita os aspectos relacionados com o objetivo do PNATE, além daqueles relacionados com uma política educacional. Além disso, o modelo deve conseguir refletir as diferenças regionais e as distintas necessidades de recursos para cada região do país, relacionadas com a operação do transporte escolar rural e seu custeio.

## 2.4. Tópicos Conclusivos

Como pode ser observado ao longo das discussões apresentadas nessa seção, a proposta da nova formulação de distribuição dos recursos do PNATE traz um grande desafio, que é reunir todas as premissas, diretrizes e requisitos aqui apresentados em um único modelo. Assim, a proposta deve conseguir incorporar, em uma fórmula de cálculo, as desigualdades regionais ligadas aos objetivos da política em estudo, bem como variáveis capazes de mensurar e refletir o esforço de cada município na melhoria do transporte escolar e da educação oferecida por eles e, tudo isso, sem muita complexidade na sua aplicação e custo para os entes federados. Sabe-se que um grande limitador para atingir tais objetivos está na disponibilidade de dados confiáveis, com boa periodicidade de coleta, e que realmente reflitam o fenômeno em estudo.

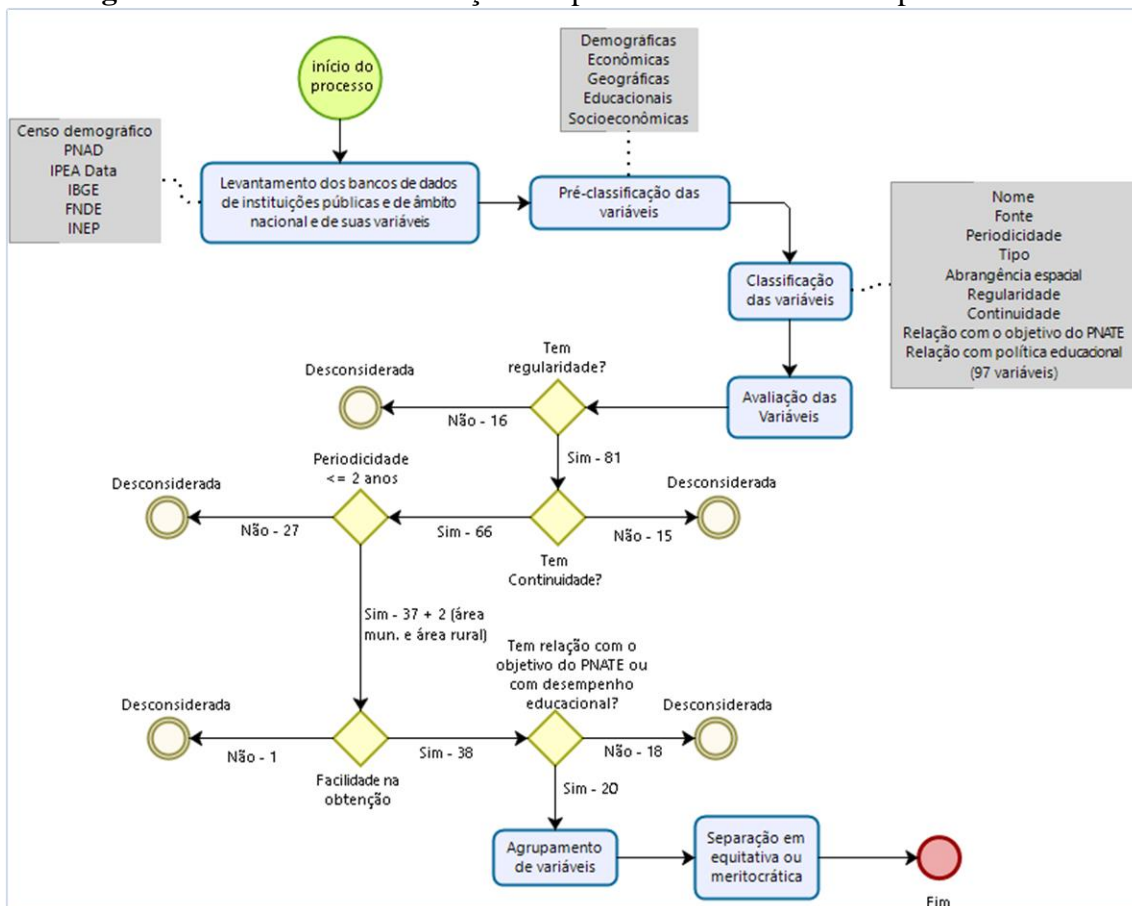
### 3. Seleção das Variáveis a Serem Utilizadas no Novo Modelo

Uma etapa importante no processo de desenvolvimento da nova formulação de distribuição dos recursos do PNATE é a de seleção das possíveis variáveis que irão compor o modelo. Dessa forma, essa seção apresenta todo o processo desenvolvido para a seleção das variáveis viáveis de serem testadas para uso no modelo, além de uma análise da temporalidade em que ocorrem variações significativas nas variáveis previamente selecionadas, ao longo de suas séries históricas.

#### 3.1. Etapas Desenvolvidas para a Seleção das Variáveis

Para a seleção das variáveis foram desenvolvidas várias etapas de análise (Figura 3.1) a partir de um amplo levantamento bibliográfico dos bancos de dados de instituições públicas, realizado no Volume 1 deste trabalho, a fim de identificar as mais viáveis.

**Figura 3.1:** Processo de avaliação das possíveis variáveis a compor o modelo



Fonte: Elaborado pelos autores

Como pode ser observado na Figura 3.1 após levantamento dos bancos de dados de instituições públicas, que apresentam variáveis de âmbito nacional, essas variáveis foram pré-classificadas de acordo com 5 categorias, a saber: demográficas, geográficas, econômicas, educacionais e socioeconômicas. O total de variáveis classificadas foi de 97.

Além dessa categorização das variáveis, elas foram caracterizadas em relação a seus atributos, sendo eles:

- Nome da variável;
- Fonte de origem, ou seja, a qual banco de dados pertence, e qual instituição é responsável por sua coleta;
- Periodicidade de coleta da variável;
- Tipo de variável (numérica, alfabética etc.);
- Regularidade, ou seja, se a coleta tem um padrão bem definido (anual, bianual, decenal, etc.);
- Continuidade na coleta, onde se avalia se ela ainda é coletada nos dias de hoje ou houve a interrupção dessa coleta;
- A abrangência espacial, na qual é verificada se a variável abrange todo o território nacional, e se é em nível municipal, estadual etc.;

Com a caracterização das variáveis levantadas, foi então possível descartar aquelas que não atenderam aos requisitos exigidos. Assim, na análise da regularidade foram descartadas 16 que não apresentaram tal características, possuindo coletas em momentos arbitrários e não padronizados, ficando 81 para avaliação nos outros quesitos. Já na análise da continuidade 15 variáveis foram descartadas por terem tido interrupção de sua coleta, ficando 66 para análise.

No processo de análise da periodicidade, buscou-se aquelas que tinham pelo menos uma periodicidade bianual. Dessa forma, 27 variáveis foram descartadas por apresentarem periodicidade decenal. Das 39 variáveis que passaram por esse critério, 36 apresentaram periodicidade anual, apenas o IDEB (índice de desenvolvimento da educação básicas) apresentou periodicidade bianual, e duas não atenderem ao requisito adotado, mas foram mantidas pela representatividade das mesmas, e por também não sofrerem variações

significativas ano a ano, que foram a área total do município, e a área rural do município, ambas com periodicidade decenal.

As 39 variáveis que passaram pelo filtro inicial foram avaliadas sob a perspectiva da facilidade de sua obtenção. Dessa forma, a área rural dos municípios foi eliminada em função da complexidade de sua obtenção.

A definição da área rural dos municípios brasileiro é estabelecida por legislação própria de cada município, não havendo, portanto, uma padronização para tal. Além disso, não existem bancos de dados consolidados com tal informação fazendo com que houvesse a necessidade de, todo ano, ser realizado um levantamento da legislação de todos os municípios, a fim de identificar possíveis mudanças dessa classificação. Esse dado também pode ser obtido no bando de dados do IBGE, através dos dados das zonas censitárias, no entanto existem dois problemas para a utilização desse dado do IBGE, o primeiro é que a informação da área rural não está contida em uma variável tabelada mas sim nos atributos dos dados censitários, que para sua extração exige a utilização de sistemas de informação geográfica, o que traria complexidade ao processo. O segundo aspecto é que não existe uma relação entre a metodologia do IBGE na definição de área rural ou urbana, e as definições estabelecidas por lei nos municípios. Nesse sentido, é importante salientar que o que vale para o PNATE é a informação vinda dos municípios, no que se refere à área de residência do aluno, sendo então a informação mais fidedigna para o objetivo do programa. Assim, tais dificuldades impuseram a exclusão dessa variável para aplicação no modelo.

Após a análise da facilidade na obtenção, as variáveis foram avaliadas em função de sua relação com o objetivo do PNATE ou na relação com indicadores de desempenho educacional. Nesse novo filtro, foram eliminadas outras 18 variáveis, ficando 20 variáveis passíveis de avaliação dentro do modelo.

Dentre as variáveis restantes, algumas foram agrupadas, como foi o caso dos tipos de modos de transportes, no qual agrupou-se o total de alunos transportados por micro-ônibus, vans, kombi, ônibus e outros veículos rodoviários utilizados em um grupo denominado total de alunos transportados no modo rodoviário. O mesmo foi feito com as

variáveis que traziam o total de alunos transportados por embarcação com capacidade de até 5 passageiros, de 5 a 15 passageiros, de 15 a 35 e maior que 35, as quais foram agrupadas na variável denominada total de alunos transportados no modo aquaviário.

### 3.2. Variáveis Pré-Selecionadas

Ao final do processo de seleção das variáveis restaram um total de 11 viáveis, que foram classificadas em equitativas ou meritocráticas, segundo as premissas estabelecidas para o modelo, conforme pode ser observado na Tabela 3.1.

**Tabela 3.1:** Variáveis selecionadas

<b>Variáveis Equitativas</b>	<b>Variáveis Meritocráticas</b>
Área total do município	Evolução do IDEB entre anos consecutivos
Número total de alunos transportados	Taxa de redução da distorção idade série
Percentual de alunos transportados no modo aquaviário	Taxa de redução da evasão
Total de alunos transportados no modo rodoviário	Taxa de redução do abandono
Total de alunos transportados no modo aquaviário	Taxa de redução da reprovação
Índice de Gestão Escolar	

Fonte: Elaborado pelos autores

A essas variáveis ainda foi incluída o Índice Firjan de Gestão Fiscal – IFGF, por ter sido considerada uma variável interessante de análise por realizar uma análise das contas dos municípios, mesmo não sendo uma variável definida por uma instituição pública. Como indicado em FIRJAN (2020) tem-se:

*“O IFGF é composto por quatro indicadores, que assumem o mesmo peso para o cálculo do índice geral, 25%: Autonomia, que é a capacidade de financiar a estrutura administrativa; Gastos com Pessoal, que significa o grau de rigidez do orçamento; Liquidez, que trata do cumprimento das obrigações financeiras das prefeituras; e Investimentos, que é a capacidade de gerar bem-estar e competitividade.”*

Assim, as 12 variáveis aqui relacionadas foram consideradas nas simulações tanto utilizando a análise discriminante, como utilizando a análise fatorial, a fim de verificar a consistência de sua utilização ou mesmo avaliar a possibilidade de eliminação.



### 3.3. Avaliação da Temporalidade de Mudanças para as Variáveis Educacionais

O principal objetivo desta seção é avaliar a validade das análises propostas para a readequação dos recursos destinados aos municípios pelo PNATE. Desta forma, busca-se responder, em específico, qual o limiar de tempo necessário para outra readequação no modelo de distribuição de recursos proposto. A estratégia adotada para essa investigação considerou os objetivos do programa e a inserção de variáveis estritamente educacionais inseridas na respectiva proposição.

Para argumentar sobre a validade dessas estimativas estatísticas e dos seus resultados para o contexto nacional, precisa-se refletir sobre as mudanças experimentadas no contexto educacional. Dessa maneira, considera-se que todas as mudanças no padrão e comportamento das variáveis educacionais serão suficientes para alterar o montante de recursos recebidos por um município. Nesse sentido, todas as vezes que concretizada essa conjuntura, o modelo proposto precisaria passar por algum ajuste ou processo de reestimação. Nesse intuito, para encontrar esse limiar de tempo para validade dessa readequação do modelo de distribuição de recursos do PNATE, utilizou-se de duas estratégias básicas.

A primeira estratégia considerou as evidências encontradas na literatura educacional e econômica, e, por meio de uma revisão, levantou-se a velocidade com que alguns parâmetros educacionais se alteraram nas últimas décadas. De forma complementar, a segunda estratégia levantou, para as distintas regiões do país, uma série de indicadores educacionais. Esses indicadores foram analisados quanto às suas evoluções nos últimos dez anos, e, a partir de extrapolações futuras e cenários distintos, buscou-se prever novas mudanças significativas em seus padrões e comportamentos. A análise completa e detalhada dessas informações estão disponibilizadas no Apêndice A deste relatório e foi intitulada como “O cenário educacional e a velocidade da sua evolução no Brasil”.

De acordo com o respectivo Apêndice, durante a revisão da literatura especializada, verificou-se que existe uma significativa preocupação com a velocidade de mudança dos principais indicadores educacionais do país. Nesse aspecto, notou-se que as principais

análises recaíram sobre dois parâmetros básicos, a frequência e a matrícula escolar. De acordo com os trabalhos analisados, constatou-se que tanto as taxas de frequência quanto de matrícula escolar necessitarão de pelo menos 6,5 e 17,5 anos para apresentarem mudanças estruturais, respectivamente. Em uma perspectiva otimista, caso o Brasil continuasse evoluindo na velocidade das duas regiões que mais se desenvolveram na última década, esse tempo se reduziriam para 4 e 10 anos, respectivamente. Nessa conjuntura, qualquer modelo proposto de readequação de distribuição de recurso que se utilize dessas variáveis, precisaria passar por alguma reestimação pelo menos em um horizonte de cinco anos. Uma análise e discussão detalhada pode ser encontrada no Apêndice A.

Em um segundo plano, conforme o explicado, esta pesquisa levantou uma série de indicadores educacionais utilizados para a readequação do modelo de distribuição dos recursos do PNATE, e, por conseguinte, estudou-se os seus comportamentos nos últimos dez anos. Nesta etapa, analisaram-se as taxas de reprovação, abandono escolar e distorção idade-série. O tempo médio previsto para alterações significativas no padrão de variação dessas séries foi previsto para dois cenários, o cenário I e o cenário II. O primeiro cenário prevê variações nestes indicadores seguindo a tendência de evolução do país nos últimos dez anos, enquanto segundo cenário considera a velocidade das duas regiões que mais se desenvolveram na última década. Os resultados foram organizados e disponibilizados na Tabela 3.2, que também é apresentada no Apêndice A.

**Tabela 3.2:** Resumo das estimativas do tempo de variações significativas nas séries educacionais para o Brasil.

<b>Tempo estimado para alterações significativas nas séries educacionais (em anos)</b>			
<b>Indicador</b>	<b>Cenário I</b>	<b>Cenário II</b>	<b>Tempo médio</b>
<b>Matrícula escolar</b>	9	4	6,5
<b>Frequência escolar</b>	25	10	17,5
<b>IDEB</b>	10	6	8
<b>Reprovação escolar</b>	11	8,2	9,6
<b>Abandono escolar</b>	14,6	6,8	10,7
<b>Distorção idade-série</b>	9,3	7,2	8,2
<b>Estudantes transportados</b>	Acima de 10 anos	Acima de 10 anos	Acima de 10 anos

Fonte: Resultados da pesquisa, 2020.

Nota: As estimativas foram extraídas das análises realizadas anteriormente e correspondem ao tempo (em anos) médio e mínimo de cada indicador.

De acordo com os dados da Tabela 3.2, em uma perspectiva otimista, não se verificaria mudanças significativas na reprovação, no abandono escolar e na distorção idade-série nos próximos sete anos. Entretanto, caso o Brasil continuasse evoluindo às taxas da última década, certamente, esse tempo seria elevado para pelo menos outra década. O IDEB também foi outro indicador educacional avaliado, e, nesta análise, notou-se que, em média se levaria 8 anos para uma mudança significativa na média nacional. Em uma perspectiva otimista, esse tempo se reduziria para 6 anos. A partir dessas análises e o contexto discutido no Apêndice A, torna-se relevante ressaltar que quaisquer readequações em um modelo de distribuição de recursos que se utilize de indicadores educacionais seriam viáveis a partir de 8 anos.

No caso do PNATE, um indicador importante para a sua readequação da distribuição de recursos é o número de estudantes transportados. Ao analisar os dados da última década, não se verificou uma mudança significativa na média de estudantes transportados nas regiões brasileiras. Esse montante de estudantes atendidos pelo Transporte Escolar oscilou, ao longo dos últimos dez anos, ao longo de uma média constante. Dessa forma, torna-se razoável pressupor, conforme os dados da Tabela 3.1, que alterações na média de estudantes transportados levariam pelo menos uma década para serem observadas. Mais detalhes e discussões deste cenário podem ser encontrados no Apêndice A.

Finalmente, para o propósito desta seção, constata-se que qualquer proposição de distribuição de recursos do PNATE que levar em consideração parâmetros educacionais e o número de estudantes transportados pelo programa, certamente, teria validade por pelo menos 8 anos. Entretanto, vale salientar a importância de novas análises sempre que o contexto educacional passar por alguma intervenção política ou reforma estrutural.

### 3.4. Tópicos Conclusivos

Como pode ser observado foi realizado um processo criterioso para a seleção das variáveis, a partir de bases de dados públicas e produzidas por instituições públicas. Dessa forma, ao final desse processo foram previamente selecionadas 11 variáveis consideradas viáveis de serem utilizadas no modelo a ser proposto, sendo 6 delas ligadas ao princípio da equidade e as outras 5 voltadas para a meritocracia.

Essas variáveis deverão passar por outros processos de análise para verificar a viabilidade e a coerência delas dentro do modelo a ser proposto. No entanto, é importante salientar que que na análise prévia realizada com as variáveis consideradas, verificou-se que elas não apresentam variabilidade alta no tempo, necessitando pelo menos 8 anos para tal ocorrer. Esse é um aspecto importante na viabilidade do modelo, uma vez que mostra a sua aplicabilidade, sem necessidade de ajustes, por no mínimo um prazo de 8 anos.

## 4. Avaliação do Impacto das Variáveis Seleccionadas no Modelo Vigente

O objetivo principal deste capítulo é reclassificar os municípios quanto a necessidade de recursos do PNATE, a partir da adoção das variáveis seleccionadas e avaliar o impacto dessas variáveis, frente ao modelo atualmente vigente. Em detrimento da metodologia vigente, a proposta deste relatório é considerar parâmetros meritocráticos e equitativos. Sobre os parâmetros de meritocracia, espera-se que as variáveis adotadas reflitam o progresso educacional dos municípios e, em termos equitativos, suas necessidades. Desta forma, qualquer que seja o método de repasse, ele tenderia a não apresentar efeitos econômicos com distorção e geraria incentivos adequados ao desenvolvimento municipal.

### 4.1. Dados e Suas Fontes

Atualmente, os dados utilizados para a distribuição de recursos levam em consideração o contexto educacional por meio do IDEB, a situação de pobreza municipal, o tamanho de sua área e o tamanho da população rural. Até o presente momento, essas variáveis são consideradas importantes para a definição do valor *per capita* de recurso destinado a cada município pelo PNATE. Por um lado, esse objetivo é cumprido e o indicador, conhecido como FNRM (Fator de Necessidade por Recursos Municipais), reflete em algum grau a necessidade por esses recursos.

Entretanto, a principal crítica que se fundamenta à metodologia vigente é a falta de incentivos que ela promove. Por exemplo, o FNRM relaciona indiretamente o IDEB e a necessidade por recurso, de tal forma que os municípios que avançam no contexto educacional apresentam menores necessidades por recurso. Aparentemente, a lógica parece prevalecer, mas, por outro lado, verifica-se que o método poderia gerar alguma estrutura de incentivo ao progresso educacional nos municípios. Por exemplo, municípios que apresentarem algum avanço no IDEB médio, ao longo dos anos, tenderiam a receber mais recursos.

As críticas não se direcionam apenas a falta de estrutura de incentivos do método, mas também pelos indicadores utilizados. Certamente, recursos destinados para uma Política Nacional de Transporte Escolar deveriam considerar indicadores educacionais e do

contexto do transporte escolar. Ou seja, variáveis como percentual de extremamente pobres e população rural dos municípios, explicam muito mais as necessidades do município para se desenvolver do que a educação em si.

A partir dessas observações e com os respectivos intuitos, levantou-se uma série de indicadores meritocráticos e equitativos capazes de traduzir o contexto educacional e do transporte escolar. A maioria desses indicadores foram extraídos de bases educacionais de informação e do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. As principais variáveis levantadas foram:

- *IDEB* – indicador que reflete o desenvolvimento da educação básica e busca medir a qualidade do aprendizado nacional e visa o estabelecimento de metas para a adequação do ensino público.
- *Tamanho populacional* – esse indicador mensura o número total de indivíduos que residem nos estados e municípios brasileiros. A partir dele se detém outros indicadores importantes, e um dos mais tradicionais é a densidade populacional.
- *Área do município* – essa variável expressa a área municipal em Km<sup>2</sup> e pode ser relativizada em área urbana e rural.
- *Taxa de evasão escolar* – essa é uma variável educacional que, todos os anos, mensura o percentual de estudantes que deixam as escolas públicas e não retornam mais nos anos seguintes.
- *Taxa de abandono escolar* – essa é uma taxa que mede a proporção de estudantes que deixam ou abandonam o ensino básico nas escolas públicas, mas retornam e se matriculam no ano seguinte.
- *Taxa de distorção idade-série* – um importante indicador educacional que, em suma, mensura a proporção de estudantes que se encontram matriculados com idade superior a adequada para a respectiva série.
- *Número de estudantes transportados pelo Transporte Escolar* – essa variável reflete o total de estudantes que são transportados pelo Transporte Escolar nos municípios brasileiros, inclusive por modo de transporte aquaviário e rodoviário.
- *Índice de Complexidade da Gestão Escolar* – esse índice mensura a complexidade da gestão das escolas quanto ao porte da escola, quanto ao número de turnos,

quanto ao número de etapas do ensino oferecidas e quanto a idade dos estudantes matriculados.

A maioria dos indicadores listados são extraídos do Censo Escolar e refletem o cenário educacional e sua qualidade nos municípios brasileiros. O Censo Escolar é um levantamento sistemático e anual das características escolares, das características das turmas, das características dos estudantes e dos docentes envolvidos no contexto municipal. Basicamente, os seus microdados consideram informações de cerca de 215 mil escolas públicas e privadas, seja da educação infantil ou da educação de jovens e adultos. As informações são levantadas para o ensino básico e fundamental, para o ensino médio, para a educação especial e para a educação de jovens e adultos.

O objetivo principal do Censo Escolar é subsidiar as políticas nacionais, estaduais e municipais para a educação. Não obstante, o Transporte Escolar considera as informações obtidas todos os anos nos Censos Escolares anteriores, e, nessa perspectiva, este estudo considerou informações como a taxa de evasão, distorção idade-série e abandono escolar extraídos dessa base de dados. Também extraídos do Censo Escolar, o número de estudantes que utilizam o Transporte Escolar também foi considerado, bem como sua caracterização em Transporte Escolar Aquaviário e Rodoviário.

Outros dados educacionais utilizados por este estudo são oriundos de fontes alternativas ao Censo Escolar, tais como o IDEB e o Índice de Complexidade da Gestão Escolar. O Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) é computado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), a cada dois anos, desde 2007. Esse indicador é o resultado de dois fatores importantes da qualidade educacional, o fluxo escolar e o rendimento escolar. O IDEB é calculado a partir de informações de aprovação escolar e dos rendimentos obtidos na Prova Brasil e na Prova SAEB. Esse indicador varia no intervalo de zero a dez, e, até 2021, o Brasil tem como objetivo que todos os municípios, estados e escolas atinjam a média 6,0 e apresentem taxas de aprovação escolar em torno de 96% a.a.

Além do IDEB, o Índice de Complexidade da Gestão Escolar é calculado pelo INEP e considera o quão complexo é o contexto das escolas no Brasil, levando em conta o número

de turnos oferecidos, o quantitativo de estudantes e docentes, bem como o porte da escola. O respectivo índice é classificado em seis níveis, sendo o nível 1 associado a escolas de porte inferior a 50 matrículas e que geralmente operam em único turno, e, no outro extremo, o nível 6 que está atrelado a escolas com porte superior a 500 matrículas e operam em três turnos.

Quanto as variáveis utilizadas neste estudo, apresenta-se na Tabela 4.1 a descrição estatística dessas variáveis por regiões brasileiras.

**Tabela 4.1:** Estatísticas Descritivas das variáveis educacionais, segundo as regiões Brasileiras

Variável	Regiões Brasileiras					
	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste	Brasil
Abandono	2,4	2,7	1,1	0,8	1,0	1,6
Reprovação	8,6	10,9	7,8	9,3	5,9	8,5
Distorção idade-série	23,2	25,8	17,1	15,9	15,8	19,6
IDEB	5,2	4,8	5,9	6,0	5,8	4,97
ICGE	4,8	15,9	6,3	4,2	11,3	9,9
Número transportados	1.719	1.279	518	479	483	849
% transp. aquaviário	20,7	1,7	1,0	0,84	2,0	2,8

Fonte: dados da pesquisa, 2020.

Nota: Os dados referentes as taxas de abandono, reprovação e distorção idade-série foram extraídos do Censo Escolar de 2019. O IDEB e o Índice de Complexidade da Gestão Escolar (ICGE) foram extraídos do INEP para o ano de 2017, levantamento mais recente.

De acordo com os dados apresentados, nota-se que o Brasil ainda apresenta indicadores consideráveis de reprovação escolar e distorção idade-série. Além disso, verifica-se que o IDEB médio ainda está aquém da meta proposta para 2021 e idêntica a 6,0. Vale destacar as disparidades regionais que ainda prevalecem no contexto escolar brasileiro, e conforme o demonstrado na respectiva tabela, ainda é marcante um relativo atraso das regiões Norte e Nordeste para o restante do país (Albernaz *et al.*, 2002).

No tocante aos dados do Transporte Escolar, verificou-se que, em média, os municípios das regiões Norte e Nordeste são aqueles com maior número de estudantes transportados. Essa média é cerca de três vezes maior nessas regiões do que nas regiões Sul, Sudeste e Centro-oeste do país. Nesse aspecto, vale considerar as especificidades do Transporte



Escolar Aquaviário e suas disparidades regionais. Conforme as informações da Tabela 4.1, nota-se que nos municípios da região Nordeste, a proporção média de estudantes transportados por meios aquaviários é cerca de 20%. Essa proporção média não ultrapassa 2,0% nas outras regiões (Albernaz *et al.*, 2002).

Por esse contexto, qualquer que seja a estratégia de repasse de recursos de Programas ou Políticas Públicas, certamente, ela deve considerar os aspectos regionais (Barros e Mendonça, 1997).

#### 4.2. Modelo Empírico: Análise Discriminante

A Análise Discriminante (AD) é uma técnica pertencente a Estatística Multivariada, e, de acordo com a sua denominação, o seu princípio é discriminar elementos de uma amostra ou população a partir de um conjunto de variáveis (Mingoti, 2005). Para a sua utilização, em princípio, necessita-se que os elementos amostrais sejam pré-classificados ou pré-definidos, conforme suas características iniciais. No caso desta pesquisa, esta etapa foi cumprida por meio dos critérios adotados para a classificação dos estados e municípios, propostas pelo FNDE e por meio do Fator de Necessidade de Recursos Municipais (FNRM).

Nesta primeira classificação, classifica-se inicialmente os estados quanto as suas necessidades por recurso e, por conseguinte, classifica-se também os municípios quanto a quatro faixas de necessidades. Nesta etapa, de acordo com o FNRM, os estados de Roraima, Acre, Amapá, Amazonas e Pará se encontram na Faixa 4, aquela com mais elevada necessidade por recurso. Em um segundo o momento, o critério FNRM, classifica os municípios dentro dos estados, quanto a necessidade por recurso também em quatro faixas. Sendo assim, um município com a mais elevada necessidade, por exemplo, é classificado com o código 44. Isso significa que ele pertence a um estado da faixa 4 e se trata de um município classificado também na faixa 4.

Assumindo as possíveis variantes da pré-classificação, neste estudo adotou-se 16 grupos de municípios, que são classificados com a sequência de códigos para a Faixa 1 (11, 12, 13 e 14), para a Faixa 2 (21, 22, 23 e 24), para a Faixa 3 (31, 32, 33 e 34) e para Faixa 4 (41, 42, 43 e 44). Essa pré-classificação, conforme o explicado pelas notas técnicas do

FNRM, está relacionada com o volume de recursos per capita recebido para o Transporte Escolar nos municípios. De acordo com o Quadro 4.1, encontram-se descritos o número de municípios classificados em cada faixa e o valor por estudante recebido para o Transporte Escolar.

**Quadro 4.1:** Número de municípios e recurso *per capita* por grupo pré-classificado

Grupo	11	12	13	14	21	22	23	24
Municípios	496	488	469	475	478	474	487	490
Recurso per capita	147,1	149,5	151,4	154,0	153,2	156,1	160,0	164,8
Grupo	31	32	33	34	41	42	43	44
Municípios	358	360	362	373	64	64	63	68
Recurso per capita	159,2	164,8	171,0	178,2	166,1	176,1	182,9	193,5

Fonte: resultados da pesquisa, 2020.

De acordo com o verificado no Quadro 4.1, o maior número de municípios se encontra pré-classificado, segundo os critérios do FNRM, nas Faixas 1 e 2, aquelas de menor necessidade por recurso. Conforme o esperado, o valor de recurso recebido por estudante nos municípios, em média, vai se elevando do grupo 11 para o grupo 44. De modo geral, verifica-se também que apenas 5% dos municípios brasileiros se encontram nas faixas de prioridade por recurso. Esses municípios são considerados necessitados, conforme o tamanho de suas áreas municipais, o percentual de residentes extremamente pobres, o tamanho da população rural e o baixo nível educacional (refletido pelo IDEB).

Entretanto, para atribuir novos critérios meritocráticos e equitativos ao método de repasse, utilizou-se a AD para avaliar a reclassificação dos municípios. Nesse sentido, considerando  $g$  o número de grupos,  $\eta_i$  o número de observações para os  $i$  grupos e  $q_i$  a probabilidade de pertencer a um determinado grupo, estimou-se  $P(G_i|x)$  para um conjunto de variáveis discriminantes  $x$ :

$$P(G_i|x) = \frac{q_i f_i(x)}{\sum_{j=1}^g q_j f_j(x)} \quad (5.1)$$

em que  $f_i(x)$  representa a função de densidade para cada grupo  $i$ . Se a função de distribuição de probabilidade para cada grupo  $f_i(x)$  for substituída por  $P(x|G_i)$ , tem-se:

$$P(G_i|x) = \frac{q_i P(x|G_i)}{\sum_{j=1}^g q_j P(x|G_j)} \quad (5.2)$$

Ao dividir tanto o numerador quanto o denominador por  $P(x|G_g)$ , a equação 2 pode ser reescrita da seguinte forma:

$$P(G_i|x) = \frac{q_i L_{ig}(x)}{\sum_{j=1}^g q_j L_{ij}(x)} \quad (5.3)$$

em que  $L_{ig}(x) = P(x|G_i)/P(x|G_g)$  é a razão de chances entre os grupos  $i$  e  $g$ . Dessa forma, a estimação pode ser especificada por um Modelo de regressão multinomial logístico  $L_{ig}(x)$ . De acordo com Albert e Harris (1987), o respectivo modelo logístico pode ser simplificado para a seguinte forma final  $L_{ig}(x) = \exp(a_{0i} + a'_i x)$ , de tal maneira que um conjunto de variáveis discriminantes possam explicar a razão de chance entre os grupos. A predição deste modelo  $\widehat{L}_{ig}(x)$  classificará cada elemento amostral em um determinado grupo e o resultado será uma matriz de classificação que relaciona as informações da pré-classificação com a predição do modelo estatístico (Stata, 2019).

No caso deste estudo, diversos modelos foram estimados, e, após os testes de robustez, as variáveis mais adequadas para explicar a razão de chances de pertencer a um determinado grupo levou, conforme o explicado anteriormente, os critérios meritocráticos e equitativos. O vetor de variáveis  $x$  foi composto pela área do município ( $x_{1i}$ ), pelo número de estudantes transportados por meios rodoviários ( $x_{2i}$ ), pelo número de estudantes transportados por meios aquaviários ( $x_{3i}$ ), pela diferença em pontos percentuais das taxas de abandono escolar ( $x_{4i}$ ) e distorção idade-série ( $x_{5i}$ ).

O resultado foi ilustrado pelo Quadro 4.2. Esse quadro é um resultado tradicional dos modelos de Análise Discriminantes e é conhecido como matriz de classificação. Essa matriz também denominada como “matriz de confusão”, conforme Mingoti (2007), ela estima o número de municípios classificados em um determinado, em comparação as suas características de pré-classificação. A principal diferença entre as classificações, seja a preditiva ou a pré-classificação, é, certamente, os critérios ou variáveis utilizadas.

Nessa perspectiva, o Quadro 4.2 ilustra o número de municípios que deveriam ser reclassificados, caso fossem adotados critérios educacionais meritocráticos e equitativos. Dessa forma, notou-se que, em detrimento do FNRM, aproximadamente 76% dos municípios brasileiros seriam classificados em faixas diferentes. Apesar dessa proporção ser bastante expressiva, o percentual de municípios que transitariam entre as faixas mais extremas de distribuição de recursos não ultrapassaria um total de 50. Essa mudança é explicada pela consideração do contexto educacional e os seus progressos municipais, bem como a presença de um acentuado percentual de estudantes transportados por meios aquaviários.

Em relação ao FNRM, nota-se que dos 496 municípios classificados na faixa de menor necessidade de recursos, a Faixa 11, apenas 39,9% deveriam permanecer nessa classificação. Ainda, sobre esse montante de municípios, pelo menos 5% deles deveriam ser reclassificados nas Faixas 3 e 4, de mais elevada necessidade. Por outro lado, em uma análise intermediária, nota-se que dos 358 municípios pré-classificados na Faixa de recurso 31, basicamente 13% deveriam permanecer. Pelo menos 50% desses municípios deveriam ser reconduzidos aos grupos das Faixas 1 e 2, enquanto cerca de 5% deveriam ser reorientados aos grupos da Faixa 4.

Uma análise mais detalhada e espacial dos resultados aqui apresentados pode ser observada no Apêndice B.

**Quadro 4.2: Estimativas da Análise Discriminante: matriz de classificação**

		Reclassificação																Total
		11	12	13	14	21	22	23	24	31	32	33	34	41	42	43	44	
Pré Classificação (FNRM)	11	198 39,92	48 9,68	64 12,9	34 6,85	107 21,57	9 1,81	6 1,21	2 0,4	20 4,03	1 0,2	5 1,01	1 0,2	1 0,2	0 0	0 0	0 0	496 100
	12	131 26,84	78 15,98	79 16,19	50 10,25	82 16,8	20 4,1	6 1,23	6 1,23	16 3,28	6 1,23	7 1,43	3 0,61	4 0,82	0 0	0 0	0 0	488 100
	13	72 15,35	70 14,93	115 24,52	77 16,42	39 8,32	33 7,04	18 3,84	5 1,07	28 5,97	4 0,85	4 0,85	1 0,21	3 0,64	0 0	0 0	0 0	469 100
	14	12 2,53	21 4,42	87 18,32	171 36	10 2,11	13 2,74	20 4,21	22 4,63	21 4,42	25 5,26	29 6,11	24 5,05	14 2,95	3 0,63	3 0,63	0 0	475 100
	21	115 24,06	30 6,28	38 7,95	19 3,97	172 35,98	40 8,37	18 3,77	3 0,63	24 5,02	8 1,67	4 0,84	2 0,42	5 1,05	0 0	0 0	0 0	478 100
	22	81 17,09	37 7,81	63 13,29	38 8,02	102 21,52	51 10,76	24 5,06	3 0,63	37 7,81	15 3,16	13 2,74	4 0,84	5 1,05	1 0,21	0 0	0 0	474 100
	23	35 7,19	29 5,95	62 12,73	74 15,2	48 9,86	47 9,65	28 5,75	5 1,03	77 15,81	32 6,57	24 4,93	13 2,67	11 2,26	2 0,41	0 0	0 0	487 100
	24	1 0,2	4 0,82	21 4,29	85 17,35	1 0,2	9 1,84	34 6,94	33 6,73	51 10,41	62 12,65	84 17,14	66 13,47	19 3,88	12 2,45	8 1,63	0 0	490 100
	31	31 8,66	15 4,19	43 12,01	34 9,5	40 11,17	40 11,17	26 7,26	6 1,68	48 13,41	16 4,47	18 5,03	21 5,87	11 3,07	7 1,96	2 0,56	0 0	358 100
	32	0 0	2 0,56	11 3,06	59 16,39	0 0	7 1,94	26 7,22	22 6,11	51 14,17	73 20,28	32 8,89	28 7,78	31 8,61	12 3,33	6 1,67	0 0	360 100
	33	0 0	0 0	3 0,83	55 15,19	0 0	3 0,83	4 1,1	34 9,39	13 3,59	54 14,92	65 17,96	66 18,23	41 11,33	13 3,59	9 2,49	2 0,55	362 100
	34	0 0	0 0	1 0,27	15 4,02	0 0	0 0	0 0	19 5,09	1 0,27	10 2,68	51 13,67	171 45,84	24 6,43	28 7,51	33 8,85	20 5,36	373 100
	41	2 3,13	3 4,69	1 1,56	6 9,38	1 1,56	3 4,69	5 7,81	1 1,56	3 4,69	1 1,56	1 1,56	2 3,13	14 21,88	9 14,06	8 12,5	4 6,25	64 100
	42	0 0	0 0	1 1,56	3 4,69	0 0	0 0	0 0	1 1,56	0 0	1 1,56	4 6,25	15 23,44	15 23,44	8 12,5	9 14,06	7 10,94	64 100
	43	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	19 30,16	0 0	15 23,81	14 22,22	15 23,81	63 100
	44	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	2 2,94	0 0	4 5,88	17 25	45 66,18	68 100
<b>Total</b>	678 12,17	337 6,05	589 10,58	720 12,93	602 10,81	275 4,94	215 3,86	162 2,91	390 7	308 5,53	341 6,12	438 7,86	198 3,56	114 2,05	109 1,96	93 1,67	5569 100	

**Legenda**

Faixa Vermelha	Baixa Necessidade
Faixa Amarela	Necessidade Moderada
Faixa Verde	Necessidade
Faixa Azul	Alta Necessidade

Percentual de municípios que mantiveram a classificação original	23,1
Percentual de municípios reclassificados	76,9

Fonte: elaborado pelos autores.

Ainda, sobre as estimativas da Análise Discriminante é importante analisar as estimativas descritivas dos grupos preditivos (Mingoti, 2005). Isso significa comparar o comportamento médio das variáveis discriminantes nos grupos reclassificados, ou seja, caso sejam adotados parâmetros educacionais meritocráticos e equitativos, em que patamar se configura a média das variáveis adotadas. Essa estimativa foi calculada e disponibilizada na Tabela 4.2.

**Tabela 4.2:** Estimativa média das variáveis discriminantes, por faixas de reclassificação

Variáveis/Faixas	Faixa Vermelha (1)	Faixa Amarela (2)	Faixa Verde (3)	Faixa Azul (4)
Número municípios	2.324	1.255	1.477	514
Área Município	429,5	314,4	1.683,3	8.984,7
IDHM	0,68	0,65	0,63	0,61
População	33.669	25.545	49.764	51.239
Alunos Transportados	413	627	1.589	2.086
Transp. Aquaviário	4	28	38	815
Transp. Rodoviário	409	599	1.552	1.270
Distorção idade-série	0,25	-1,90	-2,05	-0,49
Abandono escolar	0,11	-0,59	-0,25	-0,51

Fonte: elaborado pelos autores.

Em geral, constatou-se que, conforme se aumenta a necessidade por recurso, a área média e a população dos municípios aumentam. Isto significa que o modelo AD captou que as variações demográficas e geográficas são fatores consideráveis para a distribuição dos municípios em faixas de necessidade por recurso. Na mesma perspectiva, notou-se que o número médio de alunos transportados por municípios, segundo as faixas de necessidade, está positivamente relacionado. Assim, municípios que transportam um elevado número médio de estudantes tenderão a receber mais recursos. Esse mesmo resultado foi encontrado quando analisado o número de estudantes transportados por meios rodoviários e aquaviários. Um destaque importante é o número médio de estudantes transportados por

meios aquaviários na Faixa 4 que, de fato, refletem a complexidade e os custos experimentados pelos municípios com esse tipo de transporte.

Sobre as variáveis educacionais, notou-se que o modelo AD classificou nas Faixas 3 e 4, aquelas de maior necessidade por recurso, os municípios que apresentaram as maiores reduções nas taxas de abandono e distorção idade-série. Por outro lado, constata-se que aqueles municípios que, em média, aumentaram essas taxas educacionais, permaneceram classificados na Faixa 1, aquela de menor necessidade por recursos para o Transporte Escolar. Esse resultado é significativo do ponto de vista estatístico e revela que o modelo AD classifica como elevada necessidade por recurso aqueles municípios com progresso educacional, com elevado número de estudantes a serem transportados e, em especial, aqueles com acentuados percentuais de estudantes transportados por meios aquaviários.

Por último, quando comparado o tamanho dos grupos pré-classificados e reclassificados, verifica-se que existe uma determinada discrepância. Em específico, notou-se que o número de municípios reclassificados nas Faixas 1 e 4 foram elevados, enquanto o mesmo número se reduziu em alguns grupos das Faixas 2 e 3. Esses resultados podem ser verificados na Tabela 4.3.

**Tabela 4.3:** Número de municípios classificados e reclassificados pela Análise Discriminante

Classificação/Grupo	Discriminante							
	11	12	13	14	21	22	23	24
FNRM	496	488	469	475	478	474	487	490
Reclassificação	678	337	589	720	602	275	215	162
Variação (%)	36,7	-30,9	25,6	51,6	25,9	-42,0	-55,9	-66,9
Classificação/Grupo	Discriminante							
	31	32	33	34	41	42	43	44
FNRM	358	360	362	373	64	64	63	68
Reclassificação	390	308	341	438	198	114	109	93
Variação (%)	8,9	-14,4	-5,8	17,4	209,4	78,1	73,0	36,8

Fonte: Resultados da pesquisa, 2020.

De acordo com os dados da Tabela 4.3, verifica-se que os grupos que apresentaram a maior variação no número de municípios foram o 41, o 42, o 43 e 14. Por outro lado, dentre aqueles que apresentaram a maior redução no número de municípios, citam-se o grupo 24, 23, 22 e 12. Dessa forma, constata-se que a transição proposta pela

reclassificação e pelos novos critérios adotados, de fato, promove mais ajustes nos grupos extremos das Faixas 1 e 4, corrigindo possíveis distorções no repasse dos recursos do PNATE.

No Anexo B são apresentados os resultados obtidos pelo modelo de Análise Discriminante por meio de representação geográfica, que são capazes de gerar estimativas preditivas adequadas.

### **4.3. Tópicos Conclusivos**

O objetivo principal deste capítulo foi, a partir de variáveis consideradas equitativas e meritocráticas, reclassificar os municípios em faixas de necessidade por recurso do programa PNATE e avaliar se a inserção dessas variáveis justifica o desenvolvimento de um novo modelo de distribuição de recurso. Essas variáveis precisariam refletir alguns aspectos indispensáveis, tais como as discrepâncias de desenvolvimento regional, a complexidade do transporte escolar e, definitivamente, precisaria utilizar de um conjunto de variáveis do contexto educacional. Essa última prerrogativa busca adequar a classificação vigente, o Fator de Necessidade por Recursos Municipal (FNRM), que foi elaborada considerando mais os fatores de desenvolvimento socioeconômico dos municípios do que os objetivos do PNATE, e o contexto escolar.

As primeiras etapas empíricas partiram da classificação vigente e, por meio de técnicas estatísticas, propôs uma reclassificação municipal por necessidade de recurso. Assim, constatou-se as seguintes evidências:

- As variáveis que mais se adequaram a metodologia proposta foram a evolução das taxas de abandono escolar e distorção idade-série, o número de estudantes transportados por meios rodoviários e aquaviários e a área municipal;
- Cerca de 23% dos municípios brasileiros permaneceriam classificados conforme a metodologia FNRM, mesmo com critérios equitativos e meritocráticos;
- Dentre os municípios que passariam por alguma reclassificação, a maioria dos municípios pré-classificados nos grupos das Faixas 1 passariam para a Faixa 2, uma outra quantidade significativa de municípios agrupados na Faixa passariam



para a Faixa 2 e, em algum grau, os municípios da Faixa 3 seriam realocados às Faixas 2 e 4;

- Quanto aos municípios que deveriam ser reclassificados na Faixa 4, verificou-se que, em média, eles apresentaram a maior área e população municipal, o maior número de estudantes transportados, o maior percentual de estudantes transportados por meios aquaviários, e, em algum grau, foram capazes de reduzir as taxas anuais de abandono escolar e distorção idade-série;
- Após a reclassificação, alguns padrões foram verificados, em especial nas médias das variáveis discriminantes. Notou-se que na Faixa 1 ficaram agrupados os municípios com menor progresso educacional e com menor número de estudantes transportados, enquanto na Faixa 4, agruparam-se os municípios com o maior número médio de estudantes transportados e com maior percentual de estudantes transportados por meios aquaviários;
- Em comparação ao FNRM, notou-se que as distorções entre os extremos de necessidade por recurso foram ajustadas. Assim, nas Faixas 3 e 4 foram classificados os municípios com maior número de estudantes transportados, com maior área municipal e com maior progresso educacional;
- Nesta análise, a redução no abandono escolar e a distorção idade-série estiveram positivamente relacionadas com a distribuição de recursos. Dessa forma, constata-se que fatores meritocráticos e equitativo são eficientes como estrutura de incentivos ao progresso educacional dos municípios.

Os principais apontamentos para as Políticas Públicas educacionais e voltadas para o Transporte Escolar partem da necessidade de parâmetros que promovam incentivos adequados ao progresso educacional, passam pela necessidade de serem equitativas e considerarem as disparidades de desenvolvimento regional, e, por último, devem levar em conta a realidade do Transporte Escolar local. Em especial, elas precisam distinguir as necessidades municipais em função dos meios de transporte, rodoviário e aquaviário.

A principal limitação desta análise recai sobre resultados de distribuição de recursos. Apesar da Análise Discriminante reclassificar os municípios, ela não apresenta um ranqueamento dentro dos grupos e trata distintos municípios de forma homogênea.

Assim, sem outros procedimentos complementares, não é possível estimar o recurso ótimo que deve ser destinado por estudante transportado aos municípios.

O importante, no entanto, é que o estudo apresentado mostra que a inserção das novas variáveis consideradas para o modelo promove mudanças significativas, quando comparada com o modelo atual. Dessa forma, justifica-se o esforço em definir uma nova metodologia de distribuição dos recursos do PNATE.

Com as análises efetuadas algumas variáveis não tiveram comportamento adequado, sendo excluídas das análises futuras, sendo elas a taxa de redução da evasão e a taxa de redução da reprovação, ficando ainda para análise, por meio da análise fatorial, as variáveis apresentadas da Tabela 4.4

**Tabela 4.4:** Variáveis a serem utilizadas na análise fatorial

<b>Variáveis Equitativas</b>	<b>Variáveis Meritocráticas</b>
Área total do município	Evolução do IDEB entre anos consecutivos
Número total de alunos transportados	Taxa de redução da distorção idade série
Percentual de alunos transportados no modo aquaviário	Taxa de redução do abandono
Total de alunos transportados no modo rodoviário	
Total de alunos transportados no modo aquaviário	
Índice de Gestão Escolar	
Índice Firjan de Gestão Fiscal	

Fonte: Elaborado pelos autores

## 5. Definição das Variáveis a Serem Adotadas no Modelo e de Suas Cargas Fatoriais

Conforme o apresentado nos anteriores capítulos, a nova formulação para distribuição de recursos financeiros do PNATE parte das premissas de equidade e meritocracia. Além disso, foram selecionadas um grupo de variáveis candidatas para a nova formulação, as quais demonstraram promover mudanças significativas no modelo atualmente vigente. Diante disso, este capítulo apresenta a aplicação do modelo de análise fatorial para a nova formulação da distribuição de recursos do PNATE, a fim de definir o melhor conjunto de variáveis a serem adotadas no novo modelo, bem como de suas cargas fatoriais.

Essa nova formulação está sendo proposta através da construção de um índice de necessidade. O cálculo desse índice de necessidade será realizado através da aplicação das variáveis selecionadas e da construção de modelos desenvolvidos através da aplicação do método de análise fatorial. Conforme as revisões de literatura realizados o método de análise fatorial foi utilizado em trabalhos de formulações de distribuição de recursos para políticas públicas, incluindo também a equidade na alocação dos recursos para áreas como saúde e educação. Assim, o presente capítulo estará estruturado em três partes principais: a seção que descreve toda a metodologia de aplicação da análise fatorial, posteriormente será apresentado os resultados da análise e formulação do novo índice de necessidade.

### 5.1. Metodologia da Análise Fatorial

A abordagem de análise fatorial é útil para o estudo de constructos hipotéticos de variáveis ou indicadores observados, ou uma técnica para identificar grupos de variáveis ou indicadores observados que podem ser medidos diretamente (JOMNONKWAO e RATANAVARAHA, 2016). A análise fatorial é utilizada para determinar o número apropriado de fatores comuns que explicam as correlações entre as duas variáveis observadas (JOMNONKWAO e RATANAVARAHA, 2016; MANTHALU; NKHOMA; KUYELI, 2010). Esse método também permite analisar as relações que podem existir entre as variáveis observadas e latentes que são desconhecidas ou incertas.

A metodologia para aplicação da modelagem de análise fatorial para formulação do novo índice proposto será realizada considerando cinco etapas. A mesmas serão descritas a seguir.

### *5.1.1. Etapa1: Variáveis para análise*

Conforme apresentado nos capítulos anteriores os princípios da equidade e da meritocracia são a base da nova formulação para distribuição de recursos do PNATE. Também, dos resultados apresentados nos capítulos anteriores as variáveis selecionadas para as duas premissas são:

- Variáveis de equidade:
  - Área total do município;
  - Número de alunos transportados;
  - Porcentagem de alunos transportados no modo aquaviário;
  - Número de alunos transportados no modo rodoviário;
  - Número de alunos transportados no modo aquaviário;
  - Índice Firjan de Gestão Fiscal.
  - Índice de gestão escolar
- Variáveis de meritocracia:
  - Evolução do IDEB;
  - Taxa de redução da distorção idade serie;
  - Taxa de redução do abandono;

No uso das variáveis de equidade foram testadas duas formulações com as variáveis selecionadas, sendo elas:

- Primeira formulação
  - Área total do município;
  - Número de alunos transportados;
  - Percentagem de alunos transportados no modo aquaviário.

Segunda formulação

- Área total do município;

- Número de alunos transportados no modo rodoviário;
- Número de alunos transportados no modo aquaviário.

A definição da melhor formulação com as variáveis selecionadas é realizada em função da avaliação dos fatores extraídos e suas respectivas cargas fatoriais.

### *5.1.2. Etapa2: Extração de fatores*

A análise fatorial trabalha com matrizes de covariância. Inicialmente, deve-se criar uma matriz de intercorrelações entre as variáveis observáveis. Os dados para construção da matriz vêm da coleta de dados realizada. Em função da matriz de covariância são realizadas uma série de procedimentos que serão utilizados para extração dos fatores para a nova formulação. Tais procedimentos são descritos a seguir.

#### *a) Matriz de Covariâncias (Matriz R)*

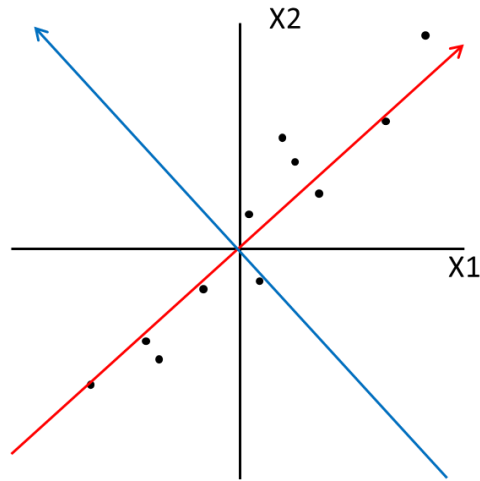
A matriz de covariância é uma matriz quadrada que contém as variâncias e as covariâncias associadas a diversas variáveis. Os elementos diagonais da matriz contêm os desvios das variáveis, e os elementos fora da diagonal contêm as covariâncias entre todos os possíveis pares de variáveis. O primeiro passo para executar a extração de fatores consiste em verificar se a matriz de covariâncias de fato tem covariâncias ou se todas as variáveis são independentes. Se todas as variáveis observadas forem independentes, não existem fatores comuns e, portanto, não será possível realizar uma análise fatorial (PASQUALLI, 2012).

#### *b) Componentes Principais (PC)*

A análise de componentes principais (PCA) é uma maneira de identificar a relação entre características extraídas de dados. É bastante útil quando os vetores de características têm muitas dimensões, quando uma representação gráfica não é possível, mas também pode ser útil em dimensões menores, como mostra a Figura 5.1.

A componente principal é o arranjo que melhor representa a distribuição dos dados (linha vermelha na Figura 5.1) e a componente secundária é perpendicular a componente principal (linha azul na Figura 5.1) (PASQUALLI, 2012).

**Figura 5.1:** Linha vermelha mostra a distribuição principal dos dados e a linha azul mostra a componente secundária



Fonte: Elaborado pelos autores

Os passos para calcular as componentes principais são:

- Obter os dados ou as  $M$  amostras de vetores de dimensão  $n$ ;
- Calcular a média ou o vetor médio destes dados;
- Subtrair a média de todos os itens de dados;
- Calcular a matriz de covariâncias usando todas as subtrações. Ela é o resultado da média do produto de cada subtração por ela mesma e terá dimensão  $n \times n$ ;
- Calcular os auto valores e auto vetores da matriz de covariância;
- Arranjar os auto valores e auto vetores a matriz transformada de Hotelling: cujas linhas são formadas a partir dos autovetores da matriz de covariância arranjados de modo que a primeira linha, o elemento  $(0,0)$ , seja o auto vetor correspondente ao maior autovalor, e assim sucessivamente até que a última linha corresponda ao menor autovalor.

O auto vetor com o maior auto valor associado, corresponde à componente principal do conjunto de dados usado. Isso significa que esse é o relacionamento mais significativo entre as dimensões dos dados.

A formulação matemática dos componentes principais é dada pela seguinte equação denominada como a *eigenequation*, cuja formulação é a seguinte (PASQUALLI, 2012):

$$RV = \lambda V \quad (5.1)$$

em que:

R é a matriz de covariâncias (correlações) das variáveis;

V é o autovetor (*eigenvector*) também chamado de vetor latente da matriz R, que deve ser descoberto;

$\lambda$  é o autovalor (*eigenvalue*) também chamado de raiz latente ou raiz característica da matriz R, que também deve ser calculada.

### c) *Cálculo dos Autovalores ( $\lambda$ )*

O cálculo dos autovalores é realizado por meio do cálculo do determinante conforme a seguinte equação:

$$\det(R - \lambda I) = 0 \quad (5.2)$$

A equação 5.2 trabalha com duas matrizes: a matriz ajustada das correlações entre as variáveis (R) e a matriz de identidade (I) multiplicada pelo escalar  $\lambda$ , que resulta na matriz L. Essas duas matrizes apresentam-se do seguinte modo (considerando duas variáveis na matriz R):

$$R: \begin{bmatrix} 1,0 & r_{12} \\ r_{21} & 1,0 \end{bmatrix}$$

$$I: \begin{bmatrix} 1,0 & 0 \\ 0 & 1,0 \end{bmatrix} \text{ que multiplicada por } \lambda \text{ resulta na matriz } L = \begin{bmatrix} \lambda & 0 \\ 0 & \lambda \end{bmatrix}$$

Substituindo as matrizes na equação 5.2 apresenta-se:

$$\det \left( \begin{bmatrix} 1,0 & r_{12} \\ r_{21} & 1,0 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \lambda & 0 \\ 0 & \lambda \end{bmatrix} \right) = 0 \quad (5.3)$$

Expandindo e agrupando a equação 5.3 se forma a nova equação para solução do problema:

$$\lambda^2 - 2\lambda + (1 - r_{12}^2) = 0 \quad (5.4)$$

**d) Cálculo dos Autovetores**

O cálculo dos autovetores consiste na solução da seguinte equação:

$$(D - \lambda I)V = 0 \quad (5.5)$$

Em que D é uma matriz de variância – covariância;  $\lambda$  são os autovalores; V é a matriz de autovetores e I a matriz identidade. Essa equação expandida torna-se:

$$\left( \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} - \lambda \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right) \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \end{bmatrix} = 0 \quad (5.6)$$

Expandido a equação 5.6, a forma final para cálculo é a seguinte equação:

$$\begin{bmatrix} a - \lambda & b \\ c & d - \lambda \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \end{bmatrix} = 0 \quad (5.7)$$

**5.1.3. Etapa3: Avaliação dos fatores extraídos**

Como todo método estatístico, são necessários realizar testes estatísticos ou de significância para garantir a qualidade dos resultados obtidos. Dentro da análise realizada foram aplicados os seguintes testes: o teste de esfericidade de Bartlett (AIC), teste de adequação da amostra de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), e o coeficiente de confiabilidade do fator.

**a) Teste de esfericidade de Bartlett (AIC)**

Bartlett (1954) desenvolveu o teste para verificar a hipótese de que a matriz de covariância é uma matriz identidade, isto é, que todas as correlações fora da diagonal são iguais a 0 e, portanto, nenhuma variável se relaciona com nenhuma outra. Para que a matriz seja fatorizável essa hipótese deve ser rejeitada. Portanto, os resultados desse teste indicam se a hipótese é rejeitada ou não através da aplicação da distribuição de Qui-quadrado para um nível de significância. Sendo, o teste significativo a um nível de significância a hipótese é rejeitada (PASQUALLI, 2012).



*b) Teste de adequação da amostra de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)*

O teste KMO trabalha com as correlações parciais das variáveis. A correlação entre duas variáveis é dita parcial quando as duas variáveis são correlacionadas entre si somente após retirar-lhes a relação que todas as outras variáveis têm com elas. A matriz de correlações parciais que surge desta análise é chamada de matriz anti-imagem, o que significa, aquela parte das variáveis que não é explicável pelas demais variáveis; é chamada de imagem a matriz que mostra a porção da correlação de uma variável explicada pelas outras variáveis, que é a diferença entre a matriz de correlações empíricas e da matriz anti-imagem. Se a matriz de covariâncias é fatorizável, então se espera que a imagem seja grande, e a anti-imagem seja pequena (PASQUALLI, 2012). A formulação para esse cálculo é a seguinte:

$$KMO = \frac{\sum_{i \neq j} \sum_{i \neq j} r_{ij}^2}{\sum_{i \neq j} \sum_{i \neq j} r_{ij}^2 + \sum_{i \neq j} \sum_{i \neq j} a_{ij}^2} = \frac{M - \text{cov \hat{a}rianca}}{M - \text{cov \hat{a}rianca} + M - \text{antiimagem}} \quad (5.8)$$

Portanto, se a matriz de anti-imagem for igual a 0, o KMO será igual a 1 o que indica que a matriz de covariâncias é perfeitamente fatorizável. Por outro lado, quanto mais próximo o valor do KMO for de 0 mais duvidosa se torna a fatorabilidade da matriz de covariâncias. Dentro das recomendações se estabelece que um resultado aceitável é de  $KMO \geq 0,5$

*c) Coeficiente de confiabilidade composta (CC)*

O coeficiente de confiabilidade composta (CC) tem sido apresentado como um indicador de precisão mais robusto, quando comparado ao coeficiente alpha (CRONBACH, 1951). Isto porque, no cômputo da CC, as cargas ou pesos fatoriais das variáveis são passíveis de variação, enquanto, no coeficiente alpha, as cargas das variáveis são fixadas para serem iguais, conforme postula o pressuposto da tau-equivalência (RAYKOV, 2001; SIJTSMA, 2009, VALENTINI E DAMASIO, 2016). Nesse sentido, a CC tenderia a apresentar indicadores mais robustos de precisão por não estar atrelada a esse pressuposto. A formulação para o cálculo da confiabilidade composta é a seguinte:

$$CC = \frac{(\sum \lambda)^2}{(\sum \lambda)^2 + \sum \varepsilon} \quad (5.9)$$

Em que:  $\sum \lambda$  representa a soma das cargas fatoriais (ou coeficientes de regressão entre o fator latente e a variável); e  $\sum \varepsilon$  é a soma dos erros de mensuração (ou variância residual). Dentro dos valores recomendados para validação do fator extraído é aceitável valores acima de 0,7.

#### 5.1.4. Etapa4: Cálculo do Score fatorial

Após os resultados da extração de fatores e da matriz de cargas fatoriais, entre os fatores extraídos e as variáveis analisadas, é realizado o cálculo do *score* fatorial. Para estimação do *score* fatorial foi aplicado o método de regressão exata com a correção de Bartlett (ESTABROOK e NEALE, 2013).

Os métodos de regressão ou pontuação fatorial exata usam os parâmetros estimados de uma análise fatorial para definir combinações lineares de variáveis observadas que geram pontuações fatoriais. Esses métodos estão entre os mais amplamente usados, abrangendo uma série de métodos relacionados para definir as equações de regressão necessárias. O método de Thomson, às vezes citado como o método de regressão de Thurstones (ESTABROOK e NEALE, 2013), define a pontuação do fator como o produto de três termos: a matriz de carga fatorial ( $\Lambda$ ), o inverso da matriz de covariância de dados ( $\Sigma^{-1}$ ), e o vetor de dados de interesse ( $y_i$ ), conforme mostrado na Equação 5.10. Uma especificação alternativa desse método é dada na Equação 5.11.

$$\hat{f}_{i|Thomson} = \Lambda' \Sigma^{-1} y_i \quad (5.10)$$

$$= (I + \Lambda' \Theta^{-1} \Lambda)^{-1} \Lambda' \Theta^{-1} y_i \quad (5.11)$$

O método de Bartlett (Barlett, 1937; ver Lawley & Maxwell, 1971, Capítulo 8) é uma correção para o método de Thomson (1935) que corrige o viés nas médias dos fatores. Dada uma matriz de carregamento de fator  $\Lambda$ , uma matriz de covariância de fator  $\Phi$  e

uma matriz de covariância residual  $\Psi$ , o método de Bartlett é dado na Equação 5.12 (ESTABROOK e NEALE, 2013).

$$\hat{f}_{i|Bartlett} = (\Lambda' \Phi^{-1} \Lambda)^{-1} \Lambda' \Psi^{-1} y_i \quad (5.12)$$

### 5.1.5. Etapa5: Cálculo do índice

O cálculo do índice consiste dos seguintes procedimentos de cálculo (PASQUALLI, 2012). Primeiro é realizado o cálculo do valor *z-score* de cada variável que faz parte da análise segundo a seguinte equação:

$$z_{score} = \frac{X_i - \mu}{\sigma} \quad (5.13)$$

Em que:  $X_i$  é a variável em análise na observação  $j$  do banco de dados;  $\mu$  é o valor médio da variável  $X_i$  no banco de dados;  $\sigma$  é o desvio padrão da variável  $X_i$  no banco de dados.

Após o cálculo do *z-score* de cada variável, é calculado o índice não padronizado em função do valor *z-score* e o *score* fatorial de cada variável calculado na etapa anterior. Conforme a seguinte equação:

$$INP_j = z_1 \times \hat{f}_1 + z_2 \times \hat{f}_2 + z_3 \times \hat{f}_3 + \dots + z_i \times \hat{f}_i \quad (5.14)$$

Em que: INP é o valor do índice não padronizado para a observação  $j$ ;  $z_i$  é o *z-score* da variável  $X_i$  para a observação  $j$ ;  $\hat{f}_i$  é o *score* fatorial da variável  $X_i$ .

O cálculo do índice padronizado é realizado em função da seguinte equação:

$$IP = \frac{(INP_j - \min INP)}{(MaxINP - \min INP)} + 1 \quad (5.15)$$

Em que: IP é o valor do índice padronizado para a observação  $j$ ;  $INP_j$  é o valor do índice não padronizado na observação  $j$ ;  $\min INP$  é o valor mínimo do índice não padronizado;  $\max INP$  é o valor máximo do índice não padronizado.

## 5.2. Análise das Variáveis Pré-Selecionadas

Antes da apresentação dos resultados do modelo que atendeu melhor aos critérios de avaliação, nesta seção será apresentada uma análise dos resultados obtidos com as diferentes modelagens testadas para elaboração do índice de necessidade, no qual algumas variáveis foram excluídas do modelo final, em função dos resultados que apresentaram e que não foram satisfatórios para os objetivos da formulação.

Desse modo, as variáveis listadas a seguir foram desconsideradas para a modelagem final, sendo elas:

- Porcentagem de alunos transportados no modo aquaviário
- Total de alunos transportados
- Índice de Gestão Escolar
- Índice Firjan de Gestão Fiscal
- Evolução do IDEB

### 5.2.1. Avaliação das variáveis “percentagem de alunos transportados no modo aquaviário” e “total de alunos transportados”

A primeira modelagem testada envolveu a formulação das variáveis de equidade: área do município, número total de alunos transportados pelo transporte escolar rural, percentagem de alunos transportados em modo aquaviário. A Tabela 5.1 apresenta os resultados do *score* fatorial para o único fator extraído.

Observa-se que a percentagem de alunos transportados teve o maior valor de *score* fatorial (0,510) o que representa um domínio dessa variável na formulação, perante as demais. Considerando que a unidade dessa variável é em percentagem, ter um valor de *score* elevado pode gerar um viés no cálculo da necessidade. Esse problema foi observado principalmente para os municípios que apresentaram valores baixos do percentual de alunos transportados no modo aquaviário, entre 1% e 5%, em que houve superestimação da necessidade desses municípios, comparado com outros municípios que não apresentaram alunos transportados no modo aquaviário.

**Tabela 5.1:** Resultados do *score* fatorial das variáveis: área município, número de alunos transportados, porcentagem de alunos transportados por modo aquaviário

Variável	Score fatorial
Área município	0,477
Total de alunos transportados	0,381
Porcentagem de alunos transportado no modo aquaviário	0,510

Fonte: Elaborado pelos autores

Diante dos resultados apresentados, a variável “porcentagem de alunos transportados no modo aquaviário” foi excluída da análise e junto com ela excluiu-se a variável “total de alunos transportados”. A exclusão da segunda variável ocorreu em função da nova simulação constar o total de alunos transportados tanto no modo rodoviário quanto no aquaviário, sendo o somatório igual ao total transportado no município.

### 5.2.2. Avaliação da variável “Índice de Gestão Escolar”

A variável índice de gestão escolar foi considerada como parte das variáveis de equidade no modelo. Uma limitação encontrada com a aplicação dessa variável é o formato da disponibilidade dos dados. Todas as informações do índice de gestão escolar, calculado pelo INEP, é disponível só em valores de porcentagens de distribuição de escolas em função do valor do grau da complexidade escolar (valores que vão de 1 até 6).

Os valores de porcentagem são mais complexos de interpretar nos resultados obtidos dos *scores* fatoriais. Como uma forma de simplificação, foi considerado uma variável binária na qual o valor é igual a 1, se município possui mais escolas com grau de complexidade acima de 3, ou 0, caso contrário. Os resultados da análise fatorial são apresentados na Tabela 5.2.

**Tabela 5.2:** Resultados do *score* fatorial incluindo a variável índice de gestão escolar

Variáveis	Score fatorial
Área município	0,458
Número de alunos transportados por modo aquaviário	0,475
Número de alunos transportados por modo rodoviário	0,336
Índice de gestão escolar	-0,008
Redução do abandono escolar	-0,291
Redução da distorção idade serie	-0,335

Fonte: Elaborado pelos autores

Como pode ser observado na Tabela 5.2 o valor do *score* fatorial do índice de gestão escolar foi muito baixo (-0,008) comparado com as outras variáveis modeladas, o que

mostra que essa variável apresenta um impacto pequeno nos resultados da simulação. Além disso, o sinal do resultado foi negativo o que apresenta um comportamento contrário ao esperado, já que o sinal esperado era para ser positivo, uma vez que quanto maior for a complexidade da gestão escola de um município, maior é a necessidade de transportar alunos e mais complexo também fica esse transporte, influenciando no seu custo. Portanto, como o *score* fatorial é negativo e com um valor muito baixo foi desconsiderada essa variável da modelagem.

### 5.2.3. Avaliação da variável “Índice Firjan de Gestão Fiscal”

O índice Firjan de gestão fiscal também foi considerado nas modelagens como parte das variáveis de equidade. Esse índice é composto por quatro indicadores, com mesmo peso no cálculo, sendo eles a capacidade do município em financiar a estrutura administrativa; o grau de rigidez do orçamento do município; o grau de cumprimento das obrigações financeiras das prefeituras; e a capacidade de gerar bem-estar e competitividade (FIRJAN, 2020). Para uma melhor interpretação dos resultados esperados foi considerado o valor inverso do índice Firjan.

Os resultados obtidos para o índice Firjan deram um *score* fatorial baixo (0,216) comparado com as outras variáveis. Nos resultados analisados do modelo com o índice e sem o índice foi constatado que existe poucas mudanças e que o índice Firjan não tem um alto impacto no ranqueamento dos municípios. A Tabela 5.3 apresenta os resultados do *score* fatorial incluindo o índice Firjan.

**Tabela 5.3:** Resultados do *score* fatorial incluindo a variável índice Firjan de gestão fiscal

Variáveis	Score fatorial
Área município	0,401
Número de alunos transportados por modo aquaviário	0,448
Número de alunos transportados por modo rodoviário	0,335
Índice Firjan de Gestão Fiscal	0,216
Redução do abandono escolar	-0,315
Redução da distorção idade serie	-0,337

Fonte: Elaborado pelos autores

Em função dos resultados apresentados, optou-se pela desconsideração dessa variável pelos seguintes critérios: o impacto do índice Firjan nos resultados é muito baixo; é um índice que não é elaborado por uma instituição pública; tem risco de descontinuidade do

indicador e não se tem muita garantia sobre os valores gerados do índice, podendo gerar questionamentos.

#### 5.2.4. Avaliação da variável “evolução do IDEB”

A variável IDEB é parte das variáveis consideradas para representar a meritocracia. A forma como foi inserida no modelo foi considerando a diferença da nota média do IDEB do ano em análise subtraído da nota média do IDEB do ano anterior. O motivo foi analisar o aumento ou diminuição dessa variável, ou seja, a sua evolução. Contudo, algumas observações importantes foram avaliadas a respeito da variável IDEB.

Em primeiro lugar, foi observado que existe falta de dados para alguns municípios para os anos de apresentação dos valores do IDEB, o que acaba afetando a análise em um plano nacional. Além disso, o IDEB de 2017 é o último disponível. O IDEB 2019 não foi publicado nem disponibilizado dentro dos dados do INEP, até o momento de desenvolvimento das simulações aqui apresentadas (09/2020). Em segundo lugar, essa é uma variável com disponibilização com periodicidade bianual.

A falta da identificação do IDEB para todos os municípios, pode gerar um viés nos cálculos, mas para superar essas dificuldades alguns métodos foram adotados no cálculo da análise fatorial. Dentre eles tem-se a substituição pela média ou listagem de dados omitidos que desconsidera as informações incompletas na análise.

Mesmo aplicando métodos de tratamento os resultados nas diferentes modelagens testadas não foram satisfatórios enquanto ao comportamento da variável e seu valor de *score* fatorial. O valor do *score* fatorial foi baixo e com sinal negativo (-0,089) (Tabela 5.4).

**Tabela 5.4:** Resultados do *score* fatorial das variáveis: área município, número de alunos transportados, porcentagem de alunos transportados por modo aquaviário

Variáveis	Score fatorial
Área município	0,477
Número de alunos transportados PNATE	0,381
Porcentagem de alunos transportado por modo aquaviário	0,510
Diferença da nota média do IDEB (2017-2015)	-0,089

Fonte: Elaborado pelos autores

O fato de ter um valor absoluto muito baixo indica a pequena influência que a variável IDEB tem no modelo. Já o sinal negativo significa que quanto maior for a evolução do IDEB no município, menos recurso deverá ser alocado a ele, o que contraria o princípio adotado na modelagem de ser essa uma variável meritocrática. Assim, espera-se que com uma evolução positiva do IDEB o município acabe recebendo mais recursos *per capita*.

Considerando que os resultados foram similares para a variável do IDEB em todas as modelagens testadas, foi tomada a decisão de desconsiderar o IDEB da formulação final. Outra questão que pode também ter gerado esses valores não adequados é a forma de coleta do IDEB, que é bianual e, portanto, fica atemporal quando analisada conjuntamente as outras variáveis, a exceção da área do município que se mantém constante no tempo.

### 5.3. Definição da Carga Fatorial das Variáveis Seleccionadas para o Modelo

Após todas as análises realizadas, o modelo que apresentou os melhores indicadores de avaliação e cargas fatoriais foi o modelo formulado da seguinte forma: i) Variáveis de Equidade: área total do município, número de alunos transportados no modo aquaviário, número de alunos transportados no modo rodoviário; ii) Variáveis de Meritocracia: redução do abandono escolar, redução da distorção idade série. A Tabela 5.5 apresenta os resultados do modelo selecionado como o melhor resultado para formulação do índice de necessidade.

**Tabela 5.5:** Resultados do *score* fatorial das variáveis definidas para o modelo

Variáveis	Carga Fatorial	Score fatorial	Coefficiente de confiabilidade composta (CC)
Área município	0,752	0,361	0,756
Número de alunos transportados por modo aquaviário	0,753	0,394	
Número de alunos transportados por modo rodoviário	0,463	0,348	
Redução do abandono escolar	-0,594	-0,382	
Redução da distorção idade série	-0,508	-0,447	
<b>Teste Kaiser – Meyer - Olkin</b>		<b>0,519</b>	
<b>Teste de esfericidade de Bartlett</b>	<b>Qui quadrado: 826,445</b>		<b>P-valor: 0,000</b>

Fonte: Elaborado pelos autores

Como pode ser observado na Tabela 5.5 a extração dos fatores deu como resultado dois fatores. Mas conforme a avaliação do coeficiente de confiabilidade composta só o primeiro fator foi satisfatório com um valor de 0,756. O cálculo do coeficiente de



confiabilidade composta foi realizado com os valores das cargas fatoriais. O valor do teste KMO também foi aceitável já com um valor de 0,519, acima do recomendado de 0,5. O teste de esfericidade de Bartlett deu um Qui quadrado de 826,445, dando um p-valor de confiabilidade de 99% rejeitando a hipótese de que a matriz de covariância seja iguala a matriz identidade. Portanto, a nível global o modelo satisfaz os indicadores de KMO e o teste de esfericidade, e a um nível local o único fator considerado apresenta uma robustez de confiabilidade.

Os valores também apresentados do *score* fatorial foram mais equilibrados do que nas outras modelagens. Dentro das variáveis equitativas o número de alunos transportados por modo aquaviário teve o maior peso de score fatorial, mas comparado com área do município e número de alunos transportados por modo rodoviário não existe muita diferença de valores. Portanto, não existira uma dominância dessa variável sobre as outras criando distorção nos resultados ao calcular o índice de necessidade.

No caso das variáveis de meritocracia, os sinais negativo em ambas as variáveis no *score* fatorial foi de acordo com o esperado. Na medida em que o município reduz o abandono escolar ou a distorção idade serie, recebe aumentos na pontuação do índice de necessidade. O maior valor dentro das variáveis meritocráticas foi da redução da distorção idade serie (-0,447). Já o valor da redução do abandono foi de -0,382. Para uma melhor interpretação dos resultados finais é importante esclarecer que as variáveis meritocráticas não diminuem a necessidade no caso de o município ter piorado nessas variáveis. O município só ficará em uma colocação abaixo no ranqueamento realizado pelo índice de necessidade. Ainda os *scores* fatoriais das variáveis equitativas têm mais impacto do que as variáveis meritocráticas no cálculo do índice de necessidade, assim, a equidade apresenta maior influência na classificação dos municípios.

#### **5.4. Tópicos Conclusivos**

A nova formulação para distribuição de recursos do PNATE foi realizada através do desenvolvimento de um índice de necessidade considerando as premissas de equidade e meritocracia. O método de análise fatorial foi aplicado para criação do índice de necessidade.

Das variáveis selecionadas como representativas da equidade, o percentual de alunos transportados no modo aquaviário, o índice Firjan de gestão fiscal, e o índice de gestão escolar foram desconsiderados por não terem apresentado resultados satisfatórios nas modelagens realizadas. Da mesma forma, dentre as variáveis selecionadas para a parte de meritocracia, a evolução do IDEB foi também desconsiderada pois os resultados não foram aceitáveis para sua aplicação.

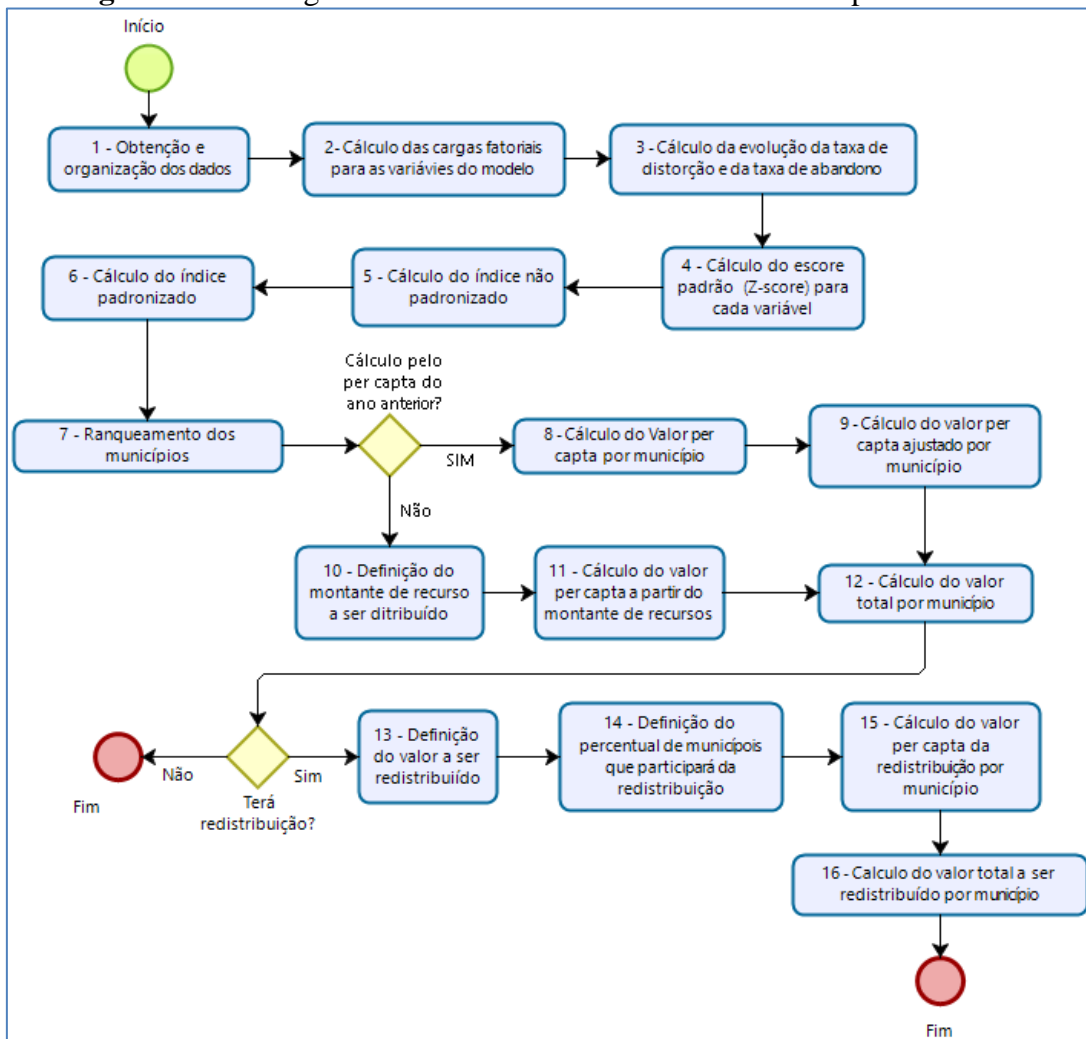
O melhor modelo encontrado foi o resultado da extração de um único fator conformado pelas variáveis: área do município, número de alunos transportados no modo aquaviário, número de alunos transportados no modo rodoviário, evolução da taxa de abandono, e evolução da taxa de distorção idade serie.

Os resultados da análise fatorial com o modelo proposto, e as variáveis selecionadas, foram satisfatórios para todos os indicadores de validação, sendo eles: KMO; teste de esfericidade; e confiabilidade composta, o que mostra a validade do modelo proposto e sua robustez.

## 6. Proposição do Novo Método de Cálculo para o Repasse de Recursos do PANTE

O novo método de cálculo do valor a ser repassado pelo PNAE aos municípios brasileiros foi definido em 16 etapas principais, existindo possibilidades distintas para estimativa tanto dos valores *per capita*, como para os valores totais, conforme descrito na Figura 6.1.

**Figura 6.1:** Fluxograma do método de cálculo do valor de repasse do PNATE



Fonte: elaborado pelos autores

As etapas apresentadas na Figura 6.1 serão detalhadas a seguir.

### 6.1. Obtenção e organização dos dados

Como definido na seção anterior as variáveis adotadas pelo modelo serão a área total do município, o número total de alunos transportados no modo rodoviário, o número de

alunos transportados no modo aquaviário, a taxa de abandono e a taxa de distorção idade-série. Assim, esses dados devem ser adquiridos junto às bases de dados que os apresentam, sendo a área do município adquirido junto as bases do IBGE, enquanto as demais informações serão obtidas na base do INEP.

Além da área do município o FNDE deve complementar com os demais dados básicos do município, ou seja, região a que pertence, estado a que pertence, código do IBGE, nome do município e, logicamente, a sua área. Já os dados do INEP, além dos já descritos, deve ser informado o número total de alunos transportados, e para a definição da evolução tanto da taxa de abandono, como da taxa de distorção idade-série, deve-se inserir esse dado de dois anos consecutivos, sendo um referente ao ano de realização da análise, e o outro um ano anterior.

É importante salientar que os dados do INEP sempre serão de anos anteriores àquele no qual se pretende fazer a simulação dos recursos a serem repassados. Isso ocorre pois como se trata de uma previsão futura, tais dados ainda não constarão nas bases de dados. Além dos dados do INEP deverão ser inseridos os dados referentes ao valor *per capita* do ano imediatamente anterior ao ano de simulação, para cada município.

## 6.2. Cálculo das cargas fatoriais das variáveis do modelo

O processo de cálculo das cargas fatoriais é o apresentado na seção anterior, com utilização da análise fatorial, as quais deverão ser calibradas de tempos em tempos. No entanto, como apresentado no estudo desenvolvido na subseção 3.3 e no Apêndice A essa calibração não tem necessidade de ser realizada anualmente. Assim, mantidas as condições atuais, a calibração poderá ser feita a cada 8 anos, e em um cenário mais otimista de evolução da educação no país, esse tempo cairia para 5 anos. Dessa forma, as cargas fatoriais permanecem constantes e iguais as apresentadas na Tabela 6.1.

**Tabela 6.1:** Variáveis e suas cargas fatoriais

Variáveis	Carga Fatorial
Área do Município	0,361
Alunos transportados no aquaviário	0,394
Alunos transportados no rodoviário	0,348
Evolução da distorção idade-série	-0,447
Evolução da taxa de abandono	-0,382

### 6.3. Cálculo da evolução da taxa de distorção idade-série e da taxa de abandono

Como na base de dados do INPE possui apenas a taxa de distorção idade-série e a taxa de abandono de cada ano, é necessário fazer o cálculo da evolução sofrida por esses indicadores ano a ano. Assim, como dito anteriormente, deve-se buscar nas bases os dados para essas duas taxas tanto para o ano base de análise como o ano anterior, fazendo assim, a diferença entre o ano base e o ano anterior, como pode ser observado nas equações 6.1 e 6.2.

$$Ev_{dist(i)} = Dist_{ano\_base(i)} - Dist_{ano\_base-1(i)} \quad (6.1)$$

em que:

$Ev_{dist(i)}$  = Evolução da taxa de distorção idade série

$Dist_{ano\_base(i)}$  = Taxa de distorção idade série do ano base da análise

$Dist_{ano\_base-1(i)}$  = Taxa de distorção idade série do ano anterior ao ano base da análise

$i$  = município de análise

$$Ev_{ab(i)} = Ab_{ano\_base(i)} - Ab_{ano\_base-1(i)} \quad (6.2)$$

em que:

$Ev_{ab(i)}$  = Evolução da taxa de abandono

$Ab_{ano\_base(i)}$  = Taxa de abandono do ano base da análise

$Ab_{ano\_base-1(i)}$  = Taxa de abandono do ano anterior ao ano base da análise

$i$  = município de análise

### 6.4. Cálculo escore padrão (z-score) para cada variável

O escore padrão (z-score) deve ser calculado para cada variável do modelo. Assim, as equações 6.3 a 6.7 apresentam a fórmula de cálculo para cada variável.

$$ZscArea_{(i)} = \frac{Area_{(i)} - \overline{Area}}{\delta_{Area}} \quad (6.3)$$

em que:

$ZscArea_{(i)}$  = escore padrão da área

$Area_{(i)}$  = área do município

$\overline{Area}$  = média das áreas de todos os municípios

$\delta_{Area}$  = desvio padrão das áreas de todos os municípios

$i$  = município de análise

$$ZscAq_{(i)} = \frac{Aq_{(i)} - \overline{Aq}}{\delta_{Aq}} \quad (6.4)$$

em que:

$ZscAq_{(i)}$  = escore padrão do total de alunos transportados no modo aquaviário

$Aq_{(i)}$  = total de alunos transportados no modo aquaviário

$\overline{Aq}$  = média do total de alunos transportados no modo aquaviário nos municípios

$\delta_{Aq}$  = desvio padrão do total de alunos transportados no modo aquaviário nos municípios

$i$  = município de análise

$$ZscRd_{(i)} = \frac{Rd_{(i)} - \overline{Rd}}{\delta_{Rd}} \quad (6.5)$$

em que:

$ZscRd_{(i)}$  = escore padrão do total de alunos transportados no modo rodoviário

$Rd_{(i)}$  = total de alunos transportados no modo rodoviário

$\overline{Rd}$  = média do total de alunos transportados no modo rodoviário nos municípios

$\delta_{Rd}$  = desvio padrão do total de alunos transportados no modo rodoviário nos municípios

$i$  = município de análise

$$ZscEv_{dist(i)} = \frac{Ev_{dist(i)} - \overline{Ev_{dist}}}{\delta_{Ev_{dist}}} \quad (6.6)$$

em que:

$ZscEv_{dist(i)}$  = escore padrão da evolução da taxa de distorção idade-série

$Ev_{dist(i)}$  = evolução da taxa de distorção idade-série

$\overline{Ev_{dist}}$  = média da taxa de distorção idade-série entre os municípios

$\delta_{Ev_{dist}}$  = desvio padrão da taxa de distorção idade-série entre os municípios

i = município de análise

$$Z_{sc}Ev_{ab(i)} = \frac{Ev_{ab(i)} - \overline{Ev_{ab}}}{\delta_{Ev_{ab}}} \quad (6.7)$$

em que:

$Z_{sc}Ev_{ab(i)}$  = escore padrão da evolução da taxa de abandono

$Ev_{ab(i)}$  = evolução da taxa de abandono

$\overline{Ev_{ab}}$  = média da taxa de abandono entre os municípios

$\delta_{Ev_{ab}}$  = desvio padrão da taxa de abandono entre os municípios

i = município de análise

## 6.5. Cálculo do índice não padronizado

O índice não padronizado corresponde ao início do processo de ranqueamento dos municípios a partir da carga fatorial das variáveis adotadas no modelo. A equações 6.8 apresenta a fórmula de cálculo desse índice.

$$INP_{(i)} = Area_{(i)} \times CF_{Area} + Aq_{(i)} \times CF_{Aq} + Rd_{(i)} \times CF_{Rd} + Ev_{dist(i)} \times CF_{dist} + Ev_{ab(i)} \times CF_{ab} \quad (6.8)$$

em que:

$INP_{(i)}$  = índice não padronizado

$Area_{(i)}$  = área do município

$CF_{Area}$  = carga fatorial da variável Área

$Aq_{(i)}$  = total de alunos transportados no modo aquaviário

$CF_{Aq}$  = carga fatorial da variável total de alunos transportados no modo aquaviário

$Rd_{(i)}$  = total de alunos transportados no modo rodoviário

$CF_{Rd}$  = carga fatorial da variável total de alunos transportados no modo rodoviário

$Ev_{dist(i)}$  = evolução da taxa de distorção idade-série

$CF_{dist}$  = carga fatorial da variável evolução da taxa de distorção idade-série

$Ev_{ab(i)}$  = evolução da taxa de abandono

$CF_{ab}$  = carga fatorial da variável evolução da taxa de abandono  
i = município de análise

## 6.6. Cálculo do índice padronizado

Como os valores do índice não padronizado variam desde valores negativos até valores positivos, faz-se a padronização do mesmo, fazendo com que o índice fique sempre entre 1 e 2. A equações 6.9 apresenta a fórmula de cálculo desse índice padronizado.

$$IP_{(i)} = \frac{INP_{(i)} - \min_{INP}}{\max_{INP} - \min_{INP}} + 1 \quad (6.9)$$

em que:

$IP_{(i)}$  = índice padronizado

$INP_{(i)}$  = índice não padronizado

$\min_{INP}$  = menor valor do índice não padronizado entre todos os municípios

$\max_{INP}$  = maior valor do índice não padronizado entre todos os municípios

i = município de análise

## 6.7. Ranqueamento dos municípios

Para o ranqueamento dos municípios basta ordenar os municípios do maior valor do índice padronizado até o menor valor, e a posição que o município ficar na série corresponderá a sua posição no ranking.

## 6.8. Cálculo do valor per capita por município

Para o cálculo do valor *per capita* de cada município é necessário ter conhecimento desse valor correspondente ao ano anterior ao que se quer determinar, além do percentual de reajuste que se pretende dar no valor *per capita* de um ano para o outro, como na equação 6.10.

$$NP_{(i)} = \frac{\left\{ \left( \max_{perc} \times (1 + R) \right) - \left( \min_{perc} \times (1 + R) \right) \right\} \times (PR_{(i)} - N_{mun})}{N_{mun} - 1} + \left( \min_{perc} \times (1 + R) \right) \quad (6.10)$$

em que:

$NP_{(i)}$  = novo valor *per capita*



$\min_{perc}$  = menor valor *per capita* recebido por um município no ano anterior ao da simulação

$\max_{perc}$  = maior valor *per capita* recebido por um município no ano anterior ao da simulação

R = percentual de reajuste dos valores do *per capita*

$PR_{(i)}$  = posição no ranking em que se encontra o município

$N_{mun}$  = número de municípios considerados no estudo

i = município de análise

### 6.9. Cálculo do valor *per capita* ajustado por município

Um dos princípios adotados pelo FNDE para o valor *per capita* de cada município, é que nenhum deles pode receber, em um determinado ano, valor inferior ao que ele recebeu no ano imediatamente anterior. Dessa forma, faz-se um ajuste desses valores para se garantir tal princípio, utilizando a regra apresentada a seguir:

*Se*  $NP(i) < PERC(i)$

*Então*  $NPa(i) = PERC(i)$

*Se não*  $NPa(i) = NP(i)$

em que:

$NP_{(i)}$  = novo valor *per capita*

$NPa_{(i)}$  = novo valor *per capita* ajustado

$PERC_{(i)}$  = valor *per capita* recebido no último ano

i = município de análise

### 6.10. Definição do montante de recurso a ser distribuído

Uma opção de cálculo dos valores *per capita* e também do total para cada município é a partir da definição do montante de recursos disponíveis pelo FNDE para aplicação no processo de distribuição de recursos do PNATE. Esse valor deve ser inserido no modelo para a estimação dos valores *per capita*.

### 6.11. Cálculo do valor per capita da distribuição a partir do montante de recursos pré-estabelecido

Conhecendo o montante de recursos disponível para a distribuição, calcula-se um valor *per capita* referente ao montante a ser distribuído. A equação 6.11 apresenta a fórmula de cálculo desse valor *per capita* da distribuição a partir de um montante de recursos pré-estabelecido.

$$PerceptaD_{(i)} = \left( \frac{RecursoDist}{\sum_{i=1}^n \frac{NP(i)}{Max_{NP}} \times TAL_{(i)}} \right) \times \frac{NP(i)}{Max_{NP}} \quad (6.11)$$

em que:

$PerceptaD_{(i)}$  = valor *per capita* da distribuição a partir de um montante de recursos pré-definido

$NP_{(i)}$  = novo valor *per capita*

$TAL_{(i)}$  = total de alunos transportados

$Max_{NP}$  = maior valor *per capita* que um município recebe

$RecursoDist$  = total de recursos disponível para a distribuição

$i$  = município de análise

$n$  = número de municípios da análise

### 6.12. Cálculo do valor total a ser repassado por município

Após a definição do valor *per capita* a ser adotado em cada município, determina-se o montante de recursos a ser aportado a cada um, multiplicando-se o *per capita* pelo total de alunos transportados, como indica a equação 6.12; 6.13 e 6.14, em função da opção adotada para o cálculo:

- a) Cálculo a partir do valor *per capita* sem ajuste

$$Total_{(i)} = NP_{(i)} \times TAL_{(i)} \quad (6.13)$$

em que:

$Total_{(i)}$  = total de recursos a ser aportado no município

$NP_{(i)}$  = novo valor *per capita*

$TAl_{(i)}$  = total de alunos transportados

i = município de análise

b) Cálculo a partir do valor *per capita* ajustado

$$TotalA_{(i)} = NPa_{(i)} \times TAl_{(i)} \quad (6.12)$$

em que:

$TotalA_{(i)}$  = total de recursos a ser aportado no município a partir do *per capita* ajustado

$NP_{(i)}$  = novo valor *per capita*

$TAl_{(i)}$  = total de alunos transportados

i = município de análise

c) Cálculo a partir do valor *per capita* definido em função do montante de recursos a serem distribuídos.

$$d) TotalM_{(i)} = PercaptaD_{(i)} \times TAl_{(i)} \quad (6.14)$$

em que:

$TotalM_{(i)}$  = total de recursos a ser aportado no município a partir de um montante pré-definido

$PercaptaD_{(i)}$  = valor *per capita* da distribuição a partir de um montante de recursos pré-definido

$TAl_{(i)}$  = total de alunos transportados

i = município de análise

### 6.13. Definição do valor a ser redistribuído

Após o repasse dos recursos aos municípios o FNDE pode verificar que por inadimplência ou decisão do próprio município, alguns não recebem o recurso que havia sido definido para o repasse. Dessa forma, o montante não executado pode então ser redistribuído e, para isso, o FNDE deve obter o valor total de recurso disponível para a redistribuição:

### 6.14. Definição do percentual de municípios que participará dessa redistribuição

Com o montante de recursos a serem redistribuídos, o FNDE poderá definir, internamente, qual o percentual de municípios a receberem tal redistribuição. Ou seja, pode escolher entre qualquer percentual, podendo definir que todos recebem (100%), apenas os 10%, ou 25% dos municípios melhores ranqueados recebem, enfim, essa é uma decisão interna do FNDE em função de sua política e do montante de recursos disponível.

### 6.15. Cálculo do valor *per capita* da redistribuição

Conhecendo o montante de recursos disponível para a redistribuição e o percentual de municípios que receberão os recursos, calcula-se um valor *par capita* referente ao montante a ser redistribuído. A equação 6.15 apresenta a fórmula de cálculo desse valor *per capita* da redistribuição.

$$PercaptaR_{(i)} = \left( \frac{Recurso}{\sum_{i=1}^n \frac{NP(i)}{Max_{NP}} \times TAL_{(i)}} \right) \times \frac{NP(i)}{Max_{NP}} \quad (6.15)$$

em que:

$PercaptaR_{(i)}$  = valor *per capita* da redistribuição

$NP_{(i)}$  = novo valor *per capita*

$TAL_{(i)}$  = total de alunos transportados

$Max_{NP}$  = maior valor *per capita* que um município recebe

$Recurso$  = total de recursos disponível para a redistribuição

$i$  = município de análise

$n$  = número de municípios da análise

## 6.16. Cálculo do valor total da redistribuição por município

Após a definição do valor *per capita* a ser adotado em cada município para a redistribuição, determina-se o montante de recursos a ser aportado na redistribuição a cada um, multiplicando-se o *per capita* da redistribuição pelo total de alunos transportados, como indica a equação 6.16

$$Total_{Red(i)} = PercaptaR_{(i)} \times TAL_{(i)} \quad (6.16)$$

em que:

$Total_{Red(i)}$  = total de recursos a ser aportado no município pela redistribuição

$PercaptaR_{(i)}$  = valor *per capita* da redistribuição

$TAL_{(i)}$  = total de alunos transportados

i = município de análise

## 6.17. Tópicos Conclusivos

Como pode ser observado na apresentação da metodologia, apesar de composta por um número grande de etapas, ela foi concebida com a preocupação de ser de fácil aplicação por parte do FNDE, e sem a necessidades de recursos computacionais elaborados, ou até mesmo a necessidade de recursos financeiros adicionais para sua execução.

Além disso, o modelo ainda permite análises diferenciadas, considerando o cálculo a partir dos valores máximo e mínimo de *per capita* do ano anterior ao de análise. Permite ainda, para esse caso, ajustar o *per capita* de modo que nenhum município receba um valor inferior ao recebido em um ano anterior. Por fim, uma terceira opção é colocada a partir da definição dos novos valores *per capita* tendo conhecimento do montante de recursos destinados para serem aplicados no PNATE.

Além das observações já apresentadas, o modelo ainda permite realizar uma redistribuição dos recursos que não foram alocados. Sabe-se que alguns municípios preferem não receber os recursos, e outros, por alguma inadimplência, acabam sendo impedidos de receber. Dessa forma, parte dos recursos acabam não sendo aplicados,

configurando em um saldo, que pode, agora com o novo modelo, ser realocado novamente, garantindo a execução de todo o recurso destinado para esse programa.

Esses são aspectos importantes para viabilizar a aplicação do modelo ano a ano e, mesmo com mudança de equipe técnica, sua aplicação possa ser mantida, em função da simplicidade do modelo. Além de se configurar como uma ferramenta de gestão por parte do FNDE.

## 7. Análise do Modelo Proposto

Para avaliar o modelo proposto, o mesmo foi analisado comparativamente com o modelo vigente sob três perspectivas, sendo a primeira uma comparação do comportamento de cada um no que se refere à identificação dos municípios que devem receber os maiores valores *per capita* e aqueles que devem receber os menores valores. A segunda análise desenvolvida foi a comparação entre o ranqueamento dos municípios e, por fim, os valores *per capita* e totais a serem alocados para viabilizar a política. Para tal, foi realizada uma simulação com dados de 2017 e 2018 para gerar a distribuição de recursos referentes ao ano de 2019, comparando-se então os valores da simulação com os apresentados pelo FNDE para o referido ano.

### 7.1. Comparação do Modelo Proposto com o FNRM

Como já foi apresentado, o modelo de distribuição de recursos do PNATE vigente atualmente no FNDE parte do princípio de que tal distribuição é baseada na classificação dos municípios em quatro faixas de necessidade de recursos, a saber: faixa 1 - muito baixa, faixa 2 - baixa, faixa 3 - média e faixa 4 - alta necessidade. Sendo que tal classificação é realizada a partir do cálculo do FNRM (fator de necessidade de recursos do município) e os municípios são, então, alocados de forma equilibrada, dentro de cada estado, nas 4 faixas, ou seja, 25% dos municípios em cada uma. Assim, logicamente, tem-se a mesma divisão de 25% dos municípios alocados em cada faixa também nacionalmente.

É importante salientar que a nova proposta não trabalha com tal classificação, no entanto, apenas com o intuito de realizar a comparação com o modelo vigente, também foi feita a classificação dos municípios nas quatro faixas de necessidade. Para essa classificação foi desenvolvido o ranqueamento dos municípios e, a partir dele, foram utilizados os quartis para a separação nas quatro faixas de necessidade, conforme adotado pelo FNRM.

Entretanto, para o modelo proposto não existe o agrupamento dos municípios por estado, uma vez que sua localização estadual não interfere na sua classificação, contrariamente como ocorre no modelo vigente. Dessa forma, por meio do ranqueamento dos municípios, realizado com a aplicação do novo modelo fez-se a separação de 25% em cada faixa. Com

isso, os primeiros 25% dos municípios classificados foram alocados na faixa de maior valor *per capita* (faixa de maior necessidade de recursos), os outros 25% na faixa de média necessidade, ou outros 25% na de baixa necessidade e, por fim, os últimos 25% na faixa de muito baixa necessidade.

Essa análise comparativa é importante para entender as diferenças comportamentais entre os dois métodos e avaliar a coerência com as premissas adotadas no modelo proposto. Os resultados do número de municípios por região, decorrentes dessa alocação nas faixas de necessidade de recurso, podem ser visualizados nas Tabelas 7.1, 7.2, 7.3 e 7.4.

**Tabela 7.1: Municípios Modelo Vigente**

MODELO VIGENTE					
Região	1	2	3	4	Total
Centro Oeste	114	113	115	125	467
Nordeste	443	450	451	450	1794
Norte	112	110	110	118	450
Sudeste	426	413	412	417	1668
Sul	301	301	293	296	1191
<b>Total Geral</b>	<b>1396</b>	<b>1387</b>	<b>1381</b>	<b>1406</b>	<b>5570</b>

**Tabela 7.2: Municípios Modelo Proposto**

MODELO PROPOSTO					
Região	1	2	3	4	Total
Centro Oeste	97	134	148	88	467
Nordeste	247	246	476	825	1794
Norte	52	52	109	237	450
Sudeste	582	555	383	148	1668
Sul	414	406	277	94	1191
<b>Total Geral</b>	<b>1392</b>	<b>1393</b>	<b>1393</b>	<b>1392</b>	<b>5570</b>

**Tabela 7.3: Resultado Modelo Vigente**

MODELO VIGENTE					
Região	1	2	3	4	Total
Centro Oeste	24%	24%	25%	27%	100%
Nordeste	25%	25%	25%	25%	100%
Norte	25%	24%	24%	26%	100%
Sudeste	26%	25%	25%	25%	100%
Sul	25%	25%	25%	25%	100%
<b>Total Geral</b>	<b>25%</b>	<b>25%</b>	<b>25%</b>	<b>25%</b>	<b>100%</b>

**Tabela 7.4: Resultado Modelo Proposto**

MODELO PROPOSTO					
Região	1	2	3	4	Total
Centro Oeste	21%	29%	32%	19%	100%
Nordeste	14%	14%	27%	46%	100%
Norte	12%	12%	24%	53%	100%
Sudeste	35%	33%	23%	9%	100%
Sul	35%	34%	23%	8%	100%
<b>Total Geral</b>	<b>25%</b>	<b>25%</b>	<b>25%</b>	<b>25%</b>	<b>100%</b>

Como pode ser observado, e o que já era esperado, os resultados mostram um equilíbrio de aproximadamente 25% dos municípios sendo alocados em cada faixa de necessidade em todas as regiões do país para o modelo vigente atualmente. No entanto, avaliando o comportamento do modelo proposto tal equilíbrio não é observado, mesmo mantendo o equilíbrio no âmbito nacional.

Observa-se então, que no modelo proposto mais de 70% dos municípios das regiões nordeste e norte foram alocados nas faixas de maior necessidade de recursos (faixas 3 e 4), enquanto que mais de 65% dos municípios das regiões sul e sudeste foram alocados

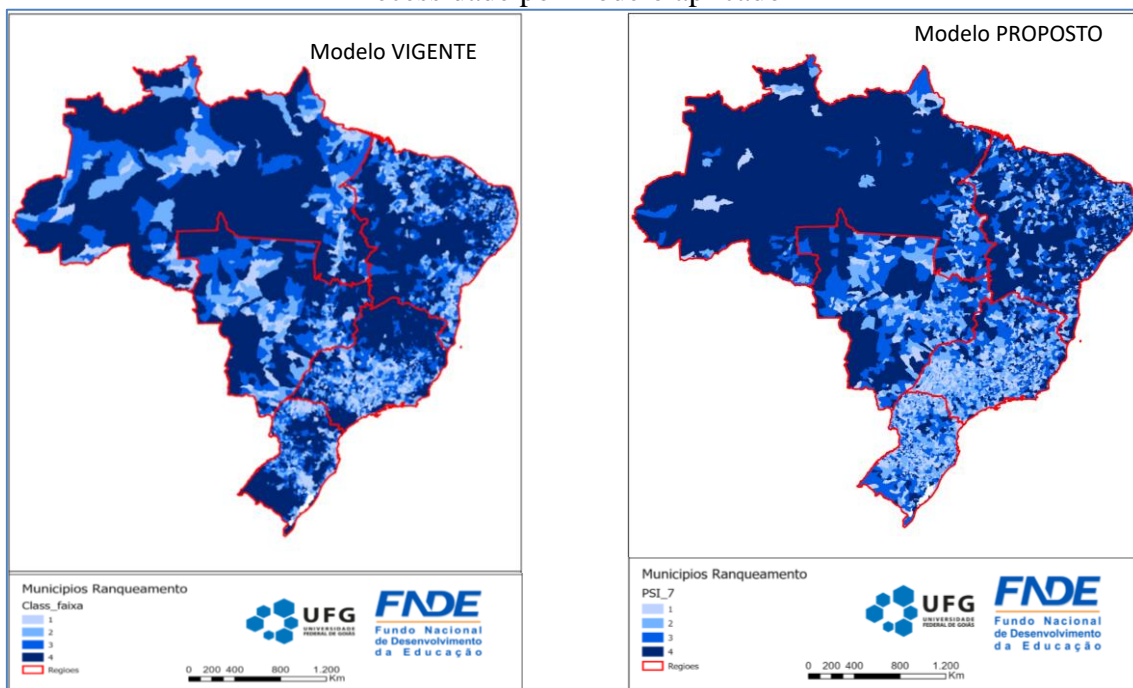


nas faixas de menor necessidade de recursos (faixas 1 e 2). Essa diferença apresentada entre os modelos é relevante, e mostra, claramente, que o modelo proposto está coerente com séries históricas de pobreza e de deficiências educacionais das regiões norte e nordeste, o que efetivamente justifica alocações de maior valores *per capita* para municípios dessas regiões.

Assim, o modelo proposto mostra-se não só coerente com os aspectos socioeconômicos e educacionais existentes em estudos já realizados, mas também com os princípios e premissas adotadas na sua elaboração.

A Figura 7.1 apresenta a distribuição espacial dos resultados contidos nas tabelas descritas, e nela é possível verificar a mudança importante que o modelo apresenta, ao considerar as questões relacionadas com as necessidades da operação do transporte escolar, concentrando os maiores valores de *per capita*, nas regiões norte e nordeste, e um equilíbrio no centro-oeste.

**Figura 7.1:** Mapas comparativos da distribuição dos municípios nas faixas de necessidade por modelo aplicado



Fonte: elaborado pelos autores

Com base no mapeamento da distribuição espacial da Figura 7.1, observando as mudanças que o novo ranqueamento teve comparado com a anterior classificação do FNRM. Assim, verificou-se que alguns municípios mudaram de alta para baixa necessidade, como também outros municípios mudaram de baixa para alta necessidade. Nesse sentido, foi analisada de forma quantitativa o número de municípios que tiveram mudanças na classificação de necessidade a partir da adoção do novo modelo. A Tabela 7.5 apresenta os resultados da análise da quantidade de municípios que tiveram mudanças com a aplicação do ranqueamento do índice de necessidade.

**Tabela 7.5:** Mudança de classificação no FNRM com a aplicação do índice de necessidade

Mudanças na classificação de necessidade	Quantidade de municípios		
-3	238	4,3%	
-2	645	11,6%	35,4%
-1	1089	19,6%	
0	1615	29,0%	29,0%
1	1119	20,1%	
2	630	11,3%	35,6%
3	234	4,2%	
Total Geral	5570	100,0%	

Fonte: elaborado pelos autores

Os resultados mostram que 4.3% dos municípios mudaram de alta necessidade para baixa necessidade. Numa proporção similar 4,2% mudaram de baixa necessidade para alta necessidade. Além disso, 11,6% dos municípios caíram dois níveis na classificação de necessidade, enquanto 11,3% subiram dois níveis na classificação de necessidade. 19,6% dos municípios caíram só um nível na classificação e 20,1% subiram um nível na classificação de necessidade, enquanto 29,0% dos municípios não tiveram mudança na sua classificação de necessidade. Nos totais agregados, interessante, existe uma distribuição equitativa enquanto aos municípios que caem níveis na classificação de necessidade, com uma percentagem de 35,4%, e os municípios que sobem níveis na classificação de necessidade, com uma percentagem de 35,6%.

Outra análise comparativa realizada foi a do comportamento de estatísticas das variáveis consideradas no modelo. Assim, a Tabela 7.6 apresenta a comparação dos valores

mínimo, máximo e média de cada variável conforme as duas classificações (a vigente atualmente e a proposta).

**Tabela 7.6:** Estatísticas de comparação entre a classificação do FNRM e do índice de necessidade transporte escolar

Variáveis	Estat.	Faixas FNMR				Classificação Índice de necessidade			
		1	2	3	4	1	2	3	4
Área município	Min	3,57	19,39	56,96	79,89	17,26	3,61	19,79	3,57
	Max	14.966,2	33.111,1	55.827,2	159.533,3	25.260,4	16.713,4	23.034,3	159.533,3
	Média	469,61	820,19	1.263,34	3.527,8	521,61	717,52	1.161,49	3.702,37
Alunos transportados aquaviário	Min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Max	7.058,0	11.019,0	14.256,0	18.797,0	1.235,0	1.183,0	1.309,0	18.797,0
	Média	55,31	80,70	85,86	150,0	15,66	21,69	34,84	300,28
Alunos transportados rodoviário	Min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,00	0,00
	Max	20.886,0	9.112,0	11.756,0	11.863,0	3.232,0	3.234,0	4.360,00	20.886,0
	Média	610,28	699,73	838,19	1.188,0	333,34	523,64	797,41	1.684,9
Redução distorção idade	Min	-14,20	-22,30	-24,90	-18,10	-4,40	-4,90	-5,10	-24,90
	Max	10,20	7,70	18,30	8,80	18,30	4,20	2,70	5,00
	Média	-0,84	-0,93	-0,92	-1,01	0,83	-0,53	-1,44	-2,55
Redução abandono	Min	-10,00	-6,10	-9,10	-11,80	-1,70	-3,40	-3,10	-11,80
	Max	12,40	6,30	5,10	9,90	12,40	3,40	2,50	4,60
	Média	-0,22	-0,18	-0,22	-0,18	0,50	-0,03	-0,31	-0,96

Fonte: elaborado pelos autores

No caso das variáveis equitativas, observa-se que ambas classificações seguem comportamentos monótonos crescentes nos valores médios. Isso no sentido de que as classificações de baixa necessidade apresentam os valores médios mais baixos e nas faixas de alta necessidade apresentam-se os valores médios mais altos.

Essa comparação mostra que o ranqueamento com base ao novo índice de necessidade não apresenta distorções enquanto as variáveis equitativas, ou seja, à medida que aumenta a necessidade aumenta o valor médio das variáveis equitativas. Diferenças são encontradas entre os valores mínimos e máximos de cada grupo de classificação do índice de necessidade e cada faixa de classificação do FNRM. Essas diferenças correspondem à heterogeneidade dos municípios e às suas mudanças entre as classificações. Alguns municípios reduziram de uma classificação de alta necessidade para baixa necessidade como também no sentido contrário teve municípios que subiram de baixa necessidade para uma alta necessidade.

No caso das variáveis meritocráticas, observa-se maiores diferenças entre as duas classificações. Não existe nenhuma organização nem padrão de comportamento na classificação do FNRM.

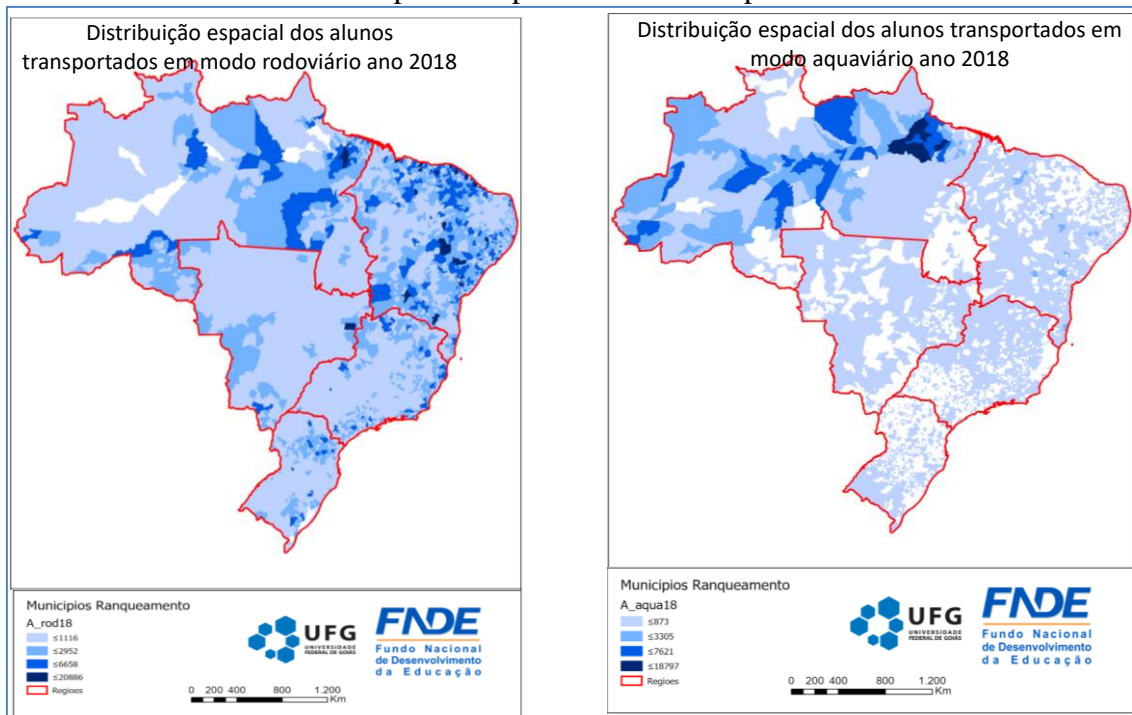
Ao contrário, na classificação da formulação proposta, como ela considera as variáveis meritocráticas, se evidencia que o comportamento do valor médio para as variáveis meritocráticas se comporta de forma monótona decrescente. Indicando que os municípios de baixa necessidade apresentam o valor médio positivo, que corresponde a aqueles que tiveram piora na taxa de abandono e de distorção idade serie. Já os municípios de alta necessidade apresentam o valor médio negativo, indicando que tiveram redução do abandono e da distorção idade serie.

Esse comportamento monótono decrescente das médias está de acordo com o objetivo da implementação das variáveis meritocráticas. Já que quanto maior redução do abandono e a distorção idade serie eles contribuem no aumento do índice de necessidade.

A coerência do modelo proposto com as questões operacionais do transporte escolar pode ser observada na Figura 7.2, na qual tem-se a distribuição espacial dos municípios que mais apresentam alunos sendo transportados no modo rodoviário e no modo aquaviário.

Observa-se, com os dados apresentados, que essa concentração maior de alunos por modo de transporte também ocorre com mais frequência nos municípios das regiões norte e nordeste.

**Figura 7.2:** Mapas com indicação dos municípios com maior número de alunos transportados por modo de transporte



Fonte: elaborado pelos autores

## 7.2. Análise do Ranqueamento

O modelo proposto faz um ranqueamento dos municípios considerando as variáveis equitativas e meritocráticas, o que acaba gerando valores do *per capita* diferenciados por municípios. Assim, a fim de realizar uma análise comparativa entre o modelo vigente atualmente no FNDE e o proposto, fez-se um ranqueamento também dos municípios pelo valor *per capita* definido para cada municípios pelo modelo vigente atualmente.

Na análise comparativa pode-se notar que apenas um município manteve a mesma posição do ranqueamento nos dois modelos, 2.883 subiram, pelo menos, uma posição no ranking e 2.686 municípios abaixaram, pelo menos, uma posição no ranking. Tal resultado mostra a diferença imposta pelos parâmetros utilizados nas formulações, impactando no ranqueamento dos municípios.

Para o modelo proposto pode-se observar, na Tabela 7.7 e na Tabela 7.8, que os cinco municípios com melhor posição no ranking, e os cinco com pior posição no ranking,

apresentaram valores, para as variáveis de equidade consideradas no modelo, coerentes com as premissas estabelecidas.

**Tabela 7.7:** Análise dos 5 municípios melhor classificados – variáveis de equidade

Posição ranking	Município	Área	Número de alunos transportados por modo aquaviário	Número de alunos transportados por modo rodoviário	Índice padronizado
1	Breves - PA	9.566,57	18.797	441	2,000
2	Altamira - PA	159.533,33	392	2.002	1,935
3	Oriximiná - PA	107.613,84	6.412	1.665	1,931
4	Cametá - PA	3.081,37	14.256	3.082	1,873
5	Porto de Moz - PA	17.423,02	10.527	0	1,806

Fonte: elaborado pelos autores

Observa-se que o primeiro município, Breves – PA, apresenta uma maior quantidade de alunos transportados no modo aquaviário e uma área extensa de 9 mil quilômetros quadrados, diferentemente do segundo colocado, Altamira-PA, que apesar de ter uma área maior e mais alunos transportados no modo rodoviário, tem poucos alunos transportados no modo aquaviário.

**Tabela 7.8:** Análise dos 5 municípios pior classificados – variáveis de equidade

Posição ranking	Município	Área	Número de alunos transportados por modo aquaviário	Número de alunos transportados por modo rodoviário	Índice padronizado
5566	Apuarema - BA	38.379,5	0	474	1,184
5567	Pindaré-Mirim - MA	86.398,8	214	621	1,158
5568	Mato Verde - MG	58.230,0	0	501	1,073
5569	Itamari - BA	51.568,8	0	316	1,018
5570	Galinhos - RN	12.991,25	0	474	1,000

Fonte: elaborado pelos autores

Observando os municípios com as piores posições no ranqueamento (Tabela 7.8), nota-se que Galinhos – RN foi o que apresentou a menor área, não transportando alunos no modo aquaviário, e o quantitativo de alunos transportados no modo rodoviário é pequeno. Quando comparado com o penúltimo colocado, verifica-se que a variável mais impactante foi a área, que no caso da de Itamari – BA é aproximadamente 4 vezes maior que a de Galinhos – RN, pesando na sua classificação.

Os resultados desse ranqueamento apresentam que o índice consegue representar a heterogeneidade que os municípios possuem quando se trata de suas das características relacionadas com a equidade. Não foram observadas tendências no sentido de uma variável ter maior relevância que as outras, o que poderia significar que o modelo não consegue acompanhar a heterogeneidade das informações.

No entanto, é importante salientar que a classificação no ranqueamento não se dá apenas pelas variáveis equitativas, tendo que ser avaliadas as variáveis meritocráticas. Assim, as Tabelas 7.9 e 7.10 trazem os dados comparativos para os cinco municípios melhores classificados e os cinco piores classificados no ranqueamento, sucessivamente.

**Tabela 7.9:** Análise dos 5 municípios melhor classificados – variáveis meritocráticas

Posição ranking	Município	Área	Evolução da Distorção Idade-Série	Evolução da Taxa de Abandono	Índice padronizado
1	Breves - PA	9.566,57	-2	0,8	2,000
2	Altamira - PA	159.533,33	-2	-0,5	1,935
3	Oriximiná - PA	107.613,84	0	-0,4	1,931
4	Cametá - PA	3.081,37	-1,4	0	1,873
5	Porto de Moz - PA	17.423,02	-3,4	-1,9	1,806

Fonte: elaborado pelos autores

Os resultados apresentados na Tabela 7.9 mostram que além de terem grande necessidade de recursos, como indicado nas variáveis equitativas, os municípios com melhor classificação no ranqueamento também apresentaram bom desempenho nas variáveis meritocráticas. Apenas o município de Breves teve uma piora na taxa de abandono, no entanto as variáveis equitativas tiveram maior peso no seu ranqueamento. Tal fato era esperado, uma vez que a meritocracia entra no modelo como uma estratégia e, como tal, não deve ter maior relevância no modelo que as variáveis equitativas.

**Tabela 7.10:** Análise dos 5 municípios pior classificados – variáveis de meritocráticas

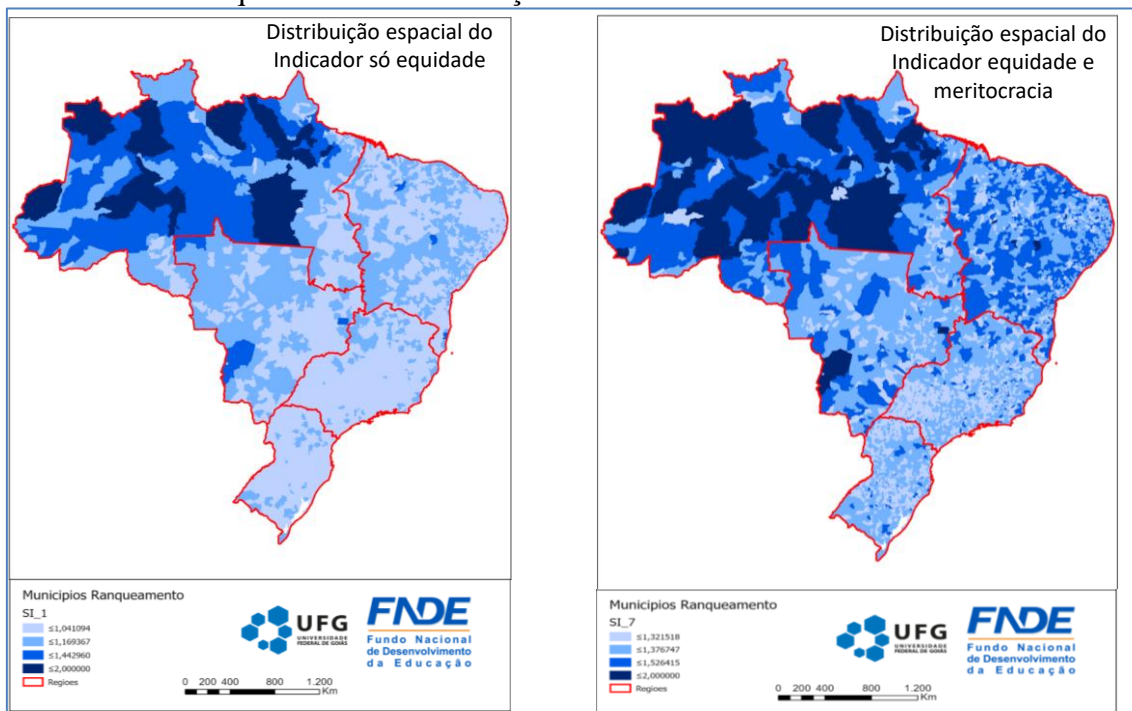
Posição ranking	Município	Área	Evolução da Distorção Idade-Série	Evolução da Taxa de Abandono	Índice padronizado
5566	Apuarema - BA	38.379,5	4,8	3,4	1,184
5567	Pindaré-Mirim - MA	86.398,8	10,2	1,8	1,158
5568	Mato Verde - MG	58.230,0	18,3	0,5	1,073
5569	Itamari - BA	51.568,8	3,6	12,4	1,018
5570	Galinhos - RN	12.991,25	8,8	9,9	1,000

Fonte: elaborado pelos autores

Como pode ser observado na Tabela 7.10, verifica-se novamente um comportamento desejado para o modelo, ou seja, os municípios com piores classificações no ranqueamento, além de serem municípios com baixas necessidades em função das variáveis equitativas, ainda apresentaram desempenhos ruins para as variáveis meritocráticas. Esses municípios apresentaram aumentos significativos tanto da distorção idade-série, como da taxa de abandono, o que impactou na sua classificação no ranqueamento.

Analisando mais especificamente o modelo proposto, a Figura 7.3 apresenta a distribuição espacial aplicando o modelo e estabelecendo o ranqueamento dos municípios por meio do índice padronizado. Assim, foi realizada a comparação do ranqueamento com o modelo sendo aplicado apenas com as variáveis equitativas e, em outra simulação, já considerando as variáveis meritocráticas.

**Figura 7.3:** Mapas com simulação do modelo proposta apenas com variáveis equitativas e com inserção das variáveis meritocráticas.



Fonte: elaborado pelos autores

Nota-se que a inclusão da meritocracia não reduziu a pontuação de nenhum município, tendo apenas incrementado a posição no ranqueamento de alguns deles. Esse aspecto é



importante, uma vez que o modelo propões, com a inclusão das variáveis meritocráticas, incentivar os municípios a buscarem a melhoria contínua da educação pública ofertada por eles, e jamais ser um aspecto punitivo aos municípios. Além disso, nota-se claramente, por meio do ranqueamento apresentado, a maior participação de municípios das regiões Norte e Nordeste, como sendo aqueles em posições superiores no ranking e, conseqüentemente, aqueles que receberão valores *per capita* mais elevados em comparação aos municípios das demais regiões.

Outro aspecto importante a ser analisado é com relação ao valor *per capita*. Para essa variável observou-se que no modelo proposto 4.638 municípios passariam a ganhar um valor superior ao do modelo vigente, e os 932 municípios restantes, deveriam ganhar valores inferiores aos atuais. Logicamente que esse resultado acaba impactando no montante total de recursos a serem aportados, ficando com valor superior ao apresentado no modelo atualmente vigente. Dessa forma, foi apresentada uma proposta na qual, a partir de um montante de recursos pré-estabelecido define-se o valor *per capita* para cada município.

### **7.3. Tópicos Conclusivos**

Como foi apresentado nessa seção, o novo modelo proposto apresenta resultados significativamente diferentes do modelo atualmente vigente, desde a comparação da alocação dos municípios nas faixas de necessidade, passando pelo ranqueamento, até chegar no valor *per capita* a ser repassado a cada municípios.

Tais divergências eram esperadas a partir do momento em que se optou por incluir variáveis que efetivamente tinham maior relação com a complexidade da operação do transporte escolar rural nos municípios, e ainda se propôs a inserção das variáveis meritocráticas.

É importante salientar que na avaliação espacial dos municípios que passam a ganhar maiores valores *per capita*, são aqueles que historicamente apresentam maiores déficits socioeconômicos e educacionais, que são os municípios das regiões Norte e Nordeste. Assim, percebe-se uma equidade realmente pensada nas necessidades voltadas ao custeio do transporte escolar e nas distintas realidades dos 5570 municípios brasileiros.

Assim, pode-se observar que os resultados do ranqueamento dos municípios com o novo índice de necessidade foram satisfatórios. Nota-se que existe coerência nos valores de número de alunos transportados observados dos municípios ranqueados, além da área do município.

Foi realizada uma comparação entre a classificação das faixas de necessidade do FNRM e a classificação por quartil do ranqueamento do índice de necessidade. A classificação pelo índice de necessidade teve comportamento monótono crescente para os valores médios das variáveis equitativas e um comportamento monótono decrescente para os valores médios das variáveis meritocráticas. Resultados que são coerentes e atendem o esperado no ranqueamento dos municípios.

A distribuição espacial do ranqueamento pelo novo índice de necessidade apresentou uma distribuição da necessidade mais equitativa comparando as regiões norte, nordeste, sudeste e sul. A distribuição espacial da classificação das faixas de necessidade do FNRM resultou ser menos equitativa e mais focada numa distribuição de iguais proporções dentro de cada região. Considerando as análises realizadas, o novo índice de necessidade desenvolvido permite ranquear os municípios brasileiros atendendo as premissas de equidade e da meritocracia.

## 8. Considerações Finais

Como considerações finais do presente estudo, verifica-se que a proposta da nova fórmula de repasse de recursos do PNATE leva em consideração não só a nova modelagem, mas também busca recuperar o entendimento do PNATE como uma ação dentro das políticas públicas de desenvolvimento educacional do país. Nesse sentido destaca-se alguns itens:

### 8.1. PNATE como política pública

O papel que o Estado desempenha na sociedade sofreu e ainda vai sofrer várias transformações com o passar do tempo. Atualmente, é comum se afirmar que a função do Estado é promover o bem-estar da sociedade. Para tanto, ele necessita desenvolver uma série de ações e atuar diretamente em diferentes áreas, tais como saúde, educação e meio ambiente. Para atingir resultados em diversas áreas e promover o bem-estar da sociedade, os governos se utilizam das Políticas Públicas.

As políticas públicas devem atender às demandas impostas pela sociedade, e principalmente dos grupos considerados mais vulneráveis, como é o caso da política pública do transporte escolar, e com ela seus programas. E neste estudo é tratado especificamente do Programa Nacional de Apoio ao Transporte do Escolar – PNATE.

Dessa forma, um grande desafio para o PNATE, que se configura em uma política distributiva, é o de assegurar a chamada justiça social, bem como dar oportunidades igualitárias a seus beneficiados. Por isso, a proposta aqui apresentada trouxe a premissa da igualdade e da equidade, representada pela necessidade individual de cada município, relacionado ao objetivo básico do programa que é o custeio do transporte escolar rural.

Assim, dentro do modelo desenvolvido tem-se o princípio da igualdade, assegurado pela própria normativa do programa, que garante direitos iguais a todos os alunos de escolas públicas que residem em área rural e utilizam o transporte escolar. Além do princípio da igualdade foi incorporado o da equidade, o qual dá o tratamento desigual em função das distintas necessidades de cada município no que se refere ao custeio do transporte escolar rural por eles oferecido. E para completar a proposta, foi inserida a meritocracia como uma estratégia da política para incentivar a melhoria contínua da educação no país,

incorporando no programa o conceito da premiação pelo bom desempenho dos municípios em seus indicadores educacionais. Dessa forma, será dado tratamento diferenciado também aos diferentes desempenhos educacionais de cada municípios brasileiros.

Buscou-se na proposta, o resultado finalístico do PNATE, por meio das premissas adotadas, e considerando a meritocracia como uma diretriz, dentro da visão mais ampla de desenvolvimento educacional, da qual o PNATE faz parte como uma das grandes ações para a busca da justiça social. Esses são elementos importantes colocados na proposta do novo modelo, e que fazem com que ele apresente uma evolução importante quando comparada aos modelos anteriormente adotados para a distribuição dos recursos do PNATE.

## **8.2. Formulação da nova proposta**

Dentro da proposta apresentada existem alguns aspectos relevantes a serem observados.

### **8.2.1. Dos Fundamentos da proposta**

A formulação da nova proposta teve como fundamento as premissas e diretrizes que nortearam a seleção das variáveis que pudessem representar meios de se obter resultados finalísticos do Programa. Para isso, uma vasta revisão bibliográfica nacional e internacional foi realizada, verificando que poucos trabalhos apresentam a relação entre os fundamentos da política e variáveis consideradas. Assim, dentro das variáveis encontradas se analisou quais poderiam representar o resultado finalístico do Programa.

### **8.2.2. Da seleção das variáveis**

É importante destacar que para representar as variáveis de equidade utilizou-se variáveis já coletadas por entes públicos do Brasil, com periodicidade anual de coleta, e que representam aspectos relacionados com a complexidade da operação do transporte escolar rural e, conseqüentemente, se relacionam com o custeio do serviço. A formulação da proposta teve como um de seus requisitos a sua fácil implementação em função das variáveis, e o uso de dados secundários de fontes confiáveis e com periodicidade adequada. Dessa forma, três foram as variáveis utilizadas, sendo a primeira a área total

do município (a única variável que não apresenta periodicidade anual na sua coleta, mas que, em contra partida, não possui variações significativas ao longo dos anos), o número total de alunos transportados no modo rodoviário, e o número total de alunos transportados no modo aquaviário.

A área total do município foi considerada em função da sua relação com a quilometragem e com o número de rotas que o município terá. Assim, quanto maior for o município, maior a probabilidade de necessitar de um número maior de rotas para atender seu alunado, e maior a probabilidade de ocorrerem rotas extensas, o que eleva o custo operacional do sistema.

Já a consideração do número de alunos por modo de transporte foi feita pois, em estudo já desenvolvido sobre o custo do transporte escolar rural, verificou-se que o transporte aquaviário apresenta um custo operacional, em média, 20% superior ao rodoviário. Dessa forma, municípios que possuem transporte aquaviário para o transporte de seus alunos apresentam uma complexidade operacional maior e que reflete no seu custo de operação desse serviço.

Para representar a meritocracia foram utilizadas variáveis educacionais, uma vez que o programa faz parte de uma política maior que é a política de desenvolvimento educacional do país. Dessa forma, duas variáveis foram utilizadas, sendo elas a evolução da taxa de distorção idade-série e a evolução da taxa de abandono. Ambas as variáveis foram avaliadas em outro estudo também desenvolvido pelo CECATE-UFG (2019) que mostrou que o PNATE impacta positivamente nesses indicadores, ou seja, o PNATE contribui para a redução da distorção idade série e também para a redução da evasão.

### **8.2.3. Da robustez do modelo**

Além de todas as características das variáveis utilizadas no novo modelo, descritas anteriormente, elas também apresentaram, em conjunto, o melhor modelo encontrado dentre as simulações realizadas. Os resultados da análise fatorial com o modelo proposto, e as variáveis selecionadas, foram satisfatórios para todos os indicadores de validação, sendo eles: *KMO*; teste de esfericidade; e confiabilidade composta, o que mostra a validade do modelo proposto e sua robustez.

#### *8.2.4. Da aplicabilidade do modelo*

O modelo proposto, apesar de robusto e de apresentar formulações matemáticas que em uma primeira análise podem parecer complexas, possui uma grande simplicidade em sua aplicação. O fato de em sua formulação conter apenas cinco variáveis já o torna em um modelo simples de uso, uma vez que não é necessário muito esforço na obtenção desses dados.

Além disso, os dados utilizados são de domínio do Ministério da Educação e do FNDE, existentes e utilizados diariamente em seu cotidiano, o que facilita, ainda mais, a sua aplicação e não traz custos adicionais em novas coletas de dados. Outro aspecto importante das variáveis adotadas, é que possuem periodicidade de coleta anual e, com isso, permitem refletir mudanças ocorridas ano a ano. Dessa forma, o modelo acompanha a evolução do transporte escolar, bem como do sistema educacional dos municípios.

Mesmo sendo coletadas anualmente, pode-se observar que a variabilidade temporal dos indicadores utilizados não é grande. Dessa forma, para se ter uma mudança significativa em qualquer uma das variáveis adotadas, é esperado que a mesma ocorra apenas a cada 8 anos. Diante disso, mesmo havendo necessidade de calibração do modelo de tempos em tempos, para a carga fatorial das variáveis adotadas, essa calibração só será necessária de ser realizada a cada 8 anos. Mas é importante o FNDE ficar atento a isso, para que dentro desse prazo seja viabilizada uma nova evolução para o modelo ou mesmo a realização dessa nova calibração das cargas fatoriais de suas variáveis, a fim de que ele possa efetivamente representar as distintas realidades existentes nos municípios brasileiros.

Adicionalmente aos aspectos técnicos já apresentados, o novo modelo também se configura como uma importante ferramenta de gestão dentro do PNATE, uma vez que permite à equipe técnica do FNDE realizar previsões orçamentárias para a execução do programa. Além disso, permite uma execução orçamentária mais eficiente, a partir da possibilidade de redistribuição dos recursos do programa não alocados inicialmente, ou por inadimplência do município, ou pelo fato do município não optar por receber tal recurso, aspecto que não era permitido no modelo atualmente vigente.

### 8.2.5. *Dos resultados*

Na análise da aplicação do novo modelo, em comparação com o modelo atual vigente, pode-se observar comportamentos distintos entre eles. Um dos mais importantes a ser destacado é o aumento do número de municípios da região Norte e Nordeste que passam a receber valores *per capita* maiores. Dessa forma, observa-se que o modelo apresentou uma melhor representatividade das desigualdades históricas existentes entre as regiões do país, e aponta maiores necessidades para as regiões historicamente mais carentes.

Além disso, no ranqueamento dos municípios, foram grandes as alterações vivenciadas, justamente por considerar aspectos de equidade mais voltados para as necessidades dos municípios no que se refere ao custeio do transporte escolar, diferentemente do modelo atual. Dessa forma, o modelo apresentou coerência entre o ranqueamento e as premissas adotadas.

Por fim, o modelo proposto neste estudo conseguiu atender aos princípios, premissas e diretrizes estabelecidas inicialmente para o seu desenvolvimento, e traz evoluções importante ao modelo atualmente vigente, refletindo melhor as desigualdades regionais. Além disso, traz uma equidade mais voltada aos aspectos relacionados com a complexidade e custo do transporte escolar rural no Brasil.

### 8.3. **Do futuro do modelo proposto**

Como já indicado, o modelo proposto necessitará passar por calibrações das cargas fatorais das variáveis consideradas pelo menos a cada 8 anos de aplicação, para garantir que continue a refletir a realidade de cada município.

É importante observar, ainda, que apesar de apresentar uma evolução significativa para a formulação de distribuição dos recursos do PNATE, o modelo proposto ainda é passível de aperfeiçoamentos futuros e, para tal, será importante a inclusão de variáveis que reflitam, de forma mais direta, o custo real de operação do serviço de transporte escolar rural nos municípios. No entanto, para que isso se viabilize, é necessário haver um processo de coleta desses dados com boa periodicidade e que garanta confiabilidade aos mesmos.

## Referências Bibliográficas

- Albernaz, A., Ferreira, F., Franco, C. (2002). Qualidade e Equidade na educação fundamental brasileira. **Pesquisa e Planejamento Econômico**. Rio de Janeiro, v. 33, n. 3, p. 453-476. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/4340> Acesso em: agosto de 2020.
- Albert, A. e Harris, E. K. (1987). **Multivariate Interpretation of Clinical Laboratory Data**. Nova Iorque: Marcel Dekker.
- Albert, A. e Lesaffre, E. (1986). Multiple group logistic discrimination. **Computers and Mathematics with Applications**, ed. 12, n. 2, p. 209-224.
- Barros, R. P.; Mendonça, R. (1997) **Investimentos em educação e desenvolvimento econômico**. Rio de Janeiro: IPEA, 30 p.
- BELTRÃO, K. I.; DUCHIADE, M. P (2014). **Evolução da educação formal no Brasil: ganhos passados com espaço para oportunidades futuras**. In: CAMARANO, A. A. (Orgs.). Novo regime demográfico: uma nova relação entre população e desenvolvimento? Brasília: Ipea.
- BRASIL (2004). **Lei nº 10.880, de 9 de junho de 2004**. Institui o Programa Nacional de Apoio ao Transporte do Escolar - PNATE e o Programa de Apoio aos Sistemas de Ensino para Atendimento à Educação de Jovens e Adultos, dispõe sobre o repasse de recursos financeiros do Programa Brasil Alfabetizado, altera o art. 4o da Lei no 9.424, de 24 de dezembro de 1996, e dá outras providências. Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos, 2004.
- Cameron, C.; Trivedi, P. (2005). **Microeconometrics: methods and applications**. Cambridge: Cambridge University Press.
- CRONBACH, L. J.. **Coefficient alpha and the internal structure of tests**. *Psychometrika*, 16(3), 297–334. (1951). doi:10.1007/BF02310555
- Eduardo Tonole Dalfior, Rita de Cássia Duarte Lima, Maria Angélica Carvalho Andrade 2015 - **Implementation of public policies: analysis methodology under the focus of institutional policy**, SAÚDE DEBATE | RIO DE JANEIRO, V. 39, N. ESPECIAL, P. 283-297, DEZ 2015
- ESTABROOK R., NEALE M. **A Comparison of Factor Score Estimation Methods in the Presence of Missing Data: Reliability and an Application to Nicotine Dependence**. *Multivariate Behav Res*. 2013; 48(1): 1–27. doi:10.1080/00273171.2012.730072.
- FIRJAN, 2020. Índice Firjan de Gestão Fiscal. Página da web <<https://www.firjan.com.br/ifgf/metodologia/>>
- FNDE (2020) – **Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação**. Acesso em: abril de 2020 Disponível em: <https://www.fnde.gov.br>.
- INSPER, *et al.* (2017). **Políticas Públicas para redução do abandono e evasão escolar de jovens**. Disponível em: <http://gesta.org.br/wp-content/uploads/2017/09/Políticas-Publicas-para-reducao-do-abandono-e-evasao-escolar-de-jovens.pdf>
- JOMNONKWAO,S., RATANAVARAHA,V., KHAMPIRAT,B., Meeyai,S., WATTHANAKLANG,D. **Factors influencing customer loyalty to educational tour buses and measurement invariance across urban and rural zones**. *Transportmetrica A: Transport Science*, v. 11, n. 8, p. 659-685, 2015.
- Leon, F. L. L.; Menezes-Filho, N. A. (2003). **Reprovação, Avanço e Evasão Escolar no Brasil**. *Pesquisa e Planejamento Econômico*. Disponível em: [http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/4286/1/PPE\\_v32\\_n03\\_Reprovacao.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/4286/1/PPE_v32_n03_Reprovacao.pdf)



MANTHALU, G.; NKHOMA, D.; KUYELI, S. **Simple versus composite indicators of socioeconomic status in resource allocation formulae: The case of the district resource allocation formula in Malawi.** BMC Health Services Research, v. 10, 2010.

Marcial, E. C. et al. **Brasil 2035 cenários para o desenvolvimento.** Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada, 2017. Disponível em: [https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=30156%3ABrasil-2035-cenarios-para-o-desenvolvimento-assecor&catid=400%3A2017&directory=1&Itemid=1](https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=30156%3ABrasil-2035-cenarios-para-o-desenvolvimento-assecor&catid=400%3A2017&directory=1&Itemid=1)

Morrison, D. F. (2005). **Multivariate Statistical Methods.** 4ª edição, Califórnia: Duxbury.

Mingoti, A. S. (2005). **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada.** Editora UFMG, 295 p.

Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura - UNESCO (2017). **Relatório de Monitoramento Global da Educação.** Disponível em: <https://undime.org.br/noticia/26-10-2017-15-12-unesco-divulga-relatorio-de-monitoramento-global-da-educacao-de-2017-2018>

PASQUALLI L. **Análise fatorial para pesquisadores.** LabPAM. Brasília, 2012.

Programa Nacional das Nações Unidas – PNUD (2017). **Atlas do Desenvolvimento Humano.** Disponível em: <http://atlasbrasil.org.br/2013>

RAYKOV, T. Bias of coefficient for fixed congeneric measures with correlated errors. Applied Psychological Measurement, 25(1), 69–76. (2001). doi:10.1177/01466216010251005.

Silva Filho, R. B.; Araújo, R. M. L. (2017). **Evasão e abandono escolar na educação básica no Brasil.** Educação por escrito. Disponível em: <file:///C:/Users/55629/Downloads/24527-Texto%20do%20artigo-114840-2-10-20170628.pdf>

SIJTSMA, K.. **On the use, the misuse, and the very limited usefulness of Cronbach’s alpha.** Psychometrika, 74(1), 107-120. (2009). doi:10.1007/s11336-008-9101-0

Stata (2019). **Logistic Discriminant analysis.** Disponível em: <https://www.stata.com/manuals13/mvdiscrimlogistic.pdf> Acesso em: julho de 2020.

VALENTINI F., DAMASIO B. F. **Variância Média Extraída e Confiabilidade Composta: Indicadores de Precisão.** Psicologia: Teoria e Pesquisa. 2016, Vol. 32 n. 2, pp. 1-7

## Apêndices

### Apêndice A: O Cenário Educacional e a Velocidade da sua Evolução no Brasil

O objetivo principal deste capítulo é avaliar o cenário educacional e o seu contexto de mudanças, com a finalidade de entender a validade temporal da proposta aqui apresentada. Diversos indicadores são utilizados para traduzir a complexidade da educação no Brasil e a realidade de crianças e jovens matriculados nas escolas públicas. Em geral, os estudos econômicos utilizam variáveis como as taxas de abandono, matrícula e frequência escolar, e, em suas oscilações, procura-se medir a evolução do acesso à educação. Entretanto, não menos usuais, indicadores de distorção idade-série, desempenho e evasão escolar também são relevantes para análises empíricas do desenvolvimento educacional do país.

Assim, neste capítulo, buscou-se sintetizar os avanços obtidos nesses indicadores e, como condição de acesso a educação, a evolução do número de estudantes transportados pela Política Nacional de Transporte Escolar. A importância dessa análise é a compreensão da velocidade com que se altera o cenário educacional, para que, fundamentalmente, se possa inferir sobre o contexto de atendimento do Transporte Escolar. Basicamente, essa resposta auxiliaria os gestores de política pública nos modelos de distribuição de recursos, afinal, no decorrer dos anos, conheceriam o tempo limite para adequação de suas estimativas.

Assim, esta análise permite tanto verificar a evolução dos indicadores educacionais quanto inferir, em alguma medida, sobre seu respectivo comportamento futuro. A principal vantagem seria compreender as disparidades educacionais das regiões brasileiras, bem como a velocidade com que a educação de cada região reage aos incentivos e investimentos governamentais. De posse desta informação, os gestores da Política Nacional de Transporte Escolar poderiam antecipar potenciais necessidades dos gestores municipais, prever políticas meritocráticas em tempo adequado e, ao certo, ajustar adequadamente os recursos destinados por programas nacionais, tais como o PNATE.

## 1. Evidências e Projeções dos Indicadores Educacionais Brasileiros

Nos últimos 20 anos, a educação básica no Brasil apresentou melhoria significativa e, dentre os principais reflexos, cita-se a expressiva diminuição do analfabetismo. De acordo com dados organizados pelo IPEA (2018), quase todas as regiões do país reduziram as taxas de analfabetismo pela metade, e, regiões como a Nordeste, nestas duas últimas décadas, registraram diminuições de 28,7% para 16,5%. Esse é o principal indício que os investimentos em educação têm sido sucedidos, entretanto, outros aspectos também merecem análise e em especial àqueles relacionados ao desenvolvimento da educação.

De acordo com Beltrão e Duchiate (2015), a velocidade com que o Brasil elevou as taxas de conclusão do ensino básico e médio foi superior a 100%. Em outras palavras, isso significa que o dobro de crianças com idade superior a 10 anos conseguiu chegar a conclusão do ensino básico e médio. Apesar deste resultado bastante positivo, os autores ainda argumentam que as disparidades regionais persistem. De forma complementar, segundo informações do PNUD (2013), a velocidade com que o Brasil elevou a escolaridade média e taxa de conclusão do ensino básico e médio foi a mais elevada entre países como a Rússia, Índia, China e África do Sul. Verificou-se que a escolaridade média aumentou, nas últimas décadas, cerca de 130%. De acordo com estatísticas extraídas da PNAD, em 2015, a escolaridade média do brasileiro alcançou 10,1 anos.

Além dessas evidências e para além dos esforços governamentais, ressalta-se uma série de metas assumidas para o desenvolvimento da educação no país. De acordo com a Instrução Normativa de nº 13.005 de 2014 que instituiu o Plano Nacional de Educação (PNE), algumas metas foram definidas para a educação básica, para o ensino médio e para o ensino superior. No tocante ao ensino básico, o PNE estabeleceu que, até 2024, 95% dos alunos matriculados concluam essa etapa da educação na idade recomendada. Para essa e outras finalidades, o PNE recomendou a ampliação do investimento na educação pública para no mínimo 7% do PIB brasileiro, e, para 2024, um mínimo anual de 10%.

Algumas metas foram organizadas na Tabela 4.1, e de acordo com o estudo intitulado por “*Políticas Públicas para a redução do abandono e da evasão escolar de jovens (2017)*” realizado por uma pareceria entre o INSPER, o Instituto Ayrton Senna e o Instituto

Unibanco, cenários de evolução de seus respectivos indicadores foram estimados. Em resumo, foram estabelecidos 5 cenários para a evolução das taxas de matrícula e frequência escolar, bem como foram estimadas as velocidades para alcance desses objetivos. Essas metas foram extraídas e selecionada do Plano Nacional de Educação, do Programa de Desenvolvimento Sustentável e da atuação da Organização não-governamental “Todos pela Educação”.

De acordo com o estudo, em 2017, 78% dos jovens de 4 a 17 anos frequentam a escola e, segundo o PNE, essa frequência já deveria ter sido universalizada em 2016. Assim, estima-se um relativo atraso nesta meta de 22 pontos percentuais, e, de acordo com a Tabela 1, caso mantivéssemos a velocidade de evolução da frequência escolar na última década, ainda levaríamos mais 12 anos para o cumprimento da meta. Essa estimativa revela o quão gradativo são os avanços na educação e que, para uma expressiva alteração nos níveis de frequência escolar necessitaria pelo menos uma década, em um cenário pessimista.

**Tabela 1:** Estimativa média da velocidade de cumprimento de metas educacionais no Brasil

Meta	Indicador	Cenário I	Cenário II	Cenário III	Cenário IV	Cenário V
Todos as crianças completem o ensino primário e secundário, equitativo e de qualidade, com resultados de aprendizagem relevantes e eficazes (Programa de Desenvolvimento Sustentável)	Frequência escolar para crianças e jovens de 4 a 17 anos	2032	2024	2024	-	-
98% das crianças e jovens entre 4 e 17 anos devem estar matriculados e frequentando a escola ou ter concluído o Ensino Médio (Todos pela Educação)	Matrícula escolar para crianças e jovens de 4 a 17 anos; Conclusão do ensino médio para jovens de até 18 anos	2028	2021	2021	-	-
Elevar a frequência escolar de jovens de 15 a 17 anos para 100% dessa população (Plano Nacional de Educação - PNE)	Frequência escolar para jovens de 15 a 17 anos	2246	2131	2048	2036	2030
Elevar para 85% o percentual de jovens cursando o Ensino Médio (Plano Nacional de Educação - PNE)	Taxa de matrícula de jovens de 15 a 17 anos no Ensino Médio	2045	2030	2026	-	-

Fonte: Políticas Públicas para redução do abandono..., (2017).

Nota: Cenário I – Mesma velocidade dos últimos anos; Cenário II – Dobro da velocidade dos últimos anos; Cenário III – Velocidade idêntica dos dois estados que mais progrediram nos últimos 10 anos; Cenário IV – Velocidade idêntica dos países de renda média nos últimos 10 anos; Cenário V – Velocidade idêntica a dos países da Ásia Ocidental nos 10 últimos anos.

Ainda, de acordo com a Tabela 1, o estudo citado revela que, caso o Brasil evoluísse a educação na velocidade dos dois estados que mais progrediram nos últimos 10 anos ou se dobrasse a velocidade com que evoluiu na última década, a primeira meta, referente a frequência escolar, seria atendida até 2024 e o atraso que os municípios se encontram seria eliminado. Esse resultado também foi explorado a partir de dados da Unesco (2017) e se constatou que em 75% dos países o progresso da frequência escolar de jovens é superior ao do Brasil. Desta forma, não obstante, constata-se que o cenário de evolução da frequência escolar não altera significativamente em pelo menos 4 anos (vide as estimativas do cenário II e III).

No tocante a matrícula escolar, de acordo com dados do Censo Escolar (2018), cerca de 57% dos jovens de 15 a 17 anos frequentam o ensino médio e os outros 43% ainda frequentam o ensino fundamental. Este dado é importante para ser analisado no contexto do Transporte Escolar, afinal a demanda desse serviço por estudantes das zonas rurais cresce quanto mais evolui a taxa de matrícula e a distorção idade-série. O PNE tem como meta atingir uma taxa de matrícula entorno de 85% até 2024, mas, de acordo com as projeções do estudo citado na Tabela 1, verifica-se que se o Brasil continuar evoluindo às taxas da década passada, certamente, o país estaria com 4 anos de atraso. Da mesma forma como no caso anterior, caso o Brasil evoluísse a educação na velocidade dos dois estados que mais progrediram nos últimos 10 anos ou se dobrasse a velocidade com que evoluiu na última década, anteciparíamos o alcance da meta em 3 anos. Pela segunda vez, menciona-se nos estados que mais apresentaram evolução educacional, e, quanto a taxa de matrícula, verificou-se que esses estados são Maranhão, Piauí, Pernambuco, Paraíba e Ceará.

Ainda, no tocante a frequência escolar, para o atendimento da meta do PNE de longo prazo e que prevê 100% dos estudantes de 15 a 17 anos frequentando o ensino médio, nota-se que, de acordo aos cenários apresentados, isso aconteceria apenas nos próximos dez anos e se o país evoluísse como aqueles da Ásia Ocidental. De acordo com o relatório apresentado e explicitado na Tabela 1, se o Brasil continuasse evoluindo às taxas observadas na última década, em 2025, ainda teríamos cerca de 40% dos estudantes de

15 a 17 anos cursando o ensino fundamental. Mantido esse raciocínio, segundo as projeções ilustradas, a meta do PNE seria atingida em 2.246.

De acordo aos dados expostos, nota-se que a evolução dos indicadores básicos de educação público levam muito tempo para apresentarem uma mudança significativa. Essa mudança é condicionada a uma adequada sequência e conjunto de políticas públicas, bem como investimentos privados e governamentais. Até mesmo se o Brasil evoluísse como evoluem os países que mais avançaram na última década, quase todos da Ásia Ocidental, em uma perspectiva otimista levaríamos entre 4 e 10 anos para elevar as taxas de matrícula e eliminar distorção idade-série. Entretanto, caso sejam mantidos os esforços governamentais ou, em uma perspectiva pessimistas, o Brasil poderia levar mais de 10 anos para uma mudança razoável na matrícula escolar e, até períodos superiores a 100 anos, para a eliminação total da distorção idade-série no ensino médio. Esse resultado, na perspectiva da Política Nacional de Transporte Escolar é bastante aplicável, afinal se o Brasil passasse por intensivos investimentos educacionais, em um cenário totalmente otimista, modelos de distribuição de recurso que privilegiassem indicadores de educação satisfatórios teriam que ser estimados com frequência anual. Assim, enquanto a educação evoluir as taxas vistas na década passada, especialmente em âmbito municipal, qualquer modelo proposto perduraria entre 4 e 10 anos.

## 2. Estimativas de Tempo e Velocidade Evolutiva de Indicadores Educacionais Brasileiros

Nesta seção, alguns dados que subsidiaram as análises empíricas serão examinados. Os educacionais utilizados na modelagem e proposição de novos parâmetros para a distribuição de recursos foram o Índice de Desenvolvimento de Educação Básica (IDEB), nos anos iniciais e finais do ensino básico, as taxas de reprovação, abandono e distorção idade-série escolar. Além delas, estudou-se também o comportamento da série que expressa o número total de estudantes transportados. Essas análises foram realizadas para as regiões brasileiras, com o intuito de capturar possíveis disparidades ou heterogeneidades espaciais.

Para avaliar o comportamento dos valores médios das séries, utilizou-se os dados observados e suas variações acumuladas, e, de forma temporal, interpolou-se o tempo

médio para evolução dos indicadores educacionais. Dessa maneira, verifica-se a velocidade com que se avançam essas séries, tanto em termos de pontos percentuais quanto em pontos discretos, como é o caso do IDEB. As análises foram realizadas separadamente para cada indicador.

### 2.1. *Evolução temporal do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica*

Nas Tabelas 2 a 5 foram expressos a evolução do IDEB médio das regiões brasileiros, tanto para os anos iniciais quanto para os anos finais da educação básica. Nota-se, em primeira instância, que, em média, os indicadores do IDEB para anos iniciais são superiores aos anos finais. Alguns estudos argumentam que essa diferença é explicada pela evasão escolar e pelas taxas de reprovação, que, geralmente, vão crescendo nos anos finais da educação básica.

**Tabela 2:** Evolução anual do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica na última década

Dados acumulados - IDEB (anos iniciais)									
Região	2007	2009	2011	2013	2015	2017	IDEB 2005	IDEB 2017	12 anos
Norte	0,43	0,84	1,17	1,39	1,70	2,00	3,20	5,20	2,00
Nordeste	0,64	0,99	1,29	1,42	1,91	2,19	2,64	4,83	2,19
Sudeste	0,20	0,75	1,00	1,20	1,50	1,70	4,25	5,95	1,70
Sul	0,40	0,77	1,13	1,43	1,63	1,80	4,27	6,07	1,80
Centro	0,55	1,08	1,33	1,55	1,73	2,00	3,78	5,78	2,00
Brasil	0,44	0,88	1,18	1,40	1,69	1,94	3,63	5,57	1,94

Fonte: INEP, 2019.

De acordo com os dados expressos na Tabela 2, o IDEB médio do Brasil entre os anos de 2005 e 2017 foi 4,7, enquanto nos anos finais foi idêntico a 3,7. Além desse descompasso entre anos finais e anos iniciais, verificou-se que, para os primeiros anos, os maiores indicadores IDEB se encontram nas regiões Sul e Sudeste. Entre o Sudeste e o Nordeste ainda existe uma diferença de um ponto médio no IDEB, o que equivale a praticamente 10 anos de atraso educacional. Em detrimento do Sul e do Sudeste do país, o Centro-oeste foi a região que evoluiu com a maior velocidade os indicadores IDEB. Esses dados acumulados podem ser verificados na Tabela 3.

Na Tabela 3, analisou-se os indicadores médios do IDEB em uma perspectiva acumulada, após retirada a diferença entre um ano e outro. Nesse sentido, verificou-se que em doze anos, a região Norte e a região Centro-oeste foram aquelas com maior evolução do indicador. A explicação não é simples, mas, de acordo com a literatura econômica, existe nessa evolução o conhecido efeito de alcance ou maior facilidade de evoluir realidades educacionais menos complexas. De acordo com a teoria dos rendimentos marginais decrescentes, seria um fato esperar que a cada ponto médio conquistado de IDEB, o próximo venha com maior dificuldade. Nesse sentido, verifica-se que nos primeiros quatro anos, em média, as regiões evoluíram quase um ponto no IDEB e, consecutivamente, levaram quase oito anos para apresentarem a variação do próximo ponto médio de IDEB. Para mais detalhes, vide os dados expostos na Tabela 3.

**Tabela 3:** Evolução acumulada do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica na última década

Dados acumulados - IDEB (anos iniciais)									
Região	2007	2009	2011	2013	2015	2017	IDEB 2005	IDEB 2017	12 anos
Norte	0,43	0,84	1,17	1,39	1,70	2,00	3,20	5,20	2,00
Nordeste	0,64	0,99	1,29	1,42	1,91	2,19	2,64	4,83	2,19
Sudeste	0,20	0,75	1,00	1,20	1,50	1,70	4,25	5,95	1,70
Sul	0,40	0,77	1,13	1,43	1,63	1,80	4,27	6,07	1,80
Centro	0,55	1,08	1,33	1,55	1,73	2,00	3,78	5,78	2,00
Brasil	0,44	0,88	1,18	1,40	1,69	1,94	3,63	5,57	1,94

Fonte: Resultados da pesquisa, 2020.

Quanto as estimativas de velocidade, importantes para compreender a variação do contexto educacional, verificou-se que, caso as regiões brasileiras continuem evoluindo às taxas experimentadas na última década, levaríamos um período compreendido entre 8 e 16 anos para conquistar um IDEB médio de 5,7. Vale ressaltar que esse valor de IDEB ainda permaneceria abaixo da meta estipulada para a educação brasileira. Na Tabela 4, expressa-se o tempo médio para evolução de um ponto do IDEB, nos anos iniciais da educação básica.



**Tabela 4:** Estimativas da velocidade de evolução do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica na última década.

**Dados acumulados - IDEB (anos iniciais)**

Região	12 anos	1 ponto	2 pontos	Tempo médio	Elasticidade
<b>Norte</b>	2,00	5,08	5,64	5,36	5,68
<b>Nordeste</b>	2,19	4,21	4,30	4,25	7,52
<b>Sudeste</b>	1,70	6,00	7,33	6,67	3,64
<b>Sul</b>	1,80	5,27	6,29	5,78	3,84
<b>Centro</b>	2,00	3,71	5,10	4,41	4,82
<b>Brasil</b>	1,94	5,01	5,72	5,36	4,86

Fonte: Resultados da pesquisa, 2020.

Em conformidade com os dados da Tabela 4, verifica-se que a região que cresceu com maior velocidade o IDEB médio, foi a região Centro-oeste. Nesse raciocínio, ainda que as demais regiões crescessem às mesmas taxas experimentadas por essa região na década passada, o Brasil levaria, em uma perspectiva otimista, pelo menos 12 anos para aumentar 2 pontos médios no IDEB. Sendo assim, para o propósito deste capítulo, o cenário educacional levaria pelo menos uma década para apresentar alguma alteração. Essa evidência não descarta crescimentos isolados e experimentados por municípios, uma vez que o desenvolvimento educacional é refletido em um contexto municipal.

Quanto ao mesmo indicador, porém referente aos anos finais da educação básica, verificou-se também uma evolução no período compreendido pelos anos 2005 e 2017. Essa evolução não acompanhou a velocidade com que se evoluiu o mesmo indicador nos anos iniciais do ensino básico. Em geral, de acordo com a Tabela 5, o IDEB médio apresentado pelo Brasil foi 3,74 e expressa o equivalente a 7 anos de atraso entre essas fases do ensino básico. Esse fato pode ser confirmado nas Tabelas 6 e 3, pois, de acordo com a análise acumulada, verifica-se que para evoluir 1 ponto médio no IDEB dos anos iniciais o país levou cerca de 5 anos, enquanto nos anos finais o país levou 12 anos.

**Tabela 5:** Evolução anual do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica na última década.

<b>Dados brutos - IDEB (anos finais)</b>								
<b>Região</b>	<b>2005</b>	<b>2007</b>	<b>2009</b>	<b>2011</b>	<b>2013</b>	<b>2015</b>	<b>2017</b>	<b>Média</b>
<b>Norte</b>	3,23	3,43	3,69	3,76	3,79	4,00	4,26	3,73
<b>Nordeste</b>	2,78	3,12	3,31	3,42	3,53	3,83	4,07	3,44
<b>Sudeste</b>	3,10	3,43	3,55	3,70	3,70	3,93	4,18	3,65
<b>Sul</b>	3,37	3,60	3,83	3,97	3,80	4,17	4,40	3,88
<b>Centro</b>	3,33	3,63	3,90	4,00	4,23	4,38	4,63	4,01
<b>Brasil</b>	3,16	3,44	3,66	3,77	3,81	4,06	4,30	3,74

Fonte: INEP, 2019.

Na Tabela 6, quando se analisam as regiões brasileiras, verifica-se uma relativa contradição. Embora a Região Centro-oeste tenha sido aquela com maior evolução nos anos iniciais da educação básica, verifica-se que é aquela que evolui com menor velocidade nos anos finais. Em média, para evoluir um ponto médio no IDEB final, os municípios brasileiros levam quase 12 anos.

**Tabela 6:** Evolução acumulada do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica na última década.

<b>Dados acumulados - IDEB (anos finais)</b>									
<b>Região</b>	<b>2007</b>	<b>2009</b>	<b>2011</b>	<b>2013</b>	<b>2015</b>	<b>2017</b>	<b>IDEB 2005</b>	<b>IDEB 2017</b>	<b>12 anos</b>
<b>Norte</b>	0,20	0,46	0,53	0,56	0,77	1,03	3,23	4,26	1,03
<b>Nordeste</b>	0,34	0,53	0,64	0,76	1,06	1,29	2,78	4,07	1,29
<b>Sudeste</b>	0,33	0,45	0,60	0,60	0,83	1,08	3,10	4,18	1,08
<b>Sul</b>	0,23	0,47	0,60	0,43	0,80	1,03	3,37	4,40	1,03
<b>Centro</b>	0,30	0,58	0,68	0,90	1,05	1,30	3,33	4,63	1,30
<b>Brasil</b>	0,28	0,50	0,61	0,65	0,90	1,15	3,16	4,30	1,15

Fonte: Resultados da pesquisa, 2020.

Da mesma forma como o analisado para os anos iniciais, na Tabela 7 estão expressas as estimativas de velocidade da evolução do IDEB nos anos finais. Nessa fase escolar, estima-se que, caso as regiões brasileiras continuassem evoluindo às taxas da última década, levaríamos pelo menos 12 anos para atingir um IDEB próximo a 5,3, que ainda seria bastante distante do desejável e dos níveis atingidos nos anos iniciais.

**Tabela 7:** Estimativas da velocidade de evolução do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica na última década.

<b>Dados acumulados - IDEB (anos finais)</b>				
<b>Região</b>	<b>1 ponto</b>	<b>2 pontos</b>	<b>Tempo médio</b>	<b>Elasticidade</b>
<b>Norte</b>	11,66	-	11,66	2,90
<b>Nordeste</b>	8,94	-	8,94	4,22
<b>Sudeste</b>	11,00	-	11,00	3,15
<b>Sul</b>	11,58	-	11,58	2,79
<b>Centro</b>	9,00	-	9,00	3,55
<b>Brasil</b>	10,32	-	10,32	3,29

Fonte: Resultados da pesquisa, 2020.

Para o objetivo que se propõe esta análise e, considerando a importância do IDEB para compreender a realidade educacional brasileira, verifica-se um relativo atraso. Não obstante, uma mudança de 1 ponto médio, às taxas da última década, levaria pelo menos outra década. Em um cenário pessimista esse valor poderia ser ainda mais extremo.

## 2.2. *Evolução temporal das taxas de reprovação escolar*

Da mesma forma que se analisou o indicador IDEB, procura-se analisar as taxas médias de reprovação escolar para as regiões brasileiras, no período compreendido entre os anos de 2008 a 2018. O Brasil passou por uma redução de cerca de 4 pontos percentuais na taxa de reprovação, nesta última década. De acordo com a Tabela 8, verifica-se que as taxas mais elevadas de reprovação ainda se mantêm na região Nordeste do país. Em contrapartida, a região com a menor taxa média de reprovação foi a Centro-oeste, e inclusive foi aquela com a maior redução apresentada nesta última década.

**Tabela 1:** Evolução anual das taxas médias de reprovação escolar na última década.

<b>Dados brutos - Taxas de reprovação (%)</b>												
<b>Região</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>Média</b>
<b>Norte</b>	13,7	12,53	11,44	10,71	10,81	9,74	9,99	9,79	9,63	8,76	8,59	10,52
<b>Nordeste</b>	16,8	15,72	15,03	14,51	13,98	13,41	13,57	12,83	13,21	11,28	10,88	13,75
<b>Sudeste</b>	11,6	11,80	10,68	10,08	9,65	8,63	9,10	8,80	8,98	8,15	7,73	9,56
<b>Sul</b>	11,7	11,27	10,53	9,67	9,57	9,80	9,47	9,13	9,67	8,97	9,27	9,91
<b>Centro</b>	11,2	10,88	10,75	10,23	9,58	8,38	8,90	8,43	8,55	6,78	5,90	9,05
<b>Brasil</b>	12,98	12,44	11,69	11,04	10,72	9,99	10,20	9,80	10,01	8,79	8,47	10,56

Fonte: Censo Escolar, 2008-2019.

Quando analisadas a evolução acumulada das taxas de reprovação, verifica-se que o Brasil levou menos de dois anos para uma redução do primeiro ponto percentual, mas, consecutivamente, levou 3, 4 e 4 anos para reduzir o segundo, o terceiro e o quarto ponto percentual, respectivamente (Tabela 9). Apesar de uma redução significativa, observa-se que cerca de 9 a cada 100 crianças matriculadas no ensino básico ainda reprovam, e, que uma década, ainda foi insuficiente para reduzir drasticamente este indicador.

**Tabela 9:** Evolução acumulada e anual das taxas médias de reprovação escolar na última década.

<b>Dados acumulados - Taxas de reprovação (%)</b>													
Região	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Rep. 2008	Rep. 2018	11 anos
Norte	-1,17	-2,26	-2,99	-2,89	-3,96	-3,71	-3,91	-4,07	-4,94	-5,11	13,70	8,59	-5,11
Nordeste	-1,08	-1,77	-2,29	-2,82	-3,39	-3,23	-3,97	-3,59	-5,52	-5,92	16,80	10,88	-5,92
Sudeste	0,23	-0,90	-1,50	-1,93	-2,95	-2,48	-2,78	-2,60	-3,43	-3,85	11,58	7,73	-3,85
Sul	-0,40	-1,13	-2,00	-2,10	-1,87	-2,20	-2,53	-2,00	-2,70	-2,40	11,67	9,27	-2,40
Centro	-0,28	-0,40	-0,93	-1,58	-2,78	-2,25	-2,73	-2,60	-4,38	-5,25	11,15	5,90	-5,25
Brasil	-0,54	-1,29	-1,94	-2,26	-2,99	-2,77	-3,18	-2,97	-4,19	-4,51	12,98	8,47	-4,51

Fonte: Resultados da pesquisa, 2020.

A partir das estimativas apresentadas na Tabela 10, verifica-se que nas regiões Norte e Nordeste, leva-se quase 5 anos para reduzir um ponto percentual nas taxas de reprovação. Dada a complexidade educacional das regiões Sul e Sudeste, essa mesma conquista levou entre 3 e 8 anos, e, para novas reduções, se mantidas as taxas de evolução experimentadas na década passada, levariam pelo menos 10 e 20 anos para reduzir mais um ponto na taxa média de reprovação, respectivamente.

**Tabela 10:** Estimativas da velocidade de evolução das taxas médias de reprovação escolar na última década.

<b>Dados acumulados - Taxas de reprovação (%)</b>							
Região	1 ponto	2 pontos	3 pontos	4 pontos	5 pontos	Tempo médio	Elasticidade
Norte	0,61	2,89	5,17	7,46	9,74	5,17	-3,73
Nordeste	0,86	2,71	4,57	6,43	8,29	4,57	-3,53
Sudeste	3,71	5,91	8,12	10,33	12,54	8,12	-3,33
Sul	3,70	8,20	12,70	17,20	21,70	12,70	-2,06
Centro	2,31	4,12	5,93	7,74	9,55	5,93	-4,71
Brasil	2,04	4,31	6,58	8,85	11,12	6,58	-3,47

Fonte: Resultados da pesquisa, 2020.

De acordo com Leon e Menezes-Filho (2003) e Silva Filho e Araújo (2017), apesar dos avanços educacionais experimentados no Brasil, a evolução das taxas de reprovação na década de 80 e 90 foram idênticas a velocidade com que se reduziram nos anos 2000. Sendo assim, o Brasil vem mantendo uma taxa média de avanço na reprovação de 4 pontos percentuais a cada década, e, desde 1980 até 2018, a taxa foi reduzida de 30% para cerca de 10%. Os autores argumentam que esta velocidade tem sido cada vez menor nos últimos anos, ao passo que se avançam rumos às metas do PNE.

### 2.3. Evolução temporal das taxas de abandono escolar

As taxas de abandono e evasão escolar refletem um dos problemas mais sérios do contexto educacional, e, de acordo com o INEP (2019), esses problemas têm conceitos distintos. Em detrimento da evasão escolar, situação na qual o estudante não retorna mais a escola, o abandono é também definido pelos estudantes que se desligam das escolas, mas, no ano seguinte, retornam. De acordo com os dados da Tabela 11, no último ano, a taxa média de abandono escolar se encontra em torno de 1,6%. Isso significa que pelo menos um estudante do ensino básico deixa a escola e retorna no ano seguinte.

A taxa de abandono escolar, dentre os indicadores educacionais, foi aquela com a mais expressiva variação desde o início dos anos 2000. De acordo com as informações visualizadas no Censo Escolar, no início deste período a taxa brasileira se encontrava em torno de 20% e, vinte anos após, ela foi reduzida para 1,6%. A evolução anual deste indicador, inclusive por região do país, pode ser visualizada na Tabela 11.

**Tabela 11:** Evolução anual das taxas médias de abandono escolar na última década.

Dados brutos - Taxas de abandono (%)												
Região	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Média
Norte	5,53	4,70	4,20	3,76	3,79	4,64	3,20	3,17	2,80	2,50	2,39	3,70
Nordeste	8,23	6,96	6,17	5,50	5,40	3,67	4,39	3,99	3,87	3,23	2,74	4,92
Sudeste	2,88	2,50	2,05	1,95	1,70	1,05	1,58	1,33	1,35	1,20	1,08	1,70
Sul	1,73	1,60	1,57	1,50	1,33	0,97	1,17	1,10	0,90	0,97	0,83	1,24
Centro	4,05	3,18	2,55	2,15	2,23	2,03	1,65	1,55	1,35	1,20	1,00	2,08
Brasil	4,48	3,79	3,31	2,97	2,89	2,47	2,40	2,23	2,05	1,82	1,61	2,73

Fonte: Censo Escolar, 2008-2019.

Para uma compreensão da velocidade com que o Brasil avançou na redução do abandono escolar, segundo as informações da Tabela 12, avaliou-se as variações acumuladas ano

após ano. Na última década, verificou-se que a região Nordeste, aquela com maior taxa de abandono escolar em 2008, foi a que mais reduziu o indicador. Aproximadamente 5 estudantes a cada 100 que abandonavam o ensino básico, em 2018 não abandonam mais. Vale destacar os resultados alcançados pelo Centro-oeste que, em 10 anos, conseguiu reduzir de 4 para 1% a taxa de abandono escolar.

**Tabela 12:** Evolução acumulada e anual das taxas médias de abandono escolar na última década.

Região	Dados acumulados - Taxas de abandono (%)										Aban. 2008	Aban. 2018	11 anos
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018			
Norte	-0,83	-1,33	-1,77	-1,74	-0,89	-2,33	-2,36	-2,73	-3,03	-3,14	5,53	2,39	-3,14
Nordeste	-1,28	-2,07	-2,73	-2,83	-4,57	-3,84	-4,24	-4,37	-5,00	-5,49	8,23	2,74	-5,49
Sudeste	-0,38	-0,83	-0,93	-1,18	-1,83	-1,30	-1,55	-1,53	-1,68	-1,80	2,88	1,08	-1,80
Sul	-0,13	-0,17	-0,23	-0,40	-0,77	-0,57	-0,63	-0,83	-0,77	-0,90	1,73	0,83	-0,90
Centro	-0,88	-1,50	-1,90	-1,83	-2,03	-2,40	-2,50	-2,70	-2,85	-3,05	4,05	1,00	-3,05
Brasil	-0,70	-1,18	-1,51	-1,60	-2,01	-2,09	-2,26	-2,43	-2,66	-2,88	4,48	1,61	-2,88

Fonte: Resultados da pesquisa, 2020.

Sobre a velocidade de redução da taxa de abandono escolar nas regiões brasileiras, na Tabela 13 foram organizadas algumas estimativas. Verifica-se que, desde 2008, a redução média de 1 ponto percentual na taxa de abandono escolar foi cerca de 2 anos, enquanto a redução do segundo ponto percentual levou outros 6 anos. Caso o Brasil continue com essa velocidade, a redução de mais um ponto percentual levaria pelo menos 8 anos.

Em termos regionais, verifica-se que a região Nordeste, aquela com maiores taxas de abandono escolar, foi a que reduziu o indicador com velocidade acima da média Brasil. Isto é, enquanto a maioria dos municípios brasileiros levavam pelo menos 8 anos para a redução de 1 ponto percentual na taxa de abandono escolar, os municípios nordestinos levaram a metade do tempo. Novamente, vale ressaltar que neste dado reside o efeito de alcance.

**Tabela 13:** Estimativas da velocidade de evolução das taxas médias de abandono escolar na última década.

Dados acumulados - Taxas de abandono (%)							
Região	1 ponto	2 pontos	3 pontos	4 pontos	5 pontos	Tempo médio	Elasticidade
<b>Norte</b>	1,67	5,56	9,44	13,33	17,22	9,44	-5,68
<b>Nordeste</b>	0,41	2,54	4,68	6,82	8,96	4,68	-6,67
<b>Sudeste</b>	4,95	11,26	-	-	-	8,11	-6,26
<b>Sul</b>	11,17	-	-	-	-	11,17	-5,19
<b>Centro</b>	1,52	5,66	9,79	13,93	-	7,72	-7,53
<b>Brasil</b>	2,25	6,38	10,51	14,64	-	8,45	-6,41

Fonte: Resultados da pesquisa, 2020.

Outra estimativa importante, foi a elasticidade temporal de redução da taxa de abandono escolar. A elasticidade é uma medida de sensibilidade econômica e revela a reação de uma variável dado variações em outra ou no tempo. De acordo com os dados estimados, no Brasil, ao passar de um ano, a taxa de abandono tem sido reduzida em 6,4%. As regiões mais sensíveis foram a Nordeste, Sudeste e Centro-oeste do país. Provavelmente, essa medida foi mais elevada nas décadas de 80 e 90, e, não obstante, será menos elástica nos anos 2020. A explicação não recai apenas sobre o arranjo de políticas públicas e os investimentos destinados à educação básica, mas, com certeza, pela complexidade que seria eliminar por completo o abandono escolar (Silva-Filho e Araújo, 2017).

#### 2.4. *Evolução temporal das taxas de distorção idade-série escolar*

A distorção idade-série, na conjuntura educacional, é um dos indicadores de desenvolvimento educacional. Ela reflete o percentual de estudantes que se encontram com idade acima da esperada para o ano em que estão matriculados. Enquanto as taxas de matrícula e abandono escolar explicam a evolução no acesso, esse indicador relaciona qualitativamente esse acesso. Algumas regiões do país, apresentam elevadas taxas de matrícula e baixas taxas de abandono escolar, entretanto, ainda persistem com pelo menos 20% dos estudantes com idade superior à esperada para os anos que se encontram matriculados. Na Tabela 14, a evolução das taxas de distorção idade-série foi expressa para os anos compreendidos entre 2009 e 2019, bem como a taxa média verificada nas respectivas regiões.

**Tabela 14:** Evolução anual das taxas médias de distorção idade-série na última década.

Dados brutos - Taxas de Distorção idade-série (%)												
Região	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Média
Norte	28,80	30,71	30,84	28,87	30,11	27,71	26,71	25,99	25,26	24,19	23,26	27,50
Nordeste	35,02	36,89	36,14	33,62	34,98	32,26	31,03	29,90	29,09	27,44	25,82	32,02
Sudeste	22,25	21,83	21,45	20,43	21,00	19,68	19,20	18,85	18,48	17,83	17,10	19,83
Sul	19,00	19,07	18,63	17,27	17,67	17,50	17,43	17,17	17,07	16,53	15,93	17,57
Centro	24,25	24,00	22,93	20,80	22,15	19,35	18,68	18,23	17,93	16,95	15,80	20,10
Brasil	25,86	26,50	26,00	24,20	25,18	23,30	22,61	22,03	21,56	20,59	19,58	23,40

Fonte: Censo Escolar, 2008-2019.

Ainda, de acordo com Reis e Barros (1991), apesar dos avanços notados no contexto educacional, as disparidades regionais ainda persistem. Dessa forma, nota-se que, em média, as maiores taxas de distorção idade-série continuam, mesmo após uma década, nas regiões Norte e Nordeste. Em média, nestas regiões, cerca de um quarto dos estudantes se encontram matriculados com idade superior ao esperado. A velocidade com que esse indicador tem evoluído pode ser verificada nas variações acumuladas e apresentadas na Tabela 15.

**Tabela 15:** Evolução acumulada e anual das taxas médias de distorção idade-série na última década.

Dados acumulados - Taxas de Distorção idade-série (%)													
Região	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	idade-série 2009	idade-série 2019	11 anos
Norte	1,91	2,04	0,07	1,31	-1,09	-2,09	-2,81	-3,54	-4,61	-5,54	28,80	23,26	-5,54
Nordeste	1,87	1,12	-1,40	-0,04	-2,77	-3,99	-5,12	-5,93	-7,58	-9,20	35,02	25,82	-9,20
Sudeste	-0,42	-0,80	-1,83	-1,25	-2,58	-3,05	-3,40	-3,78	-4,43	-5,15	22,25	17,10	-5,15
Sul	0,07	-0,37	-1,73	-1,33	-1,50	-1,57	-1,83	-1,93	-2,47	-3,07	19,00	15,93	-3,07
Centro	-0,25	-1,33	-3,45	-2,10	-4,90	-5,58	-6,03	-6,33	-7,30	-8,45	24,25	15,80	-8,45
Brasil	0,63	0,13	-1,67	-0,68	-2,57	-3,25	-3,84	-4,30	-5,28	-6,28	25,86	19,58	-6,28

Fonte: Resultados da pesquisa, 2020.

De acordo com a Tabela 15, no período compreendido entre os anos de 2009 e 2019, no Brasil se verificou uma redução de 6,2% na distorção idade-série. Entretanto, 2 a cada 10 estudantes continuam matriculados com idade superior ao esperado. Conforme o atentado por Reis e Barros (1991), as disparidades regionais ainda permanecem, pois, conforme a Tabela 4.15, a distorção idade-séria observada na Região Nordeste é próxima do Centro-oeste há dez anos. Isso não significa que as políticas educacionais nesta região não tenham



sido sucedidas, mas exemplifica uma realidade ainda precária de desenvolvimento educacional.

A velocidade com que as regiões brasileiras reduziram a distorção idade-série foram estimadas e expostas na Tabela 16. A partir desses dados, verifica-se que, no Brasil, para reduzir o primeiro ponto percentual, desde 2008, levou-se pelo menos 4 anos. Em média, uma redução de 5 pontos percentuais foi percebida em 10 anos. Entretanto, algumas regiões foram mais velozes que a média brasileira, tais como a região Centro-oeste e a região Nordeste, nelas a mesma mudança foi percebida em cerca de 7 anos e meio.

**Tabela 16:** Estimativas da velocidade de evolução das taxas médias de distorção idade-série na última década.

Dados acumulados - Taxas de Distorção idade-série (%)								
Região	11 anos	1 ponto	2 pontos	3 pontos	4 pontos	5 pontos	Tempo médio	Elasticidade
Norte	-5,54	5,52	6,72	7,93	9,14	10,34	7,93	-1,92
Nordeste	-9,20	4,33	5,14	5,96	6,77	7,58	5,96	-2,63
Sudeste	-5,15	3,10	5,00	6,90	8,81	10,71	6,90	-2,31
Sul	-3,07	5,06	7,94	10,81	13,68	16,55	10,81	-1,61
Centro	-8,45	2,82	3,92	5,02	6,12	7,21	5,02	-3,48
Brasil	-6,28	4,13	5,43	6,73	8,03	9,33	6,73	-2,43

Fonte: Resultados da pesquisa, 2020.

Na Tabela 16 também foram expostas as elasticidades temporais estimadas para a taxa de distorção idade-série. Verificou-se que na última década, ao passar de um ano, a taxa de distorção idade-série foi incorrendo em diminuições de 2,43%. Nota-se que a região com taxas de distorção idade-série mais elásticas foi a Centro-oeste, e aquela menos elásticas foi a região Sul. Quando se analisam indicadores de desenvolvimento educacional, nota-se que as elasticidades temporais são menos elásticas. Análises similares e organizadas nas Tabelas 7, 10 e 13 revelaram que as séries de reprovação escolar, abandono escolar e IDEB são menos sensíveis ao passar dos anos que as taxas de matrícula escolar, que, essencialmente, reflete o acesso à escola.

Para a finalidade deste estudo, verifica-se que uma mudança significativa nas taxas de distorção-idade série levam pelo menos 7 anos e meio, caso as taxas evoluam conforme as regiões que mais se desenvolveram na última década. Por outro lado, se o Brasil mantivesse a velocidade de redução da distorção idade-séries, certamente, levaríamos

pelo menos outra década ainda para reduzir 4 a 5 pontos percentuais. Se esse cenário se concretizasse até 2.030, vale ressaltar que no Brasil ainda 15 a cada 100 crianças estariam matriculadas com idade superior à esperada.

### 2.5. *Evolução temporal do número de estudantes transportados*

No tocante ao propósito deste relatório, reajustar a formulação de repasse dos recursos financeiros do PNATE, necessita-se analisar também o comportamento do número total de estudantes transportados por essa política pública. Assim, inferindo sobre o padrão de variação das séries educacionais e do número de atendidos pela política pública, certamente, seria possível traçar evidências para a validade das estimativas geradas e por quanto tempo essas análises teriam validade.

Na Tabela 17, encontram-se dispostos os dados referentes ao total de estudantes transportados, segundo as regiões do país. Esses dados se encontram dispostos no período compreendido entre os anos de 2009 e 2018, e, dessa maneira, nota-se que, em média, no Brasil são transportados cerca de 5,2 milhões de estudantes. Ainda, no contexto nacional, não se identificou um padrão de variabilidade ou de tendência na série, mas uma certa oscilação em torno desta média. Isso significa que, diferente das séries educacionais, o número de alunos transportados oscila em torno de uma média e que esse valor médio não se alterou na última década.

**Tabela 17:** Evolução anual do número de alunos rurais transportados pelo Transporte Escolar na última década.

<b>Dados brutos - Alunos transportados</b>						
<b>Região</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>
<b>Norte</b>	659.600	657.337	676.970	676.664	746.017	810.647
<b>Nordeste</b>	2.354.483	2.259.664	2.219.761	2.235.430	2.395.117	2.582.537
<b>Sudeste</b>	1.058.932	1.003.442	1.047.543	1.030.641	1.024.350	1.032.807
<b>Sul</b>	841.552	820.747	792.612	771.257	766.190	756.837
<b>Centro</b>	300.014	265.135	264.213	251.311	262.410	267.266
<b>Brasil</b>	5.214.581	5.006.325	5.001.099	4.965.303	5.194.084	5.450.094

<b>Região</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
<b>Norte</b>	827.745	751.310	836.299	829.320	773.750
<b>Nordeste</b>	2.571.220	2.350.724	2.643.382	2.537.007	2.294.586
<b>Sudeste</b>	971.705	945.882	954.909	927.868	864.428
<b>Sul</b>	726.297	689.339	673.800	631.189	571.263
<b>Centro</b>	252.365	241.939	257.034	242.816	225.954
<b>Brasil</b>	5.349.332	4.979.194	5.365.424	5.168.200	4.729.981

Fonte: FNDE, 2019.

Outro ponto passível de análise é o montante de estudantes transportados nas regiões brasileiras. Ainda, conforme os dados da Tabela 17, o maior número de estudantes transportados se encontra na região Nordeste, cerca da metade de todos os estudantes que necessitam de transporte escolar. Outro fato evidenciado recaiu sobre o declínio no número de estudantes transportados na região sudeste, cerca de 200 mil estudantes em dez anos.

Na Tabela 18, foram expressas algumas estatísticas do número total de estudantes transportados, e, em geral, se verificou as diferenças regionais que persistem nesta última década. Ainda, por meio de uma diferença simples entre o ano inicial e o ano final das séries, verificou-se que exceto na região Norte, em todas as outras o número total de transportados reduziu. Estimou-se também elasticidades no tempo para verificar a sensibilidade destas séries com o passar dos anos. Constatou-se que, com o passar de um ano, em média, o número de transportados no Brasil reduziu 0,9%. Entretanto, de forma diferente na região Norte, a estimativa além de elástica, apresentou sinal positivo. Isso significa que, em média, nesta região o número de alunos transportados aumentou cerca de 1,7%, com o passar dos anos.

**Tabela 18:** Estimativas da diferença no número de alunos transportadas pelo Transporte Escolar na última década.

<b>Dados brutos - Alunos transportados</b>					
<b>Região</b>	<b>Média</b>	<b>al. Transp 2009</b>	<b>al. Transp. 2019</b>	<b>11 anos</b>	<b>Elasticidade</b>
<b>Norte</b>	749.605	659.600	773.750	114.150	1,73
<b>Nordeste</b>	2.403.992	2.354.483	2.294.586	-59.897	-0,25
<b>Sudeste</b>	987.501	1.058.932	864.428	-	-1,84
<b>Sul</b>	731.008	841.552	571.263	194.504	-3,21
<b>Centro</b>	257.314	300.014	225.954	-74.060	-2,47
<b>Brasil</b>	5.129.420	5.214.581	4.729.981	484.600	-0,93

Fonte: Resultados da pesquisa, 2020.

Finalmente, outra análise relevante é a avaliação do total de estudantes transportados em relação aos modos aquaviários e rodoviários. Em geral, notou-se que majoritariamente os estudantes são transportados por meios rodoviários, cerca de 89% do total. Mais detalhes podem ser visualizados na Tabela 19.

**Tabela 19:** Estimativas do total de alunos transportadas pelo Transporte Escolar na última década, segundo os meios de transporte rodoviário e aquaviário.

**Dados brutos - Alunos transportados (2018)**

Região	Total de Alunos	Aquaviário	Rodoviário
Norte	829.320	341.885	487.435
Nordeste	2.537.007	122.248	2.414.759
Sudeste	927.868	31.210	896.658
Sul	631.189	13.639	617.550
Centro	242.816	9.560	233.256
Brasil	5.168.200	518.542	4.649.658

Fonte: Resultados da pesquisa, 2020.

Em termos regionais, identifica-se alguns fatos importantes, como é o caso da região Norte. Nesta região, verificou-se que o número de estudantes transportados por meios aquaviários é 41% do total de estudantes, percentual que não ultrapassa 5% nas demais regiões. Certamente, essa característica da região Norte precisa ser considerada para uma redistribuição meritocrática dos recursos do PNATE, assim como o expressivo montante de estudantes transportados na região Nordeste.

### 2.6. *Tópicos Conclusivos*

O objetivo principal deste capítulo foi avaliar o padrão de variação das séries educacionais, bem como do número total de estudantes transportados pela Política Nacional de Transporte Escolar. A importância desta análise revela a evolução do desenvolvimento educacional e do atendimento do Transporte Escolar no país, na última década. A partir da velocidade com que essas taxas evoluem, buscou-se tanto na literatura quanto por meio de estimativas, inferir sobre o tempo necessário para que esses indicadores apresentem variações significativas. Essas evidências são importantes no contexto de redistribuição de recursos do PNATE, uma vez que sinalizam por quanto tempo perdura um possível modelo proposto. Assim, os gestores da Política Nacional do Transporte Escolar poderão avaliar um período mínimo de ponderação dos parâmetros utilizados para a alocação adequada dos recursos.

Na Tabela 20, encontram-se organizados as estimativas conclusivas do comportamento dessas variáveis, de acordo com as observações da última década. Basicamente, considerou-se dois cenários, um otimista (I) e um pessimista (II). O cenário pessimista considera que o Brasil continuaria evoluindo nos indicadores educacionais na velocidade

que apresentou na última década, enquanto o otimista considera que os indicadores evoluam conforme a velocidade das duas regiões que mais se desenvolveram. Mais detalhes podem ser verificados na Tabela 20.

**Tabela 20:** Estimativas do tempo de variações significativas nas séries educacionais para o Brasil.

<b>Tempo estimado para alterações significativas nas séries educacionais (em anos)</b>			
<b>Indicador</b>	<b>Cenário I</b>	<b>Cenário II</b>	<b>Tempo médio</b>
<b>Matrícula escolar</b>	9	4	6,5
<b>Frequência escolar</b>	25	10	17,5
<b>IDEB</b>	10	6	8
<b>Reprovação escolar</b>	11	8,2	9,6
<b>Abandono escolar</b>	14,6	6,8	10,7
<b>Distorção idade-série</b>	9,3	7,2	8,2
<b>Estudantes transportados</b>	Acima de 10 anos	Acima de 10 anos	Acima de 10 anos

Fonte: Resultados da pesquisa, 2020.

Nota: As estimativas foram extraídas das análises realizadas anteriormente e correspondem ao tempo (em anos) médio e mínimo de cada indicador.

Em geral, o que se verifica é que aproximadamente dez anos serão necessários para alguma mudança significativa nas séries educacionais. Vale salientar que essas mudanças são marginais e não se trata de metas arrojadas e de difícil alcance. Por exemplo, seria a elevação de um ponto médio no IDEB, a erradicação do abandono escolar, uma elevação de 10% na matrícula e frequência escolar, e reduções de 4 a 5 pontos percentuais nas taxas de reprovação e distorção-idade série. Em termos dos estudantes transportados, verificou-se que não houve alteração na média dessas séries na última década, apenas oscilações em torno dela. Considerando esse cenário, infere-se que mudanças significativas na média do total de alunos transportados também leva tempo superior a dez anos.

Em geral, os principais resultados e apontamento deste capítulo são:

- As metas educacionais assumidas pelo governo, em termos de frequência e matrícula escolar, levarão pelo menos uma década para serem atingidas.
- Apesar dos avanços evidenciados na redução do abandono, da distorção idade-série e da reprovação escolar, no Brasil ainda se constata um relativo atraso;
- Caso os indicadores educacionais continuassem evoluindo na velocidade da última década, o Brasil necessitaria de pelo menos outra década para avanços

significativos. Nesse sentido, constatou-se que, com a evolução dos indicadores, novos avanços são mais custosos em relação aos primeiros;

- Verificou-se também que a velocidade com que as regiões brasileiras evoluem os indicadores educacionais são bastante heterógenas, persistindo, portanto, as disparidades regionais;
- Regiões como a Nordeste, apresentaram maior velocidade na evolução das taxas educacionais. A explicação se fundamenta nos resultados mais elásticos promovidos pelos primeiros investimentos;
- Apesar da evolução dos indicadores educacionais na região Nordeste terem sido mais velozes, ainda se verifica um relativo atraso, de cerca de uma década, em relação aos indicadores da região Sul;
- Qualquer que seja a proposição de política pública para o Transporte Escolar, ela precisa considerar não só a velocidade com que se altera o contexto educacional das regiões, mas, certamente deve desenvolver uma estrutura de incentivos adequadas para erradicação dessas disparidades. Assim, seja qual for a finalidade da transferência de recursos, ela deve apresentar caráter equitativo e meritocrático;
- No tocante ao número de estudantes transportados no Brasil, verificou-se oscilações anuais em torno de uma média nacional. Essa média não apresentou alterações significativas na última década, e, de forma razoável, acredita-se que levaríamos pelo menos outra década para uma mudança na média de estudantes transportados;
- Ainda, no tocante ao número de estudantes transportados, verificou-se que 89% deles são conduzidos por vias rodoviárias. Entretanto, na região Norte, aproximadamente 4 a cada 10 estudantes são transportados por meios aquaviários. Assim, qualquer estrutura de repasse financeiro, deve considerar a complexidade do Transporte Aquaviário e sua presença nos municípios brasileiros

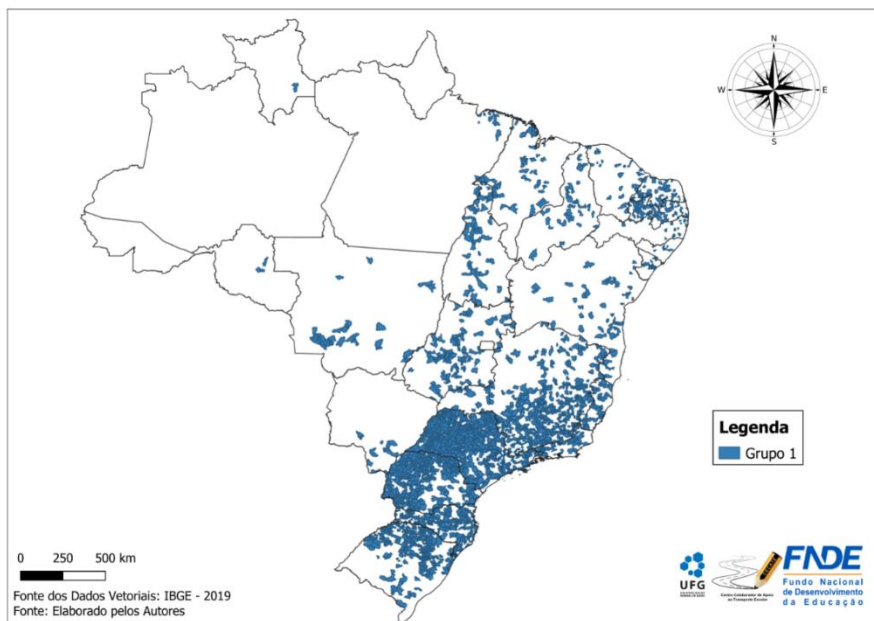
## Apêndice B: Avaliação da Análise Discriminante

### 1. Geografia dos Resultados e suas implicações para Política Pública

A partir de uma análise geográfica, agrupou-se os municípios em quatro faixas de necessidade por recurso para o Transporte Escolar. A Faixa 1 é aquela de menor necessidade, enquanto a Faixa 4 é aquela com municípios com maiores necessidades por recurso. Os municípios agrupados nas Faixas 2 e 3 apresentam necessidade moderada por recursos. A principal vantagem da representação geográfica é verificar se os resultados obtidos pelo modelo de Análise Discriminante foram capazes de gerar estimativas preditivas adequadas.

Nesse sentido, após a predição do modelo AD, gerou-se os mapas das Figuras 5.1, 5.2, 5.3 e 5.4.

**Figura 0.1:** Mapa dos municípios classificados na Faixa 1 – Baixa Necessidade por recurso



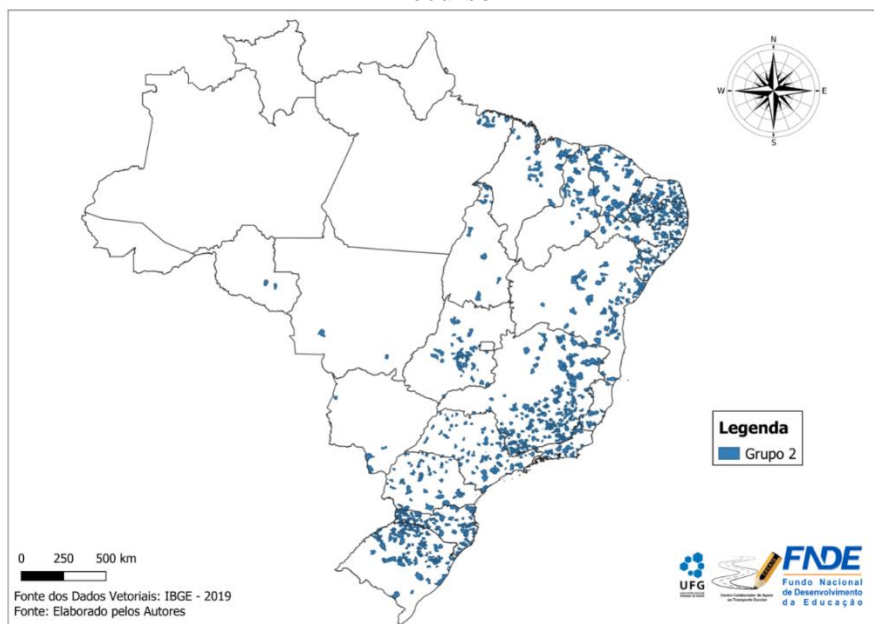
Fonte: resultados da pesquisa, 2020.

De acordo com as informações ilustradas na Figura 5.1, verifica-se que a maioria dos municípios alocadas na menor faixa de necessidade por recursos do PNATE se encontram, em sua maioria, nas regiões Sul e Sudeste. Nesse sentido, vale destacar o

quanto é massivo o número de municípios dos estados de São Paulo, Paraná e Santa Catarina. Certamente esses resultados são explicados, quando comparados com a região Nordeste, pelo número de estudantes transportados. Quando comparados com a região Norte, verifica-se a baixa necessidade desses municípios por recursos para transportar estudantes por meios aquaviários.

Ainda, no mesmo padrão visualizado na Figura 5.1, o mapa da Figura 5.2 classifica, em sua maioria, municípios das regiões Sul, Sudeste e Nordeste na segunda faixa por necessidade de recurso. Esses municípios transportam um número médio de estudantes superior àqueles da Faixa, bem como apresentaram maiores reduções nos indicadores de abandono escolar e distorção idade-série. Além disso, em média, a área desses municípios é superior.

**Figura 0.2:** Mapa dos municípios classificados na Faixa 2 –Necessidade moderada por recurso



Fonte: resultados da pesquisa, 2020.

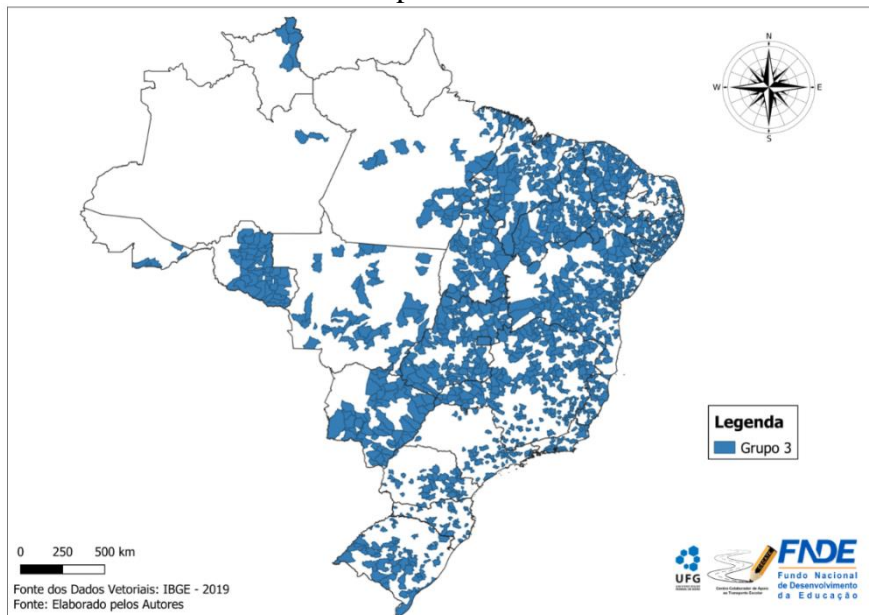
A partir dessas evidências, nota-se uma necessidade por recursos do PNATE superior àquelas evidenciadas pelo mapa da Figura 5.1. Assim, a Faixa 2 reflete um nível superior de necessidade, e, portanto, de recursos, que aquela experimentada pela Faixa 1. Entretanto, essa necessidade ainda é inferior a Faixa 3, que, por conseguinte, apresenta



um conjunto de fatores que a configura com um cenário de transporte escolar mais complexo.

De acordo com o mapa da Figura 5.3, verifica-se um maior número de municípios concentrados em estados como Goiás, Mato Grosso do Sul, Tocantins, Maranhão, Piauí e Ceará. Da mesma forma, no FNRM, grande parte desses municípios também eram classificadas na terceira faixa por necessidade de recursos do PNATE. Não é por acaso que nesses municípios o número médio de estudantes transportados seja superior as Faixas 1 e 2, mas, como se esperava, neles existe um percentual mais avançado de estudantes transportados por meios aquaviários.

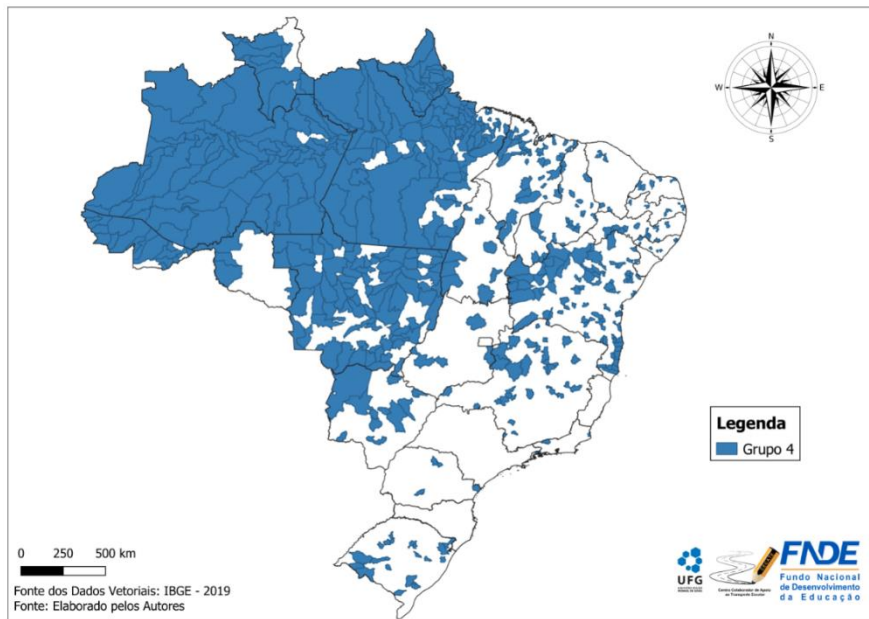
**Figura 0.3:** Mapa dos municípios classificados na Faixa 3 –Necessidade moderada e alta por recurso



Fonte: resultados da pesquisa, 2020.

Em última análise, o mapa da Figura 5.4 reflete um padrão geográfico bem marcante. Nele se constatou que os municípios da região Norte, por critérios equitativos, agregam os municípios com maior necessidade por recurso para o Transporte Escolar.

**Figura 0.4:** Mapa dos municípios classificados na Faixa 4 –Alta necessidade por recurso



Fonte: resultados da pesquisa, 2020.

Ainda, de acordo com o mapa da Figura 5.4, nota-se uma concentração de municípios dos estados do Amazonas, Pará, Mato Grosso, Amapá, Roraima e Rondônia. Certamente, essa classificação não apenas considerou o elevado número de estudantes dependentes do transporte escolar, mas, de fato, foi influenciada pelo percentual desses estudantes que são transportados por meios aquaviários. Conforme o discutido anteriormente, na Faixa 4 se encontram municípios com extensa área municipal, com a maior média de estudantes transportados por municípios, que, em certa medida, foram capazes de reduzir os indicadores de abandono escolar e distorção idade-série.

Assim, por critérios meritocráticos e equitativos, nota-se que a maioria dos municípios que são classificados em grupos da Faixa 4 são, em geral, àqueles que mais necessitam de recurso por estudante transportados no país. Dessa maneira, constata-se que o modelo AD foi robusto ao gerar estimativas que, no geral, refletiram as disparidades regionais educacionais. Vale destacar que todo modelo estatístico, em algum grau, promove previsões inadequadas ou residuais, mas, no caso deste modelo, em geral as classificações foram adequadas e agruparam os municípios com maior número de estudantes e maior progresso educacional nas Faixas 3 e 4, àquelas de maior necessidade.

## 2. Tópicos Conclusivos

O objetivo principal deste capítulo foi, a partir de variáveis consideradas equitativas e meritocráticas, reclassificar os municípios em faixas de necessidade por recurso do programa PNATE. Essas variáveis precisariam refletir alguns aspectos indispensáveis, tais como as discrepâncias de desenvolvimento regional, a complexidade do transporte escolar e, definitivamente, precisaria utilizar de um conjunto de variáveis do contexto educacional. Essa última prerrogativa busca adequar a classificação vigente, o Fator de Necessidade por Recursos Municipal (FNRM), que foi elaborada considerando mais os fatores de desenvolvimento socioeconômico dos municípios do que os objetivos do PNATE, o contexto escolar.

As primeiras etapas empíricas partiram da classificação vigente e, por meio de técnicas estatísticas, propôs uma reclassificação municipal por necessidade de recurso. Assim, constatou-se as seguintes evidências:

- As variáveis que mais se adequaram a metodologia proposta foram a evolução das taxas de abandono escolar e distorção idade-série, o número de estudantes transportados por meios rodoviários e aquaviários e a área municipal;
- Cerca de 23% dos municípios brasileiros permaneceriam classificados conforme a metodologia FNRM, mesmo com critérios equitativos e meritocráticos;
- Dentre os municípios que passariam por alguma reclassificação, a maioria dos municípios pré-classificados nos grupos das Faixas 1 passariam para a Faixa 2, uma outra quantidade significativa de municípios agrupados na Faixa passariam para a Faixa 2 e, em algum grau, os municípios da Faixa 3 seriam realocados às Faixas 2 e 4;
- Quanto aos municípios que deveriam ser reclassificados na Faixa 4, verificou-se que, em média, eles apresentaram a maior área e população municipal, o maior número de estudantes transportados, o maior percentual de estudantes transportados por meios aquaviários, e, em algum grau, foram capazes de reduzir as taxas anuais de abandono escolar e distorção idade-série;
- Após a reclassificação, alguns padrões foram verificados, em especial nas médias das variáveis discriminantes. Notou-se que na Faixa 1 ficaram agrupados os

municípios com menor progresso educacional e com menor número de estudantes transportados, enquanto na Faixa 4, agruparam-se os municípios com o maior número médio de estudantes transportados e com maior percentual de estudantes transportados por meios aquaviários;

- Em termos geográficos, notou-se que alguns padrões também foram visualizados. Esses padrões são reflexo das disparidades educacionais encontradas no país e das discrepâncias na complexidade de se operar o Transporte Escolar. Basicamente, os municípios que foram classificados com maiores necessidades por recurso, encontram-se nas regiões Norte e Nordeste;
- Nas regiões Sul e Sudeste, apesar dos avanços educacionais nos últimos anos, o número de estudantes transportados e o percentual desses que são transportados por meios aquaviários é relativamente inferior às regiões Norte e Nordeste;
- Por outro lado, na região Centro-oeste, verificou-se nos últimos anos um acentuado progresso educacional e, em soma, um significativo montante de estudantes transportados. Esses fatores configuraram a maioria desses municípios nos grupos da Faixa 3;
- Em comparação ao FNRM, notou-se que as distorções entre os extremos de necessidade por recurso foram ajustadas. Assim, nas Faixas 3 e 4 foram classificados os municípios com maior número de estudantes transportados, com maior área municipal e com maior progresso educacional;
- Nesta análise, a redução no abandono escolar e a distorção idade-série estiveram positivamente relacionadas com a distribuição de recursos. Dessa forma, constata-se que fatores meritocráticos e equitativo são eficientes como estrutura de incentivos ao progresso educacional dos municípios.

Os principais apontamentos para as Políticas Públicas educacionais e voltadas para o Transporte Escolar partem da necessidade de parâmetros que promovam incentivos adequados ao progresso educacional, passam pela necessidade de serem equitativas e considerarem as disparidades de desenvolvimento regional, e, por último, devem levar em conta a realidade do Transporte Escolar local. Em especial, elas precisam distinguir as necessidades municipais em função dos meios de transporte, rodoviário e aquaviário.

A principal limitação desta análise recai sobre resultados de distribuição de recursos. Apesar da Análise Discriminante reclassificar os municípios, ela não apresenta um ranqueamento dentro dos grupos e trata distintos municípios de forma homogênea. Assim, sem outros procedimentos complementares, não é possível estimar o recurso ótimo que deve ser destinado por estudante transportado aos municípios.

**FCT**

Faculdade de Ciências e  
Tecnologia



**FUNAPE**

Fundação de Apoio à Pesquisa - UFG



**UFG**

UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE GOIÁS

**FNDE**

Fundo Nacional  
de Desenvolvimento  
da Educação