

# Estradas rurais ou urbano-industriais

## Processo de escolha em regime de competição por fundos públicos

---

Mauro de Rezende Lopes<sup>1</sup>  
Geraldo da Silva e Souza<sup>2</sup>  
Ignez Guatimosim Vidigal Lopes<sup>3</sup>  
Marilene Silva de Oliveira<sup>4</sup>  
Fábio Campos Barcelos<sup>5</sup>  
Pedro Rangel Bogado<sup>6</sup>

**Resumo:** O trabalho avalia a importância de opções estratégicas em investimentos públicos de infra-estrutura, em estradas que servem o meio urbano-industrial e o meio rural. O processo decisório de onde investir recursos escassos num momento de competição por fundos públicos depende da capacidade de geração de densidade econômica, arrecadação de impostos e criação de bem-estar e renda ao longo da faixa de domínio das estradas. Sem retornos econômicos e sociais, os investimentos perdem importância em um contexto de recursos escassos e disciplina fiscal. As opções seguem os maiores retornos sociais e econômicos.

Para esse exercício, foram eleitas duas estradas de grande interesse urbano-industrial, a BR-324 (de Feira de Santana a Salvador) e a BA-093 (Entre Rios e Simões Filho). Para comparação, foram avaliadas estradas de interesse rural, como fontes de escoamento de *commodities* para exportação, a BR-242 (de Luís Eduardo Magalhães aos portos de Salvador), a BR-407 (de Juazeiro e Petrolina até Salvador). Uma via importante também foi incluída no estudo: a BR-116 (Rio-Bahia).

O modelo teórico utilizado é o DEA, ou Fronteiras de Eficiência de Produção, que foi adaptado a esse trabalho e permitiu o desenvolvimento de um ranking em termos de eficiência das estradas de acordo com variáveis e indicadores de desempenho das mesmas. Essa análise baseou-se num conjunto de 6 dimensões de indicadores de desempenho: os demográficos, com 7 variáveis; os econômicos, com 46 variáveis; os sociais, com 31 variáveis; os de infra-estrutura, com 13 variáveis; os de maturidade institucional, com 13 variáveis; e um que mede a capacidade das estradas de atrair investimentos no futuro, com geração de renda e emprego, com 22 variáveis.

As conclusões mais importantes do trabalho são de que, num regime competitivo por fundos públicos, as estradas que servem o setor urbano-industrial têm um nível de eficiência em gerar desen-

---

<sup>1</sup> Membro do Conselho Consultivo do IBRE/FGV.

<sup>2</sup> Pesquisador da Embrapa.

<sup>3</sup> Chefe do Centro de Estudos Agrícolas do IBRE/FGV (CEA).

<sup>4</sup> Economista do CEA.

<sup>5</sup> Economista do CEA.

<sup>6</sup> Economista do CEA.

volvimento econômico e em se auto-sustentar, por meio de geração de impostos, muito maior do que as estradas rurais; isso porque estas são, em grande parte, corredores que ligam zonas de grande produção agrícola aos portos e não geram renda e emprego no seu percurso. Por outro lado, as urbano-industriais geram renda ao longo de todo o seu percurso.

**Palavras-chave:** competição entre estradas rurais e urbano-industriais, investimentos em estradas, metodologia de avaliação de investimentos em infra-estrutura rural.

## **Agricultural or urban-industrial roads**

### **Selection process under the competition system for public funds**

**Abstract:** The purpose of this paper is to analyze the efficiency in investing public funds under the assumption of tight supply of fiscal funds and under strong competitive regime for resources for investments in infrastructure and in roads, in particular. The comparison involves two types of roads: the ones which are urban-industrial and the others which are built to allow the transportation of exportable commodities to the ports.

The purpose of the government's decision is based on the ability of the roads to generate development along the regions they provide transportation services, and also to generate taxes and economic development, income and welfare for the future. There were compared two main roads in the state of Bahia, which are urban-industrial roads, with three other roads which are mainly for the transportation of agricultural products for exports.

The methodology used is DEA, which is Efficiency Frontier of Production with a data asset of a great number of variables to define and measure the efficiency of the two alternatives, either the roads are the ones that generate development along their territories (the urban-industrial ones) or the ones that are only used for the transportation of agricultural products to the ports.

The urban-industrial roads are far more efficient in terms of allocating government funds, because of generating of incomes and development along the territories served by the roads, while the roads that serve only to the agricultural frontiers have very small social returns in terms of public investments. So under this difficult situation rural roads will receive less priority in terms of investments in the future, although agriculture is very important for Brazil.

**Keywords:** competition between rural and urban-industrial roads, investments in highways, methodology for the evaluation of investments in rural infrastructure.

## **Qual o problema da escolha de estradas no Brasil hoje?**

Quais os principais desafios que o Brasil deve enfrentar no setor de infra-estrutura? Como viabilizar obras de infra-estrutura no Brasil hoje, com um estado debilitado financeiramente? Em particular, obras viárias e estradas em geral têm como se viabilizar, por elas mesmas? Devemos depender de recursos públicos de forma per-

manente para obras que são importantes, mas cuja sustentabilidade ficaria comprometida em longo prazo? O Estado brasileiro tem como disponibilizar recursos financeiros para recuperação e melhoria de todas as suas estradas?

Estas são as principais perguntas que levam os gestores públicos e as empresas de construção a refletirem sobre a multiplicidade de projetos, nos quais as necessidades de recursos em muito superam as exigências de obras no setor de estradas.

Como viabilizar – no seu sentido mais amplo possível – a recuperação e ampliação das estradas no Brasil? Como transformar as estradas em algo sustentável do ponto de vista financeiro e econômico em médio e longo prazos, garantindo que o investimento do Estado terá retornos econômicos, sociais e, sobretudo, tributários e fiscais, e garantindo ainda a atração de investimentos privados que fortalecem o desenvolvimento territorial nas faixas de domínio das estradas?

Este trabalho é uma proposta de metodologia de seleção de projetos de estradas, baseada em escolhas estratégicas entre opções alternativas de vias de transporte de grande importância para o desenvolvimento local. O exemplo usado para a aplicação desta metodologia é o do Estado da Bahia. Foram analisadas seis estradas alternativas, em termos de potencial de promoção do desenvolvimento local e de sustentabilidade econômico-financeira, em curto, médio e longo prazos. As estradas, nessa metodologia, vão disputar recursos públicos escassos em regime altamente competitivo. As estradas deverão ser hierarquizadas de acordo com critérios de impacto no desenvolvimento econômico e social das áreas de influência de cada uma delas. Só as estradas melhor posicionadas receberão atenção em curto prazo, a prevalecerem as restrições de recursos e fundos públicos.

Os principais critérios de avaliação da viabilidade e sustentabilidade de uma estrada são a sua capacidade de densificação da atividade econômica ao longo da via e de gerar valor adicionado ao longo da sua trajetória; a sua capacidade, em suma, de gerar desenvolvimento territorial na sua área de influência. O que importa é a capacidade de causar impacto positivo econômico e social na área de influência, de gerar conglomerados competitivos ao longo do seu trajeto e de desenvolver *clusters* e arranjos produtivos locais de alto poder competitivo, nacional e internacionalmente.

Nesse contexto, estradas que são meros corredores de exportação, e até mesmo estradas

que são vias troncais de importância, mas que não geram atividade econômica na sua passagem, acabam assumindo uma prioridade relativa menor na hierarquia das escolhas públicas.

A seleção de prioridade de construção de obras públicas, a partir de critérios econômicos, sociais e políticos, é um problema complexo, em virtude do conjunto grande de dimensões e indicadores que temos que considerar. A escolha pública envolve valores políticos. A questão é: onde o Poder Público investirá, dentro de um regime de competição por recursos fiscais escassos e incertos? Para o setor privado: em quais as estradas que mais provavelmente o Poder Público irá investir, e quais que, por via de consequência, poderão oferecer serviços de logística confiáveis? Essas são informações estratégicas que dependem de quantificação para reduzir a subjetividade das decisões. É necessário medir a importância relativa das opções estratégicas acerca de quais estradas merecerão a outorga da prioridade, pois o que não se mede não se gerencia.

O objetivo deste trabalho é avaliar dentro de um conjunto de seis opções de obras de infraestrutura, em particular entre seis estradas no Estado da Bahia, quais as que têm maiores chances de serem implementadas. Ou quais as obras que contribuiriam mais decisivamente para o desenvolvimento de uma determinada região.

As estradas escolhidas repousam sobre duas áreas de grande interesse de transporte urbano e atividade industrial, que cortam e servem o Complexo Camaçari–Aratu. Essas duas estradas são a BR-324 (de Feira de Santana a Salvador) e a BA-093 (de Entre Rios a Simões Filho). Foi escolhida também uma via troncal de importância para o Nordeste, a BR-116, também conhecida como Rio–Bahia. Três estradas foram selecionadas em virtude da sua importância para as exportações agrícolas: a BR-242 (de Luiz Eduardo Magalhães aos portos de Salvador), uma variante da BR-242 que vai diretamente a Ilhéus e a BR-407, também conhecida como Estrada da Fruta. Embora estas três últimas sejam de grande importância para a agricultura por serem essenciais para a realização

das vantagens comparativas de áreas agrícolas de grande potencial competitivo e exportador, de geração de renda e emprego no interior, elas estão em péssimo estado de conservação.

Há muitas estradas que ligam áreas produtoras agrícolas nobres a portos. A estrada se justifica em razão da grande capacidade de produção e geração de vantagens comparativas evidentes na área de produção dinâmica na fronteira agrícola. Tal é o caso, por exemplo, da BR-242, que liga Luiz Eduardo Magalhães a Santanópolis, na confluência da estrada BR-324, que vai a Salvador e aos portos da Bahia de Todos os Santos. Há outras estradas, por exemplo, a BR-324 que liga Vitória da Conquista a Salvador, cortando áreas importantíssimas de desenvolvimento industrial, com grande fluxo de passageiros – Complexo Industrial de Camaçari e Aratú. São estradas permanentemente congestionadas, que estão sob investigação de uma solução permanente. A rigor, todas as estradas são essenciais, mas sem crescimento o País não poderá investir em infra-estrutura. E, nessa hora, é necessário racionalizar recursos e, para tal, ter-se-á que selecionar as obras mais sustentáveis. Além dessas, há também a BR-407, chamada Estrada da Fruta, que liga os perímetros irrigados de Petrolina e Juazeiro aos portos de Salvador, de grande importância para a geração de riqueza e escoamento das exportações naquele que é o segundo porto mais importante de exportação de frutas do Brasil, que é o terminal de contêineres de frutas de Salvador. Essa estrada é vital para o desenvolvimento da agricultura irrigada no Vale do Rio São Francisco, onde o Brasil tem colhido espetaculares resultados nas exportações de frutas.

A importância dessas opções estratégicas em relação às estradas deve-se ao fato de que, havendo recursos escassos, é preciso considerar muitos fatores antes de tomar uma decisão por uma ou outra estrada. Enquanto umas estradas têm grande impacto social e político, como aquelas que servem áreas de grande densidade demográfica, há outras que reduzem os chamados *trading costs* (custos da atividade comercial e industrial). Esses investimentos desempenham um papel importante no processo

de transformação de vantagens comparativas em vantagens competitivas. A opção por estrada de grande impacto político pode custar caro aos cofres do Estado, uma vez que deixa de lado uma estrada importante que serviria uma área de produção com objetivo da exportação por meio de um determinado porto. E, como tal, geraria impostos e sustentabilidade econômica, da via, ela mesma.

Se essa última estrada não for construída, as vantagens comparativas naturais que existem nas áreas de produção vão se dissipar ao longo das vias de transportes e de serviços de logística, perdendo o País vantagens competitivas e não logrando competir no mercado mundial.

## Metodologia

Essas decisões acerca das estradas estão longe de serem triviais. Dependem de muitos fatores que têm que ser levados em conta no processo de decisão. Esse estudo pretende relacionar todas as informações disponíveis para que se possa subsidiar o processo decisório de investimento de uma estrada em detrimento de outras. Qual a estrada é mais eficiente do ponto de vista da formulação política, econômica, social para umas determinadas regiões alternativas?

Em termos de informações básicas, para cada uma das seis estradas escolhidas pela pesquisa, foram levantados dados disponíveis com relação a diversos índices, como Índice Demográfico; Índice Econômico, Índices Sociais, Índices de Infra-estrutura, Índice de Qualidade Institucional e Investimentos Programados e Empregos Gerados. Os dados básicos utilizados neste trabalho foram obtidos do banco de dados da Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia (SEI). Cada dado representa uma média de todos os municípios ao longo de cada uma dessas estradas, considerando os municípios à direita e à esquerda de cada estrada, uma distância máxima da estrada de cerca de 150 km, para ambos os lados. Esse é o corredor definido na pesquisa. Assim, os índices importantes usados no trabalho

empírico para comparar a importância de cada uma das estradas são os índices demográficos, com as populações residentes; o grau de urbanização, com a taxa de crescimento anual das diversas populações; os índices de distribuição de renda ao longo de cada corredor, servido pela estrada.

Há outras variáveis tais como os índices de igualdade e desigualdade social; índices de pobreza; índices de desenvolvimento econômico ao longo de cada uma dessas estradas; índice de população; a população economicamente ativa; o produto municipal, em milhões de reais; o PIB de 1999 até 2002; o PIB *per capita* de 1999 a 2002; a participação do PIB do corredor ou eixo em relação ao PIB da Bahia de 1999 a 2002; a participação da agropecuária no PIB local; a participação dos serviços no PIB da região; a participação média da indústria no PIB da região; a renda *per capita* em 1991 e 2000; o grau de informalidade da economia; a taxa de ocupação e desocupação; a arrecadação de impostos (ICMS e IPVA); arrecadação total dos impostos estaduais.

Há outros índices sociais, tais como o índice de desenvolvimento humano; o índice de desenvolvimento de renda; longevidade; índices de desenvolvimento humano de educação e desenvolvimento social; a taxa de alfabetização e as taxas de analfabetismo; os anos de escolaridade; a mortalidade infantil; esperança de vida; a cidade eleitoral.

Finalmente, há os índices de infra-estrutura, como o abastecimento de água; esgoto; o tratamento de lixo; o total de veículos cadastrados no eixo; a disponibilidade de leitos hospitalares; a força de trabalho estadual nos campos da saúde e da medicina em geral.

Foi medido, ainda, um conjunto de índices de qualidade institucional, isto é, dividido em três categorias: o grau de participação das comunidades em conselhos deliberativos da região ou que administram fundos; a capacidade financeira, a existência de consórcios, re-

ceita corrente versus a dívida e poupança real *per capita*; e a capacidade gerencial, a geração de IPTU, instrumentos de gestão e instrumentos de planejamento.

São muito importantes esses índices de densidade eleitoral e qualidade institucional, pois são indicadores de referência do peso e do valor político da comunidade, ao longo dessas estradas. Por último, está uma variável da maior importância que é a de projetos de investimentos incentivados, autorizados pelo governo da Bahia, para fins de instalação de novas indústrias e atividades agroindustriais em todas essas estradas.

Os dados de Índice Demográfico; Índice Econômico, Índices Sociais, Índices de Infra-estrutura, Índice de Qualidade Institucional e Investimentos Programados e Empregos Gerados referem-se a médias dos municípios selecionados ao longo da área de influência de cada estrada. Elegeram-se como critério para selecionar os municípios que fazem parte da faixa de domínio de cada estrada se as sedes destes municípios se situavam – como já foi dito – a no máximo 150 km da via principal (estrada). Ficou, portanto, delimitada uma área, ao longo das estradas, onde foram coletados os dados. Em seguida, com o conjunto de dados dos municípios foi calculada uma média aritmética dos valores, para serem usados como índices e indicadores médios de cada estrada.

## O processo decisório dos gestores públicos

Essa parte do trabalho resume pontos de partida e definições básicas que devem presidir as escolhas do nível de investimento em infra-estrutura – enquadrada aqui como bem público – por parte dos gestores públicos. Eles serviram também ao propósito de nortear o presente trabalho de pesquisa.

A análise do quadro de referência dos investimentos em bens públicos e a conseqüente geração de resultados econômicos e sociais, com

ênfase especial nos investimentos em infra-estrutura, resumem-se nos seguintes pontos:

- Dependendo dos recursos naturais na região, os investimentos em infra-estrutura de transporte devem ser capazes de gerar desenvolvimento. Entretanto, na maioria dos casos, mesmo que haja abundantes recursos naturais, a falta de investimentos em infra-estrutura compromete definitivamente o desenvolvimento da região.
- As políticas de oferta de bens públicos – em particular, as estradas – têm uma dimensão socioeconômica e territorial importante, na medida em que promovem a transformação de crescimento em desenvolvimento na faixa do domínio da estrada.
- A infra-estrutura de transporte, como as estradas, depende do adensamento da atividade econômica, gerado na faixa de domínio da própria estrada.
- O equilíbrio e a harmonia entre as políticas de construção de estradas e a geração de desenvolvimento econômico indicam escolhas públicas adequadas para cada região ou faixa de domínio servida pelas estradas.
- Diferença significativa entre a oferta e demanda de bens públicos evidencia alocação subótima de recursos para provimento desses bens e, provavelmente, indicadores pobres de desenvolvimento econômico e social.
- As regiões servidas por estradas devem ter suas próprias vantagens comparativas, e as políticas de desenvolvimento territorial serão mais eficientes se adaptadas às necessidades específicas de aproveitamento dos recursos naturais de cada região cortada pelas estradas.
- Os ativos econômicos e sociais, os bens públicos, desenvolvidos por políticas de desenvolvimento territorial, devem gerar resultados mensuráveis,

tanto econômicos (emprego, renda) quanto sociais (IDH), caso contrário as políticas de bens públicos não foram eficazes, eficientes e efetivas.

- Considerando que acesso a recursos naturais, oportunidades econômicas, vantagens comparativas e bens públicos são específicos de cada região, eventuais óbices, gargalos, falta de infra-estrutura e outros bens públicos devem ser atacados pelo público afetado (*stakeholders*), pelas comunidades locais e pelas esferas de governo subnacionais, sob pena de graves prejuízos econômicos e sociais.
- Políticas de oferta de bens públicos regionais e territoriais precisam ser capazes de influenciar o produto, a renda e o emprego, criando entre si externalidades positivas, inclusive gerando mais impostos que garantam a sustentabilidade financeira para tais políticas, de infra-estrutura, notadamente, no futuro.
- Finalmente, o resultado da combinação de bens públicos com resultados concretos criam sustentabilidade social – objetivo maior do gestor público – definida como a capacidade de a estrada gerar impostos suficientes para sustentar serviços públicos (educação, saúde e infra-estrutura) de tal forma que o uso destes bens pela geração atual não comprometa o usufruto deles pelas gerações futuras.

## Procedimentos e análise dos resultados

### Procedimentos preliminares

O conjunto de dados contém 6 dimensões de indicadores: a) indicadores demográficos, com 7 variáveis; b) indicadores econômicos, com 46 variáveis; c) indicadores sociais, com 31 variáveis.

veis; d) indicadores de infra-estrutura, com 13 variáveis; e) indicadores de maturidade institucional, com 13 variáveis; f) valores de investimento previstos e geração de emprego, com 22 variáveis. Ao todo, somam-se 132 variáveis.

Nas seis dimensões, aplicou-se a técnica de Análise de Componentes Principais para reduzir o conjunto de variáveis presentes em cada dimensão a um único índice representativo. A redução de dimensão por uma medida de agregação é imperativa na atual aplicação, pois a consideração das 132 variáveis disponíveis sem agregação conduz a resultados espúrios do ponto de vista da classificação de importância das estradas.

A idéia da Análise de Componentes Principais é a de transformar o conjunto de variáveis originais em um novo conjunto de variáveis não correlacionadas denominadas componentes principais. No contexto dessa transformação, é de particular interesse a primeira componente que representa a combinação linear das variáveis originais, com coeficientes com norma unitária, que tem variância máxima, isto é, que mais separa as estradas. Esta componente é que explica a maior parte da variabilidade observada no conjunto de dados e, neste contexto, representa a direção de maior associação com a maioria das variáveis envolvidas na análise. Em nosso exemplo particular, a representatividade nunca caiu abaixo de 50 %, e as correlações com as variáveis originais foram sempre significantes e predominantemente positivas.

Nossa abordagem, portanto, para classificação das estradas envolveu primeiramente a definição, para cada dimensão, de um escore de cada estrada em uma variável definida por uma combinação linear das variáveis originais convenientemente padronizadas pela subtração da média e divisão pelo desvio padrão. Esse escore é denominado construto da dimensão respectiva. Especificamente, o construto da dimensão  $j=1, \dots, 6$  é definido pela equação

$$Y_i^j = \sum_{k=1}^{p_j} c_k^j x_k^j$$

em que  $Y_i^j$  é o escore da estrada  $i=1, \dots, 6$  no construto  $j$ ;  $c_k^j$  é o coeficiente da variável  $k=1, \dots, p_j$  no construto  $j$  (primeiro componente principal da dimensão  $j$ ); e  $x_k^j$  é o valor padronizado da variável  $k$  da dimensão  $j$ .

Notamos, aqui, que duas abordagens são viáveis na obtenção de componentes principais. Pode-se trabalhar com a matriz de variâncias-covariâncias ou com a matriz de correlação. A padronização das variáveis implica na análise da matriz de correlação.

A vantagem do procedimento com a matriz de correlação diz respeito à independência das unidades de medida e à colocação de todas as variáveis com mesma importância do ponto de vista da variabilidade. De outro modo, a primeira componente principal seria dominada pelas variáveis com maior variabilidade.

Especificamente, se  $R^j$  é a matriz de correlação entre as variáveis componentes da dimensão  $j$  os coeficientes  $c_k^j$  são determinados resolvendo-se o problema de otimização (CHATFIELD; COLLINS, 1980)

$$\text{Max } \alpha_j R^j \alpha_j^t, \alpha_j \alpha_j^t = 1$$

em que  $\alpha_j$  é um vetor com componentes  $c_k^j$  e  $t$  denota transposição.

### Importância das estradas tomadas individualmente

Na Tabela 1, apresentamos os escores das estradas tomadas individualmente em cada um dos seis construtos investigados.

Cada valor, na Tabela 1, é o escore do índice (construto) definido pela coluna para a estrada definida pela linha. O valor corresponde a cada dimensão, dada por cada indicador, medido pela primeira componente principal.

A Tabela 2 apresenta os valores dos escores da Tabela 1 acrescidos de uma constante e

**Tabela 1.** Análise de componentes principais (escores).

Estrada	Indicador					
	Demográfico	Econômico	Social	Infra-estrutura	Maturidade institucional	Investimento e emprego
BA-093	1,3750	7,3660	4,8484	-0,5439	2,7469	4,0749
BR-116	-0,5095	-4,5475	-5,1199	-1,4043	-1,6216	-3,1730
BR-242/A	-1,3282	-4,1503	-1,8919	-2,0805	-3,7243	-2,9100
BR-242/B	-0,9587	-3,3315	-2,3854	-0,6002	-0,2668	-1,0746
BR-324	3,1261	8,4472	7,3260	6,3530	3,3369	6,4825
BR-407	-1,7047	-3,7840	-2,7772	-1,7240	-0,4712	-3,3997

normalizados para assumirem valores entre zero e um. A menos de aproximações de segunda casa decimal estas quantidades são obtidas adicionando-se o máximo de cada coluna e posteriormente dividindo-se pelo escore máximo assim obtido. A transformação de translação é necessária para o uso da Análise de Envoltória de Dados (DEA). A redução radial é apenas conveniente e não afeta a análise.

Como a ordenação de importância via o DEA pode ser alterada com a escolha da origem, fizemos alternativamente os cálculos com a utilização de ranks de importância em cada dimensão. A utilização dos ranks empresta propriedades não paramétricas à análise e elimina a dependência à origem (Tabela 3).

Faz-se isso, portanto, para cada dimensão e para cada estrada. Assim, pode-se verificar que os valores resultantes permitem que cada estrada seja classificada dentro de uma certa hierarquia de importância.

Os escores representam a importância relativa de cada estrada (da BA-093 à BR-407) na dimensão, sendo considerada dos indicadores demográficos aos investimentos e emprego. Esses escores já nos permitem tirar algumas conclusões importantes.

Note-se que, por exemplo, a BR-324 é a estrada que obtém os maiores valores em todas as dimensões. Isso indica que essa estrada desfruta de uma condição ímpar de relevância em todos os indicadores selecionados para classificar as estradas. Trata-se de uma estrada relevante para os propósitos do nosso estudo, dados os valores estimados para todos os indicadores considerados. Atravessa regiões importantes do Estado da Bahia e gera riqueza em toda a sua faixa de domínio. Ao longo da estrada, há geração de valor adicionado, PIB's municipais, e há densificação da atividade econômica. Ela, então, deveria ser prioritária para fins de recuperação e manutenção por parte dos gestores

**Tabela 2.** Análise de componentes principais (escores) transformados.

Estrada	Indicador					
	Demográfico	Econômico	Social	Infra-estrutura	Maturidade institucional	Investimento e emprego
BA-093	0,7145	0,9357	0,8282	0,4538	0,9122	0,8121
BR-116	0,4153	0,2308	0,1501	0,3866	0,2970	0,2546
BR-242/A	0,2854	0,2543	0,3697	0,3338	0,0008	0,2748
BR-242/B	0,3440	0,3027	0,3361	0,4494	0,4878	0,4160
BR-324	0,9924	0,9997	0,9967	0,9927	0,9953	0,9973
BR-407	0,2256	0,2759	0,3094	0,3616	0,4590	0,2371

**Tabela 3.** Análise de componentes principais com a utilização de ranks.

Estrada	Indicador					
	Demográfico	Econômico	Social	Infra-estrutura	Maturidade institucional	Investimento e emprego
BA-093	5	5	5	5	5	5
BR-116	4	1	1	3	2	2
BR-242/A	2	2	4	1	1	3
BR-242/B	3	4	3	4	4	4
BR-324	6	6	6	6	6	6
BR-407	1	3	2	2	3	1

Nota: a posição das estradas em relação às variáveis é em ordem decrescente.

públicos. Sua eficiência tem efeito gerador de riqueza ao longo da via.

Para o setor privado, os municípios que a margeiam são valorizados pelo potencial de atração de grandes investimentos e pela existência de massa crítica de atividade industrial. Esse quadro, no seu aspecto geral, desde logo já oferece uma orientação inicial acerca da importância de cada estrada para a atividade econômica e para as decisões dos gestores públicos no momento da decisão de qual delas merece prioridade.

A BA-093 é um caso idêntico, com escores elevados para todos os indicadores. Ela é uma estrada com alto padrão nos indicadores selecionados e em termos de promoção de desenvolvimento. E o progresso que se processou em anos recentes ao longo da via, principalmente das atividades econômicas, resultou em desenvolvimento social – o que pode ser visto pelos valores dos indicadores sociais. São elevados também os investimentos incentivados atraídos pela via rodoviária.

Entretanto, a BR-242 – nas suas duas versões, A e B – tem escores muito baixos para todos os indicadores. Isso indica, *prima facie*, que a despeito da importância dessa estrada para a agricultura, os indicadores não são favoráveis. Talvez em grande parte porque a estrada liga uma zona de produção a portos. As zonas de produção são muito importantes, mas há pouca densificação da atividade econômica da zona produtora até o porto, o que even-

tualmente demonstra que seria muito difícil viabilizar a permanente recuperação e manutenção da estrada em um regime de escassez de recursos públicos.

Surpreendentemente, a BR-116 apresenta escores relativamente baixos. Apesar dessa estrada ser uma artéria troncal de grande importância para a integração regional, os escores indicam que, ao longo de sua faixa de domínio, ela gera indicadores de impacto relativamente modestos. Ao que tudo parece indicar, a BR-116 é mais um corredor de transporte com impacto modesto nos indicadores considerados, comparando-a com as estradas BR-324 e BA-093 – estas, sim, apresentam grande impacto em todos os indicadores eleitos. A BR-407 também, apesar da sua importância para o agricluster de frutas do Vale do Rio São Francisco, mais se parece com um corredor de transportes.

Na concepção moderna da importância da infra-estrutura de transportes, é necessário que as estradas não sejam apenas corredores de exportação, mas sejam capazes de gerar atividades econômicas de alto valor para a sua área de influência. Sejam capazes de gerar valor adicionado e atividades produtivas – densificação da atividade produtiva – ao longo de toda a sua área de influência. E, a partir da geração de valor adicionado, as estradas gerariam indicadores sociais, de infra-estrutura e de maturidade institucional capazes de atrair investimentos para a geração de emprego. Essas

estradas acabariam disputando com vantagem os recursos públicos contra as demais estradas, que seriam preteridas por serem corredores de exportação, isso em um regime de elevada competição por recursos escassos para infraestrutura.

Assim, analisando-se dimensão por dimensão, indicador por indicador, já podemos ter uma expectativa acerca da importância relativa de cada estrada. Entretanto, até esse ponto não temos condições de obter resultados conclusivos e análises globais, comparando todas as estradas no seu conjunto. Podemos ter apenas indicações de que em algumas dimensões, essas estradas têm resultados melhores e pior nas outras. Entretanto, precisamos comparar todas as estradas, em seu conjunto, tomando-se a totalidade das dimensões analíticas. Isso é o que caracteriza a competição por fundos públicos.

Isso será feito aplicando-se a análise de fronteira de produção (DEA) em uma visão multicritério. A medida de eficiência técnica de produção DEA que trataremos aqui é definida como segue.

### **Importância das estradas em regime de concorrência por fundos públicos**

Nessa parte do trabalho, usa-se o método de estimação das fronteiras de produção para se determinar a importância das estradas, quando elas competem umas com as outras por recursos públicos.

Considere um processo de produção em que  $p$  inputs são utilizados na produção de  $s$  outputs. Se existem  $n$  unidades produtoras, represente por  $X$  a matriz  $p$  por  $n$  de utilização de insumos e por  $Y$  a matriz  $s$  por  $n$  de produtos obtidos. A eficiência técnica de produção da unidade produtora  $i$  é definida pela solução do problema de programação linear  $\text{Min } \theta$  sujeito

às condições  $X \lambda \leq \theta x_{(i)}$ ,  $Y \lambda \geq y_{(i)}$ ,  $\lambda \geq 0$ . Nessa expressão, o par  $(x_{(i)}, y_{(i)})$  representa o vetor de produção da unidade avaliada, e  $\lambda$  é um vetor de pesos de dimensão  $n$ . Essa formulação do DEA é conhecida como de retornos constantes à escala e é orientada para insumos. Se considerarmos o problema  $\text{Max } \psi$  sujeito às condições  $X \lambda \leq x_{(i)}$ ,  $Y \lambda \geq \psi y_{(i)}$ ,  $\lambda \geq 0$ , tem-se a orientação para produtos.

A medida de eficiência técnica no primeiro caso é o valor ótimo  $\theta^*$ , e no segundo caso o inverso do ótimo  $\psi^*$ . Essas medidas são coincidentes sob retornos à escala constantes (COELLI et al., 2005).

De acordo com a adaptação multicritério da metodologia do DEA, procede-se ao cálculo de um índice de desenvolvimento para cada uma das estradas. A aplicação de DEA, nesse contexto, é conhecida na literatura (LETA et al., 2005; ANGULO MEZA et al. 2005, SOUZA et al. 2007) e será feita de duas formas. Primeiramente, tomam-se os construtos como inputs e a existência das estradas como output, isto é, considera-se output unitário para cada estrada. Quanto maior a ineficiência da estrada vista como unidade produtora em um modelo DEA voltado para a produção, maior sua importância<sup>7</sup>. Nesse contexto, define-se o índice de importância da estrada como sendo um menos a medida de eficiência técnica. Nessa ótica, intuitivamente, olham-se as estradas como produto do desenvolvimento.

Alternativamente pode-se considerar um modelo de produção em que um insumo unitário está associado a cada estrada, tendo como output múltiplo os indicadores dos construtos. Nesse caso, de modo intuitivo, olha-se a existência da estrada como criadora do desenvolvimento. A medida de eficiência resultante é o indicador de importância da estrada. Como medida final de importância, considera-se a média aritmética entre as duas medidas de importância parciais.

<sup>7</sup> Deve-se perceber que quanto maior a ineficiência técnica na fronteira invertida do modelo DEA multicritério, maior sua importância. O modelo multicritério em apreço assume a estrada como resultante do desenvolvimento. Em um modelo de produção em que toda unidade tomadora de decisão produz uma unidade de um produto, gastando unidades variáveis dos insumos, uma unidade eficiente (eficiência unitária) é uma unidade que necessita de poucos insumos para produzir a unidade de output. Significa que o output unitário está ajustado ao seu uso de insumos. No problema que estudamos, uma estrada com essa característica não é importante. Para se ter a medida de importância correta, trabalha-se com o complementar da eficiência, isto é, com um menos a eficiência. Nesse contexto, a medida de eficiência de interesse é na realidade a medida da ineficiência.

Esse seria um índice de classificação da importância de cada estrada para investimento, por parte do governo, informação essa de maior relevância no processo de decisão de alocar recursos escassos em obras e estradas alternativas. O índice estabelece um padrão de competitividade por recursos públicos. Todas as estradas, nesse exercício, competem por recursos públicos. Note que a alocação de insumos e produtos a priori coloca as estradas inicialmente em condições uniformes de avaliação. As diferenças surgem de modo ótimo, como resultado de um modelo de fronteira determinística.

Por parte do setor privado, o significado desse índice é a possibilidade de desenvolvimento da região originária da produção (riqueza) ao longo da área de influência da estrada, que atraia e justifique os investimentos dos agentes privados e minimiza seus riscos de perdas financeiras nos investimentos.

Em outras palavras, esse índice indica ao Governo a possibilidade de o retorno nos investimentos, nessa estrada, ser auto-sustentado por indicadores econômicos, sociais, etc. Indica ao setor privado que, por outro lado, se aquelas estradas específicas serão reconstruídas, são viáveis e justificam os investimentos privados.

Portanto, trabalhamos com um escore representando duas percepções importantes para o processo de decisão:

a) As estradas estariam gerando o desenvolvimento, medido pelos indicadores econômicos e sociais.

b) O desenvolvimento da área de influência poderia sustentar as estradas, viabilizando-as em longo prazo.

Utilizando esses dois enfoques, estabelecer-se-á um contraste, como teste para minimizar o risco de a escolha de uma hierarquia de importância das estradas ser viesada na percepção dos gestores públicos e dos investidores privados, seja numa direção, seja em outra. Além disso, estar-se-á testando a importância relativa da assertiva de que as estradas estariam gerando o desenvolvimento na sua área de influência, e, alternativamente, o desenvolvimento na faixa de domínio da estrada a sustentaria e a viabilizaria. Ademais, se não houvesse diferença entre os rankings das estradas, pelos dois enfoques, chegar-se-ia à conclusão de que ambos os enfoques são equivalentes, e o ranking das estradas em ordem de eficiência não se alteraria com o enfoque adotado.

A partir das duas medidas, calcularíamos uma média dos índices de eficiência de acordo com os dois enfoques, e poderíamos derivar algumas conclusões acerca da hierarquia da importância das estradas. Pode-se assim determinar um escore final que ordenasse as estradas em termos de eficiência. As Tabelas 4 e 5 mostram os resultados de avaliação em ordem crescente, obtidos com os valores transformados e com os ranks. Os resultados de ordenação de importância são essencialmente os mesmos.

A Tabela 4 apresenta os resultados mais importantes da pesquisa. Ela resume os índices finais comparativos da importância e eficiência

**Tabela 4.** Índice de importância das estradas com transformação de origem e escala.

Estrada	Avaliação relativa da contribuição das estradas para o desenvolvimento	Avaliação relativa da contribuição dos indicadores econômicos para a sustentação das estradas	Escore final
BA-093	0,371	0,000	0,186
BR-116	0,419	0,000	0,210
BR-242/A	0,461	0,000	0,231
BR-242/B	0,490	0,149	0,320
BR-324	0,936	0,265	0,601
BR-407	1,000	0,657	0,829

**Tabela 5.** Índice de importância das estradas com a utilização de ranks.

Estrada	Avaliação relativa da contribuição das estradas para o desenvolvimento	Avaliação relativa da contribuição dos indicadores econômicos para a sustentação das estradas	Escore final
BA-093	0,500	0,000	0,250
BR-116	0,667	0,000	0,334
BR-242/A	0,667	0,000	0,334
BR-242/B	0,667	0,364	0,516
BR-324	0,883	0,562	0,723
BR-407	1,000	0,635	0,818

relativa entre as estradas. A primeira coluna contém a discriminação das estradas. A segunda coluna relaciona e hierarquiza os escores de acordo com o enfoque do insumo unitário, segundo o qual as estradas são insumos que produzem o desenvolvimento, por meio dos indicadores selecionados. A terceira coluna define a eficiência técnica na fronteira invertida, segundo a qual os indicadores de desenvolvimento da faixa de domínio das estradas as sustentam<sup>8</sup>. A coluna Escore final é o resultado mais importante desse exercício, pois representa a média dos escores das colunas 2 e 3.

Antes de proceder à análise dos resultados, lembremos que, na segunda coluna, as estradas são o input, e os indicadores são os outputs (múltiplos). As estradas são as criadoras de desenvolvimento. Na segunda hipótese – na terceira coluna – os indicadores (construtos) são os inputs, e as estradas, os outputs. O desenvolvimento local, ao longo da área de influência das estradas, sustentaria as estradas. O investimento seria sustentável no mais amplo sentido possível em termos demográficos, sociais, econômicos, de infraestrutura, etc. E o que é mais importante para a sustentabilidade das estradas, o investimento nessas atrairia mais investimentos e geraria impostos, que em última instância é o que sustenta as estradas. A medida final da importância da estrada – na última coluna – é a média aritmética das

duas medidas anteriores e reflete o grau de importância das estradas entre dois critérios eleitos para hierquirizá-las.

Os resultados mostram que não temos razões para afastar a hipótese de que as estradas BR-324 e BA-093 são as mais importantes em termos de prioridades de conservação, manutenção e ampliação, enquanto que a BR-242 e a BA-407 estão posicionadas na hierarquia de prioridades em nível relativamente inferior. Assim como a BR-116.

É interessante registrar um resultado novo. A BR-242/B que havia se revelado uma estrada em uma posição na hierarquia da importância das estradas relativamente mais baixa e desponta agora na terceira posição de importância, quando, como nessa parte do trabalho, colocamos todas as estradas para competir por poucos recursos públicos para sua recuperação, manutenção ou até expansão.

Para o setor privado, a implicação destes resultados é uma indicação de que os investimentos na produção de produtos intensivos em infraestrutura e com uma elevada elasticidade-preço em relação a fretes deveriam ser avaliados com cautela ao longo das estradas BR-242 e BR-407, assim como ao longo da BR-116. Não podemos afastar a hipótese de que não há massa crítica de atividades econômicas e indicadores sociais – em termos de todos os indicadores considerados – ao

<sup>8</sup> Em termos relativos dos resultados da coluna Avaliação relativa da contribuição dos indicadores econômicos para a sustentação das estradas, as estradas que têm valor zero são igualmente importantes. Na escala medida da fronteira invertida, a eficiência deve ser interpretada como um indicador comparativo. O modelo não é estritamente de produção, e sim um modelo de avaliação multicritério. O valor zero não significa que a estrada não produz desenvolvimento, mas sim que o produto base unitário de desenvolvimento está ajustado perfeitamente aos valores dos construtos. Correções no output não são necessárias no ajuste de sua classificação.

longo destas estradas. Basta verificar, no Anexo A, nos indicadores referentes a investimentos pretendidos e futuros empregos gerados, que há uma clara indicação da preferência dos investidores em decorrência de uma maior densidade de empreendimentos no futuro nas estradas BA-324 e BA-093.

Esse resultado tem uma implicação importante para a produção agropecuária, no Oeste da Bahia e no Agricluster de Frutas de Juazeiro e Petrolina. Enquanto essas estradas permanecerem como relativos corredores de exportação – digase de passagem, como a BR-116 – não haverá priorização de investimentos de recuperação, manutenção e melhorias substanciais nelas. Nem, tampouco, poder-se-á pensar em uma Parceria Público-Privada (PPP), porquanto granéis agrícolas não pagam pedágio. Quando cogitamos a hipótese de se fazer uma PPP ou uma concessão, os indicadores econômicos, assim como os demais, são os que fazem fluxo de veículos. Há que se buscar, então, outras soluções para a manutenção desse tipo de estrada.

Os resultados sugerem ainda que não podemos afastar a hipótese de que as estradas do tipo corredores de exportação, ou vias troncais, que ligam apenas as áreas de produção aos portos – e que não geram valor adicionado nas faixas de domínio –, apresentarão, mais dia menos dia, problemas de conservação, manutenção e ampliação. Esse é um resultado importante para o setor privado. Os serviços oferecidos nessas estradas são mais caros (R\$/ton/km), e as vantagens comparativas das áreas de produção agropecuária serão dissipadas ao longo das vias. Perdem-se vantagens competitivas, e as soluções são muito difíceis em um quadro de escassez dos recursos públicos.

### **Resultados do teste empírico sobre a indução do desenvolvimento e a sustentabilidade das estradas**

No que diz respeito ao teste conduzido nessa linha, quando tomamos os dois critérios

de hierarquização das estradas, com ambos os escores e a média deles, como fator de indução de desenvolvimento, e os indicadores econômicos como base de sustentabilidade, verificamos que a ordem de importância das estradas não mudou em relação aos critérios adotados, como demonstram as colunas dois, três e quatro da Tabela 3. Os números entre parênteses, ao lado de cada escore, nas colunas, coincidem, mostrando que pelos dois critérios a hierarquia não muda. A ordem de importância das estradas não mudou, independentemente da hipótese que formulamos sobre o efeito da indução de estrada e desenvolvimento e de desenvolvimento e estrada.

Em outras palavras, a hierarquia das estradas, em ordem de importância, é invariante em relação a qualquer um dos dois critérios e hipóteses adotados. Esse é um teste importante, porquanto há partidários de que as estradas geram o desenvolvimento, e partidários que advogam a idéia de que o desenvolvimento é que traz boa infraestrutura (estradas). Sem os testes propostos, ambas as visões podem ser válidas. Mas, mais importante que o efeito indireto, em ambas as hipóteses, é o contexto de desenvolvimento, medido pelos indicadores, por onde a estrada passa. Sem ele, fica difícil justificar o investimento nas estradas, no regime de dieta de recursos públicos em que o Brasil se encontra.

Uma possível interpretação para esse resultado do teste realizado é que, na realidade, as estradas contribuem para o desenvolvimento tanto quanto o desenvolvimento contribui para a sustentabilidade das estradas, até o ponto em que não é possível distinguir uma direção de indução e causalidade de uma hipótese em detrimento da outra. Ambos os aspectos estão intimamente associados, havendo uma harmonia extra-estradas (infra-estrutura) e desenvolvimento.

### **Conclusões**

Podemos derivar algumas conclusões dos resultados. Em resumo, por um lado, os índices

indicam ao Governo o padrão de sustentabilidade no sentido mais amplo possível, da estrada e do investimento, principalmente no que diz respeito à geração de renda e de impostos, que, em última instância, é o que financia as estradas. Se as estradas não geram impostos, não há muito que se possa fazer para mantê-las prestando serviço de qualidade para as empresas de logística. Por outro lado, esses índices podem orientar o setor privado acerca das perspectivas de manutenção e conservação das estradas onde estão os empreendimentos e onde elas eventualmente instalar-se-ão.

As estradas melhor posicionadas na hierarquia da importância das mesmas para fins de investimento do poder público são a BR-324 e a BA-093. Em seguida, merece séria consideração a BR-242/B, que passa em áreas de grande potencial de desenvolvimento no Estado da Bahia. Essas indicações também valem para o setor privado, quando o que importa é a tomada de decisão acerca de investimentos estratégicos que dependem de serviços de infraestrutura bons e baratos.

Independentemente das razões que posamos ter para acreditar que as estradas induzem o desenvolvimento ou que o desenvolvimento é que cria boas estradas, os resultados, em termos da hierarquia da importância das vias estudadas, não mudam. A posição relativa das estradas não muda dentro de um ou outro critério. O conjunto dos contextos demográfico, social, econômico, de infra-estrutura social e de bens públicos, e da maturidade institucional é o que importa, se há constrangimento de recursos públicos.

### Variáveis mais importantes nos indicadores considerados

Algumas considerações importantes podem ser feitas, no contexto da Análise de Componentes Principais, das diferentes dimensões analisadas que fornecem uma visão mais aprofundada da natureza dos construtos de desenvolvimento, definidos pelo primeiro compo-

nente em cada dimensão estudada. A Tabela 6 mostra as correlações das variáveis componentes da dimensão com o primeiro componente principal (construto). O autovalor correspondente ao primeiro componente nessa dimensão é responsável por 50 % da variação total, igual ao número de variáveis.

**Tabela 6.** Indicadores Demográficos – PCR1: 50 %.

	PCR1
População residente total – 2000	0,6497
População residente urbana total – 2000	0,7954
População residente rural total – 2000	-0,6912
Grau de urbanização – 2000	0,9340
Taxa de crescimento anual total – 1991/2000	0,7603
Taxa de crescimento anual urbana – 1991/2000	-0,5161
Taxa de crescimento anual rural – 1991/2000	0,5029

Na Tabela 6, verificamos que as variáveis grau de urbanização e população residente urbana são as mais fortemente correlacionadas com a dimensão Indicadores Demográficos, *ceteris paribus*. Essa interpretação marginal, contudo, pode ser enganosa, uma vez que se deve apreciar o efeito conjunto de todas as variáveis, dada a simultaneidade induzida pela presença de correlação entre os vários componentes. Os sinais dos coeficientes de correlação negativos indicam que, enquanto a variável varia em uma direção, o indicador varia em outra, *ceteris paribus*. Assim a população residente rural está negativamente correlacionada com os indicadores demográficos. Varia em sentido contrário à importância dos indicadores demográficos; onde há a população urbana, esta sim de grande importância para a determinação da relevância da estrada. Ressalvada, aqui, a consideração de simultaneidade. Duas outras variáveis são também importantes nessa linha: grau de urbanização e taxa de crescimento anual da população.

Na Tabela 7 abaixo, verificamos que a maioria dos indicadores de desenvolvimento econômico, de produção municipal e o PIB estão fortemente correlacionados com o primeiro componente. Nesse caso, a representatividade do construto é de 82 % da variabilidade total. Destarte, aumentando-se estas variáveis, em particular os PIB municipais ao longo das estradas, *ceteris paribus*, aumenta-se o índice de participação econômica. As correlações negativas indicam variação contrária, embora a avaliação desse efeito é complexa, dado o número de relações envolvidas e dada a simultaneidade. De um modo geral, o construto define um índice geral de importância na dimensão. Nessa linha de resultados, são também importantes as variáveis PEA (População Economicamente Ativa) e a arrecadação de impostos.

**Tabela 7.** Indicadores Econômicos – PCR1: 82 %.

	PCR1
GINI – 1991	0,7675
GINI – 2000	0,1518
Índice de desigualdade – 1991	0,7743
Índice de desigualdade – 2000	-0,3939
Índice de pobreza – 1991	-0,9978
Índice de pobreza – 2000	-0,9964
Índice de desenvolvimento econômico – 1998	0,9738
Índice de desenvolvimento econômico – 2000	0,9806
Índice de produção municipal – 1998	0,9977
Índice de produção municipal – 2000	0,9987
PIA	0,8218
PEA	0,8170
Não economicamente ativa	0,8289
Produto municipal – 1998 (milhões)	0,9977
Produto municipal – 2000 (milhões)	0,9987
PIB somatório (milhões) – 1999	0,9347
PIB somatório (milhões) – 2000	0,9516
PIB somatório (milhões) – 2001	0,9563
PIB somatório (milhões) – 2002	0,9595
PIB per capita (mediana) – 1999	0,8703
PIB per capita (mediana) – 2000	0,8663
PIB per capita (mediana) – 2001	0,8068

Continua...

**Tabela 7.** Continuação.

	PCR1
PIB per capita (mediana) – 2002	0,9049
PIB eixo / PIB Bahia – 1999	0,9348
PIB eixo / PIB Bahia – 2000	0,9517
PIB eixo / PIB Bahia – 2001	0,9565
PIB eixo / PIB Bahia – 2002	0,9597
Participação média agropecuária/PIB – 1999	-0,8657
Participação média agropecuária/PIB – 2000	-0,9369
Participação média agropecuária/PIB – 2001	-0,9451
Participação média agropecuária/PIB – 2002	-0,9245
Participação média serviços/PIB – 1999	-0,8402
Participação média serviços/PIB – 2000	-0,8341
Participação média serviços/PIB – 2001	-0,9512
Participação média serviços/PIB – 2002	-0,9246
Participação média indústria/PIB – 1999	0,9220
Participação média indústria/PIB – 2000	0,9301
Participação média indústria/PIB – 2001	0,9668
Participação média indústria/PIB – 2002	0,9667
Renda per capita – 1991	0,9997
Renda per capita – 2000	0,9981
Grau de informalidade – 2000 (1)	-0,9839
Taxa de desocupação – 2000 (2)	0,9772
Arrecadação ICMS – 2000 (1,00)	0,9551
Arrecadação IPVA – 2000 (1,00)	0,6680
Arrecadação total dos impostos estaduais – 2000 (1,00)	

Na Tabela 8, verificamos que as variáveis referentes às taxas de analfabetismo contribuem de forma negativa para os indicadores sociais. Ao incluir um conjunto maior de variáveis nesse exercício, foi possível derivar correlações acerca da importância de alguns conjuntos delas para os indicadores. Já variáveis como as taxas de alfabetização e o número de anos de estudo contribuem, forte e favoravelmente, para os indicadores sociais. Cerca de 77,7 % da variabilidade total das variáveis pode ser explicada pelo primeiro componente principal. Merecem destaque, nesse indicador, as

variáveis referentes ao IDH, ao IDS e à densidade eleitoral.

Na Tabela 9, verificamos que todas as variáveis contribuem positiva e fortemente para o indicador de excelência da infra-estrutura – principalmente os referentes a veículos. Essas variáveis alteram na mesma direção, *ceteris paribus*, o indicador de excelência de infra-estrutura. Da variabilidade total das variáveis,

**Tabela 8.** Indicadores Sociais – PCR1: 77,7 %.

PCR1	
IDHM – 1991	0,9959
IDHM – 2000	0,9940
IDH renda – 1991	0,9729
IDH renda – 2000	0,9716
IDH longevidade – 1991	0,4362
IDH longevidade – 2000	0,6161
IDH educação – 1991	0,9878
IDH educação – 2000	0,9749
IDS – Índice de Desenvolvimento Social – 1998	0,9812
IDS – Índice de Desenvolvimento Social – 2000	0,9855
IRMCH – 1998	0,9736
IRMCH – 2000	0,9736
ISB – 1998	0,9659
ISB – 2000	0,9685
INE – 1998	0,9546
INE – 2000	0,9047
INS – 1998	0,7013
INS – 2000	0,6861
Taxa de alfabetização – 1991	0,9799
Taxa de alfabetização – 2000	0,9809
Taxa de analfabetismo total – 2000	-0,9800
Taxa de analfabetismo urbano – 2000	-0,9578
Taxa de analfabetismo rural – 2000	-0,9626
Taxa de analfabetismo funcional – 2000	-0,9885
Anos de estudo (pop. >10 anos) – 2000	0,9905
Mortalidade infantil – 1991	-0,4539
Mortalidade infantil – 2000	-0,6345
Esperança de vida – 1991	0,3675
Esperança de vida – 2000	0,6086
Eleitorado – 2000	0,8754
Eleitorado – 2005	0,8659

77,3 % é explicada pelo primeiro componente principal. Alerta-se aqui também quanto à simultaneidade. Embora as correlações sejam positivas, o acréscimo em uma variável pode implicar na redução de outra, e o efeito total no indicador pode ter direção contrária ao indicado pela correlação positiva com a dimensão.

**Tabela 9.** Indicadores de Infra-Estrutura – PCR1: 77,3%.

PCR1	
Abastecimento de água adequado – 2000	0,7731
Esgotamento sanitário adequado – 2000	0,6275
Destino adequado do lixo – 2000	0,7389
Total de veículos cadastrados – 2000	0,9782
Total automóvel	0,9830
Total camioneta	0,9828
Total caminhão	0,9529
Total ônibus	0,9804
Leitos hospitalares – 2002	0,9866
Leitos hospitalares – 2002 – total	0,8751
Leitos por 1.000 habitantes – 2002	-0,2416
Servidores estaduais de saúde – 2000	0,9916
Servidores estaduais médicos – 2000	0,9906

Pelos resultados da Tabela 10, verificamos que a existência de conselhos e consórcios nos municípios abrangidos na área de influência das estradas, a adoção de instrumentos de gestão e os instrumentos de planejamento variam na mesma direção e contribuem para os indicadores de maturidade institucional, *ceteris paribus*. Merecem destaque, ainda, variáveis como arrecadação e adimplência do IPTU municipal, existência de instrumentos de planejamento e gestão estratégica no município e existência e competência na administração de fundos locais. Esse resultado é muito importante, pois mostra o prestígio político das estradas. Na Tabela 8, verificamos que os maiores escores de maturidade institucional – na verdade, maturidade política capaz de influenciar o processo de escolha política das estradas a serem viabilizadas – estão com as estradas BR-324 e BA-093. Aí está o peso político dos beneficiários das estradas.

**Tabela 10.** Indicadores de Maturidade Institucional – PCR1: 54,6 %.

PCR1	
Existência de conselhos	0,7154
Conselhos instalados	0,7244
Conselhos paritários	0,5843
Conselhos deliberativos	0,3328
Conselhos que administram fundos	0,7502
Existência de consórcios	0,7055
Receita corrente x dívida	-0,6495
Poupança real per capita	0,7461
IPTU ano da planta	0,7931
IPTU adimplência	0,8121
Instrumentos de gestão	0,8922
Instrumentos de planejamento	0,7817

Na Tabela 11, todas as variáveis que representam os investimentos previstos e os empregos gerados estão fortemente associadas ao indicador selecionado e variam na mesma dimensão do primeiro componente, *ceteris paribus*. As variáveis selecionadas representam 81,7 % da variação total do indicador.

Finalmente, lembramos que o peso de uma dada variável na caracterização da importância de uma estrada é determinado de forma complexa. No escore da dimensão, é caracterizado pelo componente correspondente no auto-vetor associado ao maior autovalor da matriz de correlação. Como resultado do DEA, é a interação complexa do problema de programação linear com esses coeficientes de auto-vetores. Desse modo, essa distribuição é irrelevante. Preços sombra da importância dos insumos e produtos podem ser calculados, via o modelo dual, para cada dimensão, com pouco resultado prático, contudo, uma vez que trabalhamos com a média de duas fronteiras.

### **Benefícios adicionais metodológicos propiciados por essa pesquisa**

Nesta parte do trabalho, analisamos o primeiro componente, como relatado na metodo-

**Tabela 11.** Valores de Investimentos Previstos e Empregos Gerados – PCR1: 81,7 %.

PCR1	
Investimentos em 1996 (R\$)	0,6422
Investimentos em 1997 (R\$)	0,4729
Investimentos em 1998 (R\$)	0,9690
Investimentos em 1999 (R\$)	0,9912
Investimentos em 2000 (R\$)	0,9675
Investimentos em 2001 (R\$)	0,9928
Investimentos em 2002 (R\$)	0,9829
Investimentos em 2003 (R\$)	0,9861
Investimentos em 2004 (R\$)	0,9769
Investimentos em 2005 (R\$)	0,9886
Investimentos desde 1996 (R\$)	0,9870
Empregos em 1996	-0,1142
Empregos em 1997	0,3148
Empregos em 1998	0,9873
Empregos em 1999	0,9495
Empregos em 2000	0,9803
Empregos em 2001	0,9201
Empregos em 2002	0,9929
Empregos em 2003	0,9962
Empregos em 2004	0,9784
Empregos em 2005	0,9751
Empregos desde 1996	0,9845

logia. Ele representa a combinação linear das variáveis originais. Esse componente é aquele que explica a maior parte da variabilidade observada no conjunto de dados, representando a direção, sinal dos coeficientes e intensidade, de maior associação com a maioria das variáveis escolhidas na análise.

Há que mencionar um ganho metodológico propiciado por esta pesquisa. No estudo, foram utilizados 132 variáveis. O caráter da pesquisa era exploratório, e a priori não se poderia descartar nenhuma informação disponível. Entretanto, para que essa metodologia seja utilizada em maior escala, é necessário restringir o número de variáveis, porquanto nem todos os estados e municípios na área de influência das estradas brasileiras têm tantos e tão bons dados quanto foi possível encontrar no Estado da Bahia. É preciso selecionar variáveis mais importantes.

Para se selecionar as variáveis mais importantes, as Tabelas de 6 a 11, oferecem subsídios valiosos. De acordo com nossa experiência, revelada neste trabalho, em princípio, a escolha das variáveis deve recair sobre aquelas que variam na mesma direção dos indicadores, construtos, e com coeficientes mais elevados. Assim, a Tabela 6 indica que as variáveis mais importantes nessa seleção, dentro do conjunto de indicadores demográficos, são: a) população residente urbana total; b) grau de urbanização; e, c) taxa de crescimento anual total da população.

A Tabela 7 sugere as seguintes variáveis como importantes no conjunto de indicadores econômicos: a) índice de GINI; b) índice de desenvolvimento econômico; c) índice de produção municipal; d) Pesquisa Industrial Anual (PIA); e) PEA; f) produto municipal; g) PIB somatório; h) PIB *per capita*; i) PIB no Eixo/Bahia; j) renda *per capita*; k) taxa de desocupação; e, l) arrecadação total dos impostos estaduais. Dentre os indicadores sociais demonstrados na Tabela 8, podemos destacar: a) Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) renda; b) IDH educação; c) Índice de Desenvolvimento Social (IDS); d) Índice de Renda Média dos Chefes das Famílias (IRMCH); e) Índice de Oferta de Serviços Básicos (IOSB); f) taxa de alfabetização; g) anos de estudo; e, h) densidade eleitoral.

Na Tabela 9, destacam-se, entre os indicadores de infra-estrutura, os que se revelaram mais importantes: a) abastecimento de água adequado; b) destino de lixo adequado; c) total de veículos cadastrados; d) número total de automóveis; e) número total de caminhonetas; f) número total de caminhões; g) número total de ônibus; h) número de leitos hospitalares por 1.000 habitantes; i) número de servidores esta-

duais na área da saúde; e, j) número de médicos por 1.000 habitantes.

No conjunto de indicadores de maturidade institucional, na Tabela 10, são importantes: a) existência de conselhos; b) conselhos municipais instalados; c) conselhos que administram fundos; d) consórcios municipais; e) poupança real *per capita*; f) arrecadação do IPTU de acordo com o ano da planta; g) nível de adimplência no pagamento do IPTU; h) existência de instrumentos de gestão; i) existência de instrumentos de planejamento municipal; e, j) um indicador síntese de todos os anteriores.

Os investimentos programados e os empregos gerados, demonstrados na Tabela 11, também devem ser apontados como variáveis muito importantes.

## Referências

- ANGULO MEZA, L.; BIONDI NETO, L.; SOARES DE MELLO, J. C. C. B.; GOMES, E. G. ISYDS. Integrated System for Decision Support (SIAD - Sistema Integrado de Apoio à Decisão): a software package for Data Envelopment Analysis model. **Pesquisa Operacional**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 3, p. 493-503, 2005.
- CHATFIELD, C.; COLLINS, A. J. **Introduction to Multivariate Analysis**. New York: Chapman and Hall, 1980.
- COELLI, T. J.; RAO, D. S., O'DONNELL, C. C. J.; BATTESE, G. E. **An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis**. 2nd Edition. New York: Springer, 2005.
- LETA, F. R.; SOARES DE MELLO, J. C. C. B.; GOMES, E. G.; ANGULO MEZA, L. Métodos de melhora de ordenação em DEA aplicados à avaliação estática de tornos mecânicos. **Investigação Operacional**, Lisboa, v. 25, n. 2, p. 229-242, 2005.
- SOUZA, G. S.; GOMES, E. G.; MAGALHÃES, M. C.; ÁVILA, A. F. D. Economic efficiency of Embrapa's research centers and the influence of contextual variables. **Pesquisa Operacional**, Rio de Janeiro, v. 27, n. 1, 2007.