

Desenho de Regressão Descontínua - RDD

Rafael Terra

Programa de Seminários EPRG

12 de Abril, 2018

Econometria de Avaliação de Programas

- ▶ A Econometria de Avaliação de Programas busca estimar o efeito causal de um programa. Pode ser um programa educacional, de transferência de renda, de atendimento médico, de incentivos fiscais, etc.
- ▶ Dizemos que os participantes do programa são “Tratados” (T) e os não participantes são os “Controles” (C).

O Básico sobre Causalidade: Endogeneidade

- ▶ Uma relação entre um programa de treinamento (T_i) — em que a matrícula é de responsabilidade dos próprios alunos — e o salário (Y_i) é especificada conforme abaixo:

$$Y_i = \alpha + \beta T_i + \varepsilon_i \quad (1)$$

- ▶ $T_i = 1$ se tratado e $T_i = 0$ se controle.
- ▶ ε_i representa outros fatores que afetam Y_i .
- ▶ Você acredita que essa estimativa te informará o efeito causal do programa sobre o salário?
- ▶ Não!

O Básico sobre Causalidade: Endogeneidade

- ▶ Pode haver efeitos não observáveis (q) do indivíduo, que podem se correlacionar com a decisão de matrícula no curso e que determinam maior salário, e.g. motivação, persistência, habilidade, etc.
- ▶ Logo, $\text{Cov}(T_i, q_i) \neq 0$ e $\text{Cov}(Y_i, q_i) \neq 0$
- ▶ O que observamos nesse caso é o clássico problema de endogeneidade.
- ▶ $\text{Cov}(T_i, \varepsilon_i) \neq 0$.
- ▶ A consequência da violação da hipótese de ortogonalidade entre o erro e o regressor é o viés da estimativa de β .

Regression Discontinuity Design (RDD)

- ▶ No fundo consiste em um experimento natural que nos fornece variáveis instrumentais para estimar o efeito causal local do tratamento.
- ▶ Gráficos ajudam muito a entender o problema e encontrar as respostas do efeito causal local.
- ▶ Há várias formas de se chegar a estimativas: i) via regressões locais e iii) regressões paramétricas. Gráficos são muito úteis (ajustando modelos paramétricos e não paramétricos).

Definição do desenho

- ▶ Seja $W_i \in \{0, 1\}$ a variável de tratamento, com $W_i = 0$ representando a ausência do tratamento, e $W_i = 1$ a presença de tratamento.
- ▶ Considere $Y_i(W_i = 0)$ e $Y_i(W_i = 1)$ os resultados potenciais de uma unidade i : $Y_i(0)$ é o resultado potencial se o indivíduo não tivesse sido exposto ao tratamento, $Y_i(1)$ é o resultado potencial se o indivíduo tivesse sido exposto.
- ▶ Nos interessa a diferença $ET_i = Y_i(1) - Y_i(0)$, mas não é possível observar $Y_i(1)$ e $Y_i(0)$ ao mesmo tempo.
- ▶ O resultado observado será igual ao seu potencial de acordo com a seguinte regra:

$$Y_i = (1 - W_i) \cdot Y_i(0) + W_i \cdot Y_i(1) \quad (2)$$

Definição do desenho

- ▶ Para cada indivíduo i observamos a quádrupla (Y_i, W_i, X_i, Z_i) .
- ▶ Y_i é a variável de resultado.
- ▶ W_i é a variável que indica se o indivíduo foi ou não tratado.
- ▶ X_i desempenha um papel especial no desenho *RDD*. Denominamo-a *forcing* ou *running variable*. Ela determina quem será designado ao tratamento.
- ▶ Z_i é uma variável dummy que informa em qual lado do *threshold* c se encontra o indivíduo. Isto é, nos informa quem será “designado ao tratamento”.

- ▶ No RDD do tipo Sharp, a designação ao tratamento segue a seguinte regra,

$$W_i = Z_i = 1\{X_i \geq c\} \quad (3)$$

- ▶ Isto é, todas as unidades com um valor de X_i maior ou igual a c são designados para o grupo de tratamento, e aqueles com valor menor ou igual a c são designados para o grupo de controle.
- ▶ Essa descontinuidade em c costuma surgir de decisões administrativas (e.g. leis, normas, etc).
- ▶ Note que nesse desenho, $W_i = Z_i$, i.e. há “perfect compliance” (adesão total) e todos podem ser considerados “compliers”.

Sharp RDD: Probabilidade de Tratamento

- ▶ A intuição é a de que indivíduos do lado esquerdo e ao redor do cutoff são bons “contrafactuals” para os indivíduos à direita e ao redor.
- ▶ A única característica que difere aqueles à direita daqueles à esquerda do “threshold” é a probabilidade de tratamento.
- ▶ Essa é justamente a condição de exogeneidade que precisamos para estimar o efeito causal do tratamento.

Sharp RDD: Probabilidade de Tratamento

- ▶ A figura 1 plota a probabilidade condicional de receber o tratamento $Pr(W = 1|X = x)$ contra a covariada X .
- ▶ Em $X = 6$ a probabilidade salta de 0 para 1. Essa é a característica que define o desenho do tipo Sharp.

Sharp RDD: Probabilidade de Tratamento e Resultados Potenciais

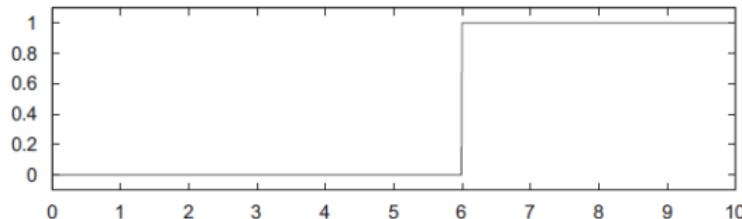


Fig. 1. Assignment probabilities (SRD).

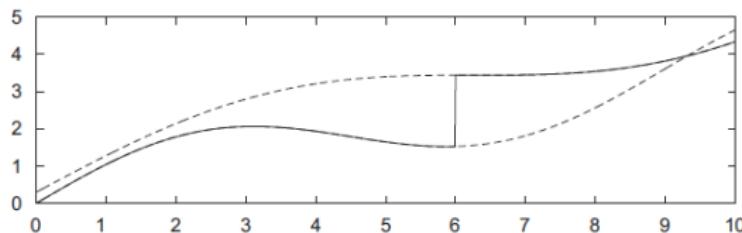


Fig. 2. Potential and observed outcome regression functions.

Designação de probabilidades e resultados potenciais

Sharp RDD: Resultados potenciais

- ▶ X_i pode ou não ser correlacionado com os resultados potenciais $Y_i(W_i)$, mas essa associação é “suave” (contínua).
- ▶ Descontinuidades (pulos) na distribuição do resultado Y_i ao redor desse *threshold* são interpretadas como evidências de efeitos causais do tratamento.

Sharp RDD: Resultados potenciais

- ▶ Na figura 2, a linha de baixo representa o resultado potencial se o indivíduo não fosse tratado.
- ▶ A linha de cima representa o resultado potencial se o indivíduo fosse tratado.
- ▶ A linha sólida reflete o resultado observado.
- ▶ As diferenças nos resultados potenciais sugerem que o tratamento tem efeito sobre Y_i .
- ▶ A linha sólida (esperança condicional do resultado observado) apresenta um salto em $x = c = 6$.
- ▶ O efeito estimado com base nos resultados observados é local, como mostra a figura, e só vale para o entorno do ponto de corte.

Hipóteses do *Sharp RDD*

- ▶ Por definição não há unidades com $X_i = c$ para as quais observamos $Y_i(0)$.
- ▶ Mas observamos unidades com valores arbitrariamente próximos de c .
- ▶ Para justificar o cálculo do efeito médio ao redor de $x = c$ precisamos da hipótese :
 - 1.

$$E[Y(0)|X = x] \quad \text{e} \quad E[Y(1)|X = x] \quad \text{são contínuas em } x. \quad (4)$$

Efeito Local do Tratamento e Hipóteses do *Sharp RDD*

- Sob quaisquer hipóteses, o valor do contrafactual esperado se não houvesse tratamento no ponto c é igual ao limite pela esquerda do valor esperado de y observado condicional em x , i.e.

$$E[Y(0)|X = c] = \lim_{x \uparrow c} E[Y(0)|X = x] = \lim_{x \uparrow c} E[Y(0)|W = 0, X = x] = \lim_{x \uparrow c} E[Y|X = x] \quad (5)$$

- De forma similar

$$E[Y(1)|X = c] = \lim_{x \downarrow c} E[Y(1)|X = x] = \lim_{x \downarrow c} E[Y(1)|W = 1, X = x] = \lim_{x \downarrow c} E[Y|X = x] \quad (6)$$

- Portanto, o efeito médio local do tratamento em c satisfaz

$$\tau_{SRD} = \lim_{x \downarrow c} E[Y_i|X_i = x] - \lim_{x \uparrow c} E[Y_i|X_i = x] \quad (7)$$

Sharp RDD: Regressão Linear local

- ▶ Na prática podemos usar uma regressão linear local para estimar o efeito do tratamento.
- ▶ Esta consiste em uma diferença de médias de Y_i de observações à direita e à esquerda de c dentro de um intervalo $x \in [c - h; c + h]$.
- ▶ Em uma regressão, dado que $Z_i = T_i$ deve-se calcular

$$Y_i = \alpha + \beta T_i + \gamma_1 (1 - T_i)(X_i - c) + \gamma_2 T_i(X_i - c) + \varepsilon_i \quad (8)$$
$$i : c - h \leq X_i < c + h$$

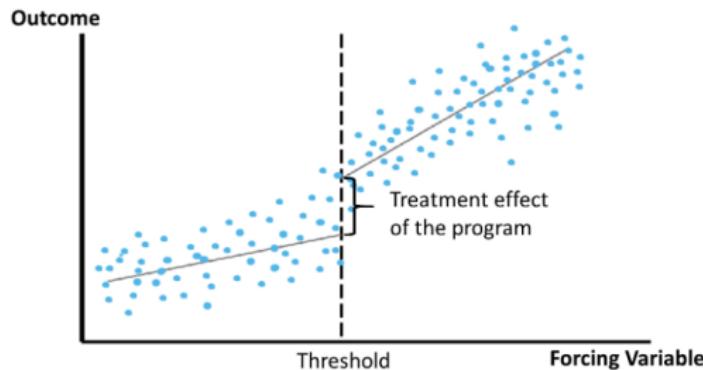
- ▶ em que o efeito do tratamento em $X_i = c$ é β .
- ▶ h deve ser suficientemente pequeno.
- ▶ h pode ser medido como um intervalo ou como um “percentual da amostra”.
- ▶ Note que os splines $(1 - T_i)(X_i - c)$ e $T_i(X_i - c)$ permitem que as inclinações e interceptos em $x = c$ sejam totalmente flexíveis.

Sharp RDD: Modelo Paramétrico

- ▶ Em alguns casos, devido ao desenho ou ao pequeno número de observações logo em volta do *threshold*, faz sentido calcular um modelo paramétrico que ajuste um polinômio de grau mais elevado (segundo ou terceiro grau é considerado suficiente) usando toda a amostra e não somente observações em um bandwidth em volta de $X = c$
- ▶ Podemos especificar, por exemplo

$$Y_i = \alpha + \beta T_i + \gamma_1 (1 - T_i)(X_i - c) + \gamma_2 T_i(X_i - c) + \gamma_3 (1 - T_i)(X_i - c)^2 + \gamma_4 T_i(X_i - c)^2 + \varepsilon_i \quad (9)$$

Sharp RDD: Modelo Paramétrico



Efeito Local do Tratamento

- ▶ No RDD do tipo Fuzzy, a designação ao tratamento segue a seguinte regra,

$$W_i \neq Z_i = 1\{X_i \geq c\} \quad (10)$$

- ▶ Isto é, todas as unidades com um valor de X_i maior ou igual a c são designados para o grupo de tratamento, e aqueles com valor menor ou igual a c são designados para o grupo de controle.
- ▶ Note que nesse desenho, $W_i \neq Z_i$, a adesão não é total.

Fuzzy RDD: Probabilidade de Tratamento

- ▶ A probabilidade de receber o tratamento não precisa mudar de 0 para 1 no *threshold* c .
- ▶ O desenho do tipo *Fuzzy* ocorre quando há “imperfect compliance”. Neste caso há um salto descontínuo menor do que 1 na probabilidade de tratamento no *threshold*:

$$\lim_{x \downarrow c} \Pr[T_i = 1 | X_i = x] \neq \lim_{x \uparrow c} \Pr[T_i = 1 | X_i = x] \quad (11)$$

- ▶ Essa situação pode ocorrer quando em determinado *threshold* há uma mudança descontínua nos incentivos para participar de um programa, sem que esses incentivos sejam fortes o suficiente para mover todas as unidades da situação de não-participantes para participantes.
- ▶ A mudança na proporção de indivíduos tratados é uma medida do percentual de “compliers” na população.

Fuzzy RDD: Probabilidade de Tratamento e Resultados Potenciais

- ▶ Na figura 3 podemos ver que a probabilidade de receber o tratamento não é 0 ou 1. A probabilidade ainda pula no ponto $x = 6$, mas para um valor entre 0 e 1.
- ▶ Na figura 4 vemos a esperança dos resultados potenciais dada a covariada X e o tratamento, $E[Y(T)|T = T, X = x]$, representadas pelas linhas tracejadas, e a esperança condicional do resultado observado dada a covariada, representada pela linha sólida.
- ▶ A linha tracejada não precisa coincidir com a linha cheia, pois a probabilidade não é 0 ou 1, mas um valor intermediário, que determina resultados médios esperados diferentes dos resultados potenciais.

Fuzzy RDD: Probabilidade de Tratamento e Resultados Potenciais

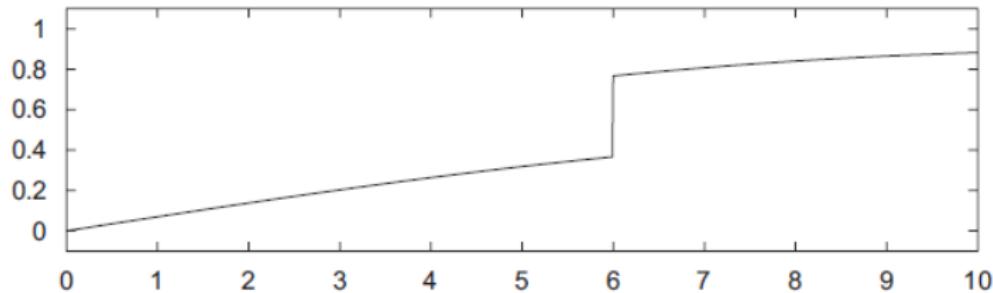
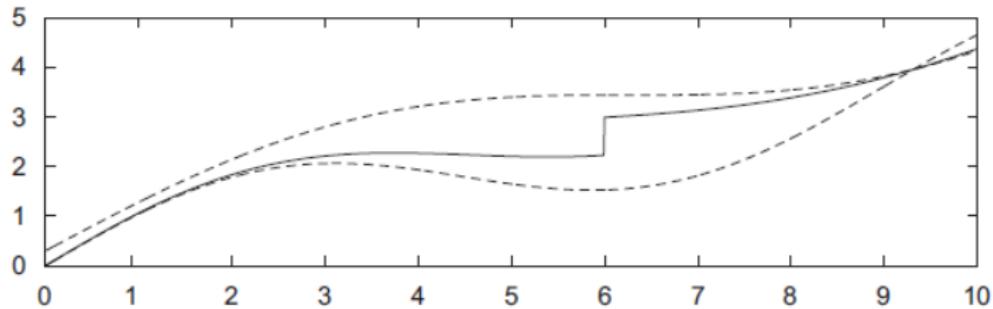


Fig. 3. Assignment probabilities (FRD).



Efeito Local do Tratamento do *Fuzzy RDD*

- ▶ A razão entre o salto observado nos resultados em torno do *threshold* e o salto observado na probabilidade de participação no programa consiste no Efeito Causal Médio Local.

$$\tau_{FRD} = \frac{\lim_{x \downarrow c} E[Y_i | X_i = x] - \lim_{x \uparrow c} E[Y_i | X_i = x]}{\lim_{x \downarrow c} E[T_i | X_i = x] - \lim_{x \uparrow c} E[T_i | X_i = x]} \quad (12)$$

- ▶ Note a similaridade com o estimador de variáveis instrumentais (ou Mínimos Quadrados Indiretos).
- ▶ Se a regra de tratamento determina que sejam tratados indivíduos com $X_i \geq c$ e não tratados indivíduos com $X_i < c$, no caso do desenho FRD, deve ser possível desrespeitar o *threshold* em alguma medida (existem always takers e never takers).

Hipóteses do *Fuzzy RDD* e o Efeito Local do Tratamento



$$\begin{aligned}\tau_{FRD} &= \frac{\lim_{x \downarrow c} E[Y|X=x] - \lim_{x \uparrow c} E[Y|X=x]}{\lim_{x \downarrow c} E[W|X=x] - \lim_{x \uparrow c} E[W|X=x]} \\ &= E[Y_i(1) - Y_i(0)|\text{complier}, X_i = c]\end{aligned}\quad (13)$$

- ▶ O efeito estimado é uma média do efeito do tratamento entre *compliers* com $X_i = c$.

Fuzzy RDD: Estimando o efeito local

- ▶ A regressão linear local no caso Fuzzy pode ser estimada por

$$Y_i = \alpha + \beta T_i + \gamma_r (X_i - c) Z_i + \gamma_l (X_i - c) (1 - Z_i) + \varepsilon_i \quad (14)$$
$$i : c - h \leq X_i < c + h$$

- ▶ O primeiro estágio consistiria em

$$T_i = \theta + \rho Z_i + \lambda_r (X_i - c) Z_i + \lambda_l (X_i - c) (1 - Z_i) + \eta_i \quad (15)$$
$$i : c - h \leq X_i < c + h$$

Fuzzy RDD: Modelo Paramétrico

- ▶ Pode-se usar toda a amostra e um polinômio de grau mais elevado (segundo ou terceiro grau é considerado suficiente)
- ▶ Podemos especificar, por exemplo

$$\begin{aligned} Y_i &= \alpha + \beta T_i + \gamma_l (1 - Z_i)(X_i - c) + \gamma_r Z_i(X_i - c) + \\ &= +\gamma_{l2} (1 - Z_i)(X_i - c)^2 + \gamma_{r2} Z_i(X_i - c)^2 + \varepsilon_i \end{aligned} \tag{16}$$

- ▶ O primeiro estágio consistiria em

$$\begin{aligned} T_i &= \theta + \rho Z_i + \lambda_r Z_i(X_i - c) + \lambda_l (1 - Z_i)(X_i - c) \\ &= +\lambda_{r2} Z_i(X_i - c)^2 + \lambda_{l2} (1 - Z_i)(X_i - c)^2 + \eta_i \end{aligned} \tag{17}$$

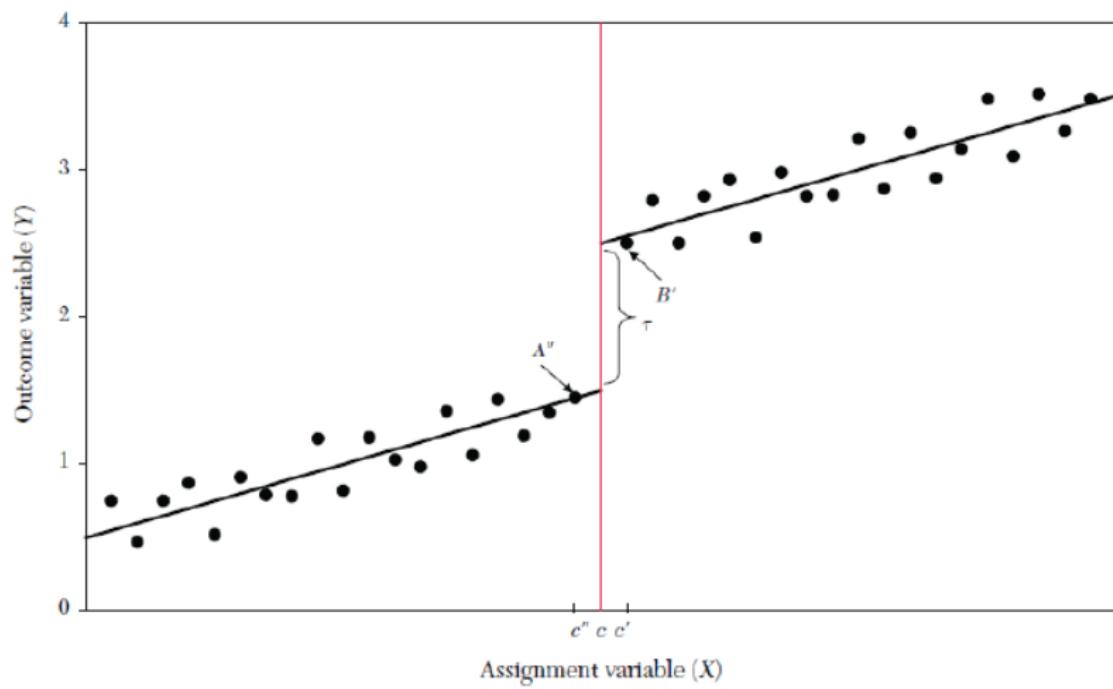
- ▶ Poderíamos pensar em um termo interado $T_i(X_i - c)$ e polinômios, se quisermos ver o efeito do tratamento no ponto $x = c$, considerando que esse efeito varia em volta do cutoff.

Validade Externa

- ▶ Os desenhos SRD e FRD, na melhor das hipóteses, provêm uma estimativa do efeito médio para uma subpopulação, marcadamente aquela com covariada tendendo a $X_i = c$.
- ▶ O desenho FRD restringe ainda mais a análise, pois há apenas adesão parcial ao tratamento.
- ▶ Sem fortes hipóteses para justificar a extrapolação para outras subpopulações (e.g. homogeneidade do efeito do tratamento), os desenhos nunca permitirão ao pesquisador estimar o efeito médio total do tratamento.
- ▶ A vantagem dos desenhos do tipo RDD comparativamente à outros métodos não experimentais é que aqueles têm maior validade interna. Por outro lado, têm pouca validade externa.

- ▶ A análise gráfica é uma parte importante para avaliar a validade da análise por RDD.
- ▶ O primeiro gráfico de interesse se baseia no valor médio do resultado para diferentes valores da *forcing variable*.

Análise Gráfica: Salto na variável de resultado Y_i



Gráficos suavizados por bins

Análise Gráfica: Gráficos suavizados para covariadas

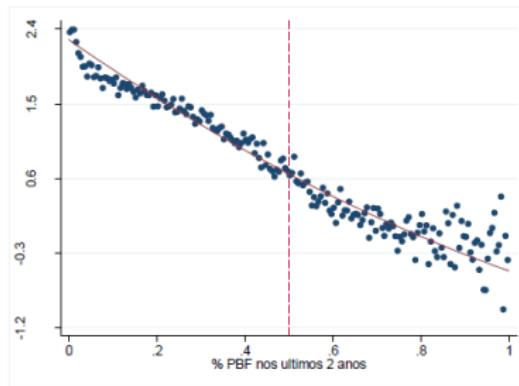
- ▶ No segundo gráfico devemos calcular médias para outras covariadas Z_{im} do modelo para os k bins. Seja então a m -ésima covariada em Z :

$$\bar{Z}_{km} = \frac{1}{N_k} \cdot \sum_{i=1}^N Z_{im} \cdot 1\{b_k < X_i \leq b_{k+1}\} \quad (18)$$

- ▶ Plotamos \bar{Z}_{km} para $k = 1, \dots, K$ contra os pontos médios de cada bin.
- ▶ No caso do FRD também vale a pena plotar o valor médio de W em cada bin, para verificar se de fato há um salto em torno de c .

Análise Gráfica: Gráfico de covariada

Figura 3 – Indicador de Infraestrutura em 2011 ao longo do %PBF: ajuste quadrático, escolas urbanas.

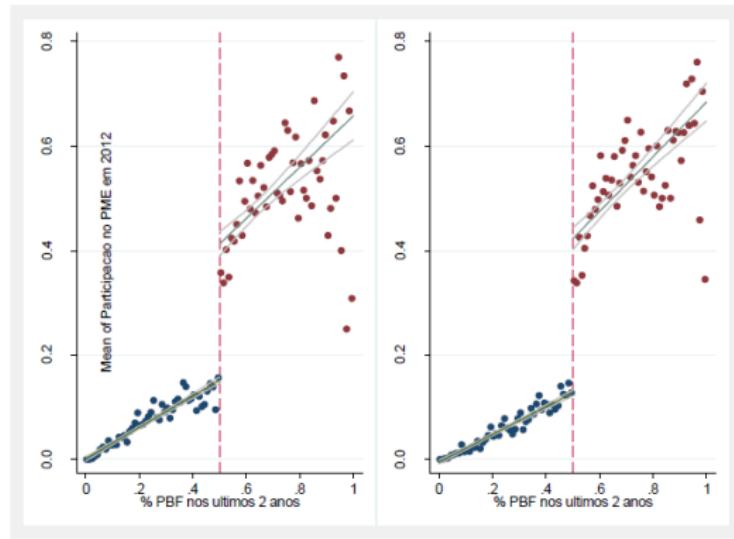


Fonte: elaboração dos autores.

Descontinuidade em covariadas (infraestrutura) no % de alunos no Bolsa Família Oliveira & Terra (2015)

Análise Gráfica: Gráfico da variável de tratamento

Figura 4 – Probabilidade de tratamento ao longo de PBF(%): ajuste linear, escolas urbanas nos anos iniciais (a) e nos anos finais (b).

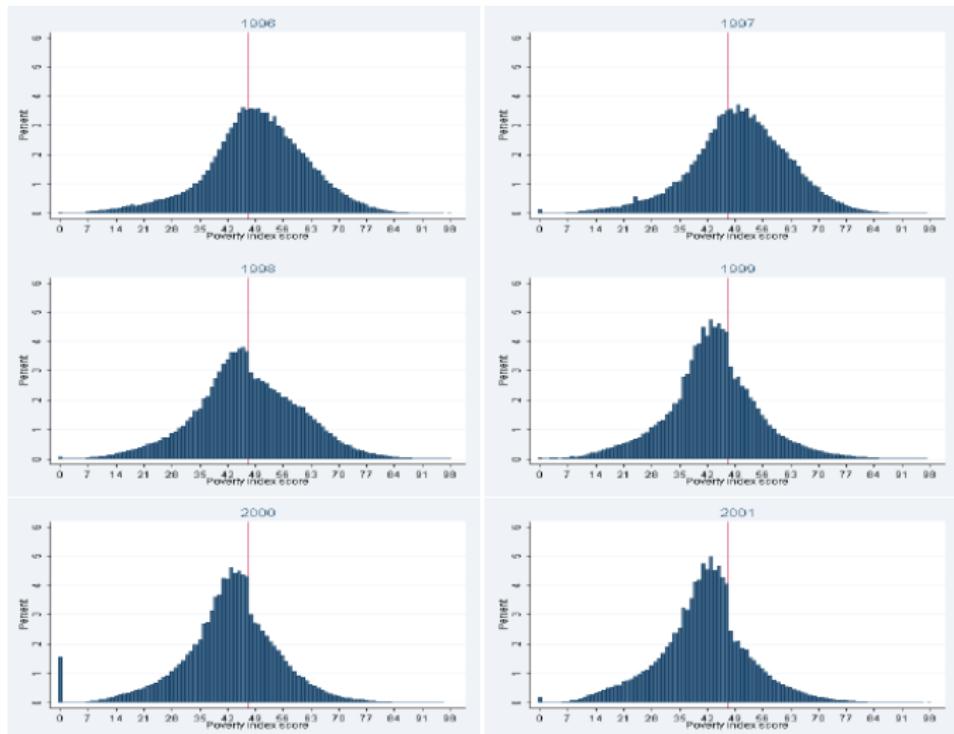


Descontinuidade do Programa Mais Educação no % de alunos no Bolsa Família - Oliveira (2015)

Análise Gráfica: A densidade da *forcing variable*

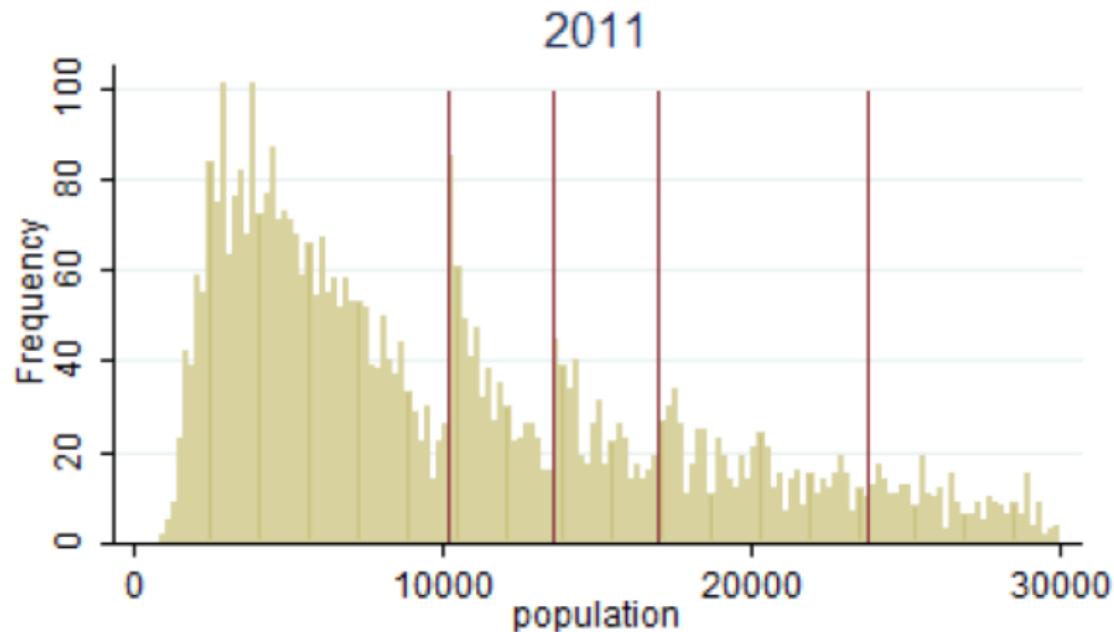
- ▶ Para verificar se não há uma descontinuidade na própria *forcing variable* X , podemos plotar o número de observações em cada bin.
- ▶ Se houver um “salto” nessa variável é sinal de que o valor de X é manipulável, i.e. a localização em volta do cutoff não é aleatória.
- ▶ Um exemplo nesse sentido é a manipulação do índice de pobreza usado como critério de elegibilidade para programas sociais na Colômbia (ver Camacho e Conover, 2010).
- ▶ O algoritmo para criar o índice de pobreza se tornou público no segundo semestre de 1997.

Análise Gráfica: A densidade da *forcing variable*



Densidade do Índice de Pobreza na Colômbia

Análise Gráfica: A densidade da *forcing variable*

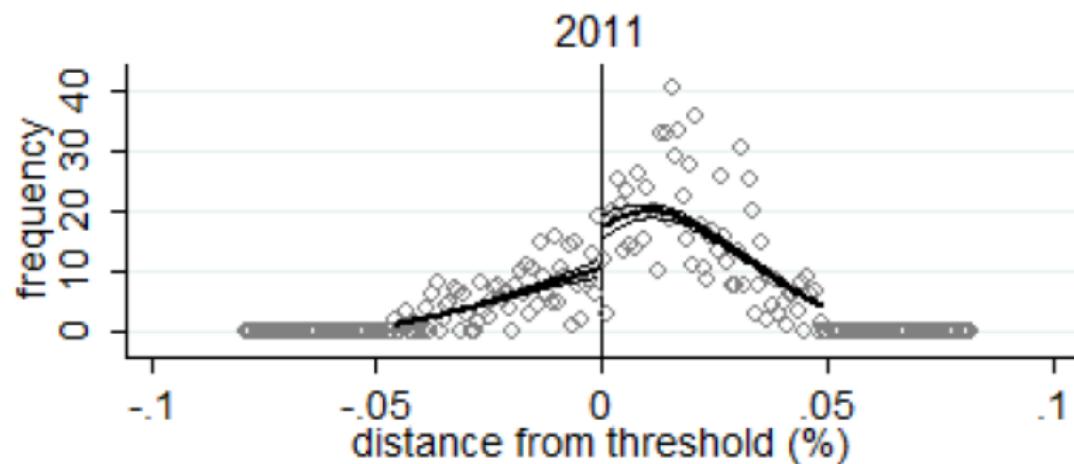


População Municipal e a regra de população do FPM - Castro (2016)

Análise Gráfica: A densidade da *forcing variable*

- Existe um teste, proposto por Justin McCrary (2008) que compara as densidades da *forcing variable* — $\lim_{x \downarrow c} f(X|X = x) - \lim_{x \uparrow c} f(X|X = x)$ — à direita e à esquerda do cutoff. Se essa diferença for estatisticamente significante, então temos evidência de manipulação do cutoff.

Análise Gráfica: A densidade da *forcing variable*



O teste de densidade de McCrary (2008) - Castro (2016)

Checklist da implantação de RD - ver Lee e Lemieux

1. Para checar se houve manipulação, mostre a distribuição da variável X .
2. Apresente os principais gráficos de RD usando médias locais.
3. Caso use uma especificação polinomial, faça o gráfico.
4. Mostre sensibilidade dos resultados a diversas escolhas de h (bandwidth) on ordem do polinômio escolhido.
5. Conduza um RD em paralelo para as covariadas.
6. Mostre a sensibilidade dos resultados em relação a introdução de variáveis controle.
7. Faça testes de robustez/falsificação da variável Y_i em períodos pré-tratamento.

Referências

- ▶ Duflo, Esther, Rachel Glennerster, and Michael Kremer. 2008. "Using Randomization in Development Economics Research: A Toolkit." T. Schultz and John Strauss, eds., *Handbook of Development Economics*. Vol. 4. Amsterdam and New York: North Holland, 4.
- ▶ Imbens, G.W., Lemieux, T., (2007). Regression discontinuity designs: A guide to practice, *Journal of Econometrics*, *in press*, doi:10.1016/j.jeconom.2007.05.001.
- ▶ Jacob; R., Zhu, P.; Somers, M.A.; Bloom, H. (2008). *A Practical Guide to Regression Discontinuity*. MDRC.
- ▶ Oliveira, L.F.B; Terra, Rafael (2015) "Impacto de programa Mais Educação em indicadores educacionais ". Texto para discussão nº60 Economics and Politics Research Group.
- ▶ Castro, M. (2016) "QUASI-EXPERIMENTAL ESTIMATES OF FISCAL SPILLOVERS AND SPATIAL INTERACTIONS AMONG BRAZILIAN CITIES ". Dissertation presented in São Paulo School of Economics.

Oliveira & Terra (working paper): Mean difference between PBF-minority and PBF-majority urban schools in different bandwidths

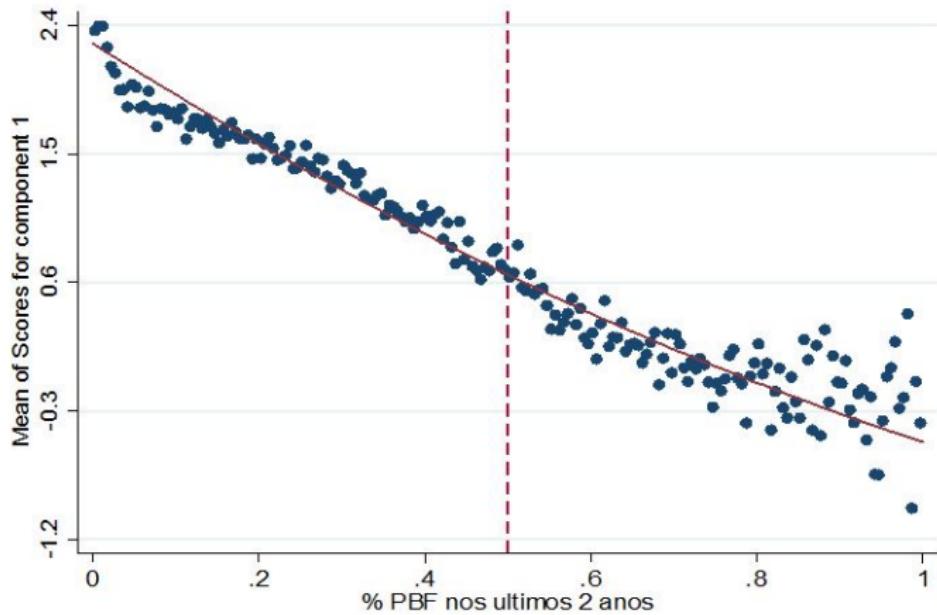
General Mean	$h = 0.1000$	$h = 0.0500$	$h = 0.0250$	$h = 0.0125$	$h = 0.0050$
Region					
2.91	0.346*** (0.000)	0.160*** (0.000)	0.0470 (0.417)	-0.0244 (0.767)	0.0463 (0.722)
Infrastructure					
1.23	0.390*** (0.000)	0.133** (0.005)	0.0918 (0.169)	-0.000551 (0.995)	0.0523 (0.736)
Number of employees					
50.05	2.277*** (0.000)	1.401 (0.052)	1.110 (0.269)	-0.406 (0.773)	-2.284 (0.309)
Number of rooms					
12.54	1.060*** (0.000)	0.298 (0.161)	-0.522 (0.075)	-1.229** (0.008)	-1.551* (0.017)
Number of computers					
20.71	2.171*** (0.000)	1.313 (0.186)	1.010 (0.077)	1.181 (0.102)	1.476 (0.218)
Existence of Principal's Room					
0.95	0.00259 (0.667)	-0.000914 (0.915)	0.0128 (0.284)	0.00727 (0.675)	0.0192 (0.413)
Existence of Teacher's Room					
0.87	0.0776*** (0.000)	0.0590*** (0.000)	0.0574** (0.002)	0.0660* (0.014)	0.0617 (0.147)
Power from public utility					
1	-0.000243 (0.386)	-0.000533 (0.348)	-0.00108 (0.351)	0 (,)	0 (,)
Internet					



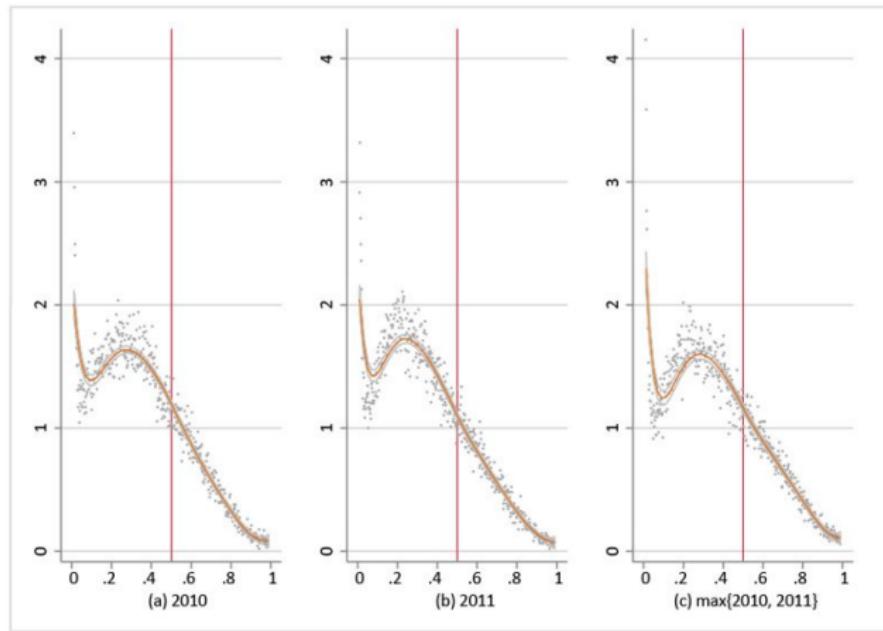
Oliveira & Terra (working paper): Mean difference between PBF-minority and PBF-majority urban schools in different bandwidths (cont.)

Periodic garbage collection					
0.99	0.00743** (0.008)	-0.000182 (0.961)	-0.00672 (0.156)	-0.0145* (0.036)	-0.0225 (0.081)
Water from public utility					
0.93	0.0121* (0.047)	0.000545 (0.949)	-0.00140 (0.905)	-0.0222 (0.170)	0.0235 (0.392)
Sewage (public utility)					
0.65	0.0756*** (0.000)	0.00978 (0.562)	-0.0176 (0.465)	-0.0354 (0.300)	-0.0344 (0.531)
Library					
0.59	0.0376** (0.002)	0.0157 (0.349)	0.00507 (0.832)	-0.00239 (0.944)	0.00605 (0.912)
Open-air sports court					
0.29	0.0624*** (0.000)	0.0278* (0.039)	0.0166 (0.390)	0.0176 (0.503)	0.0233 (0.550)
School meal availability					
0.8	-0.0169*** (0.000)	-0.00474 (0.330)	0.00507 (0.447)	0.00451 (0.555)	0.0179 (0.122)

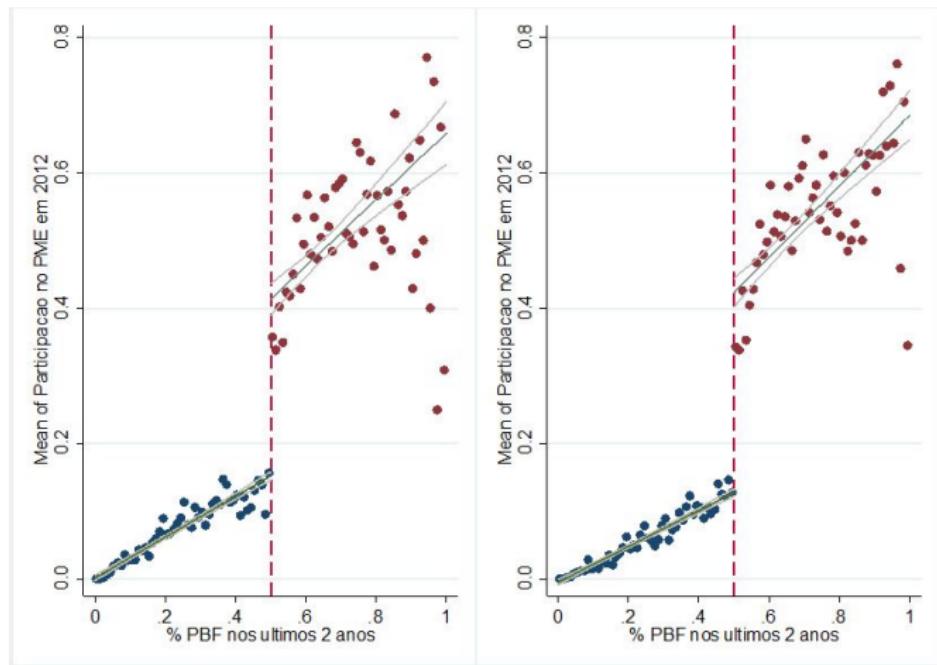
Oliveira & Terra (working paper): Infrastructure indicator in 2011 throughout the PBF distribution



Oliveira & Terra (working paper): Continuity of assignment variable (McCrory's Test)



Oliveira & Terra (working paper): Probability of treatment throughout the PBF distribution



Oliveira & Terra (working paper): conclusion

- ▶ Apparently, we have a discontinuity in the probability of treatment.
- ▶ Since the jump in the probability at the cutoff is smaller than one, we have a Fuzzy Regression Discontinuity Design.

- ▶ Fuzzy RDD

2nd stage

$$Y = \alpha + \tau D + \beta_1(X - c) + \beta_2 D(X - c) + \epsilon \quad (19)$$

1st stage

$$D = \gamma_1 + \delta_1 T + \delta_2(X - c) + \delta_3 T(X - c) + v_1 \quad (20)$$

$$D(X - c) = \gamma_2 + \delta_4 T + \delta_5(X - c) + \delta_6 T(X - c) + v_2 \quad (21)$$

Oliveira & Terra (working paper): First Stage Results

		modelo sem interação					modelo com interação				
D	$h=0.1000$	$h=0.0500$	$h=0.0250$	$h=0.0125$	$h=0.0050$	$h=0.1000$	$h=0.0500$	$h=0.0250$	$h=0.0125$	$h=0.0050$	
T	0.193 ***	0.193 ***	0.188 ***	0.198 ***	0.113	0.183 ***	0.188 ***	0.181 ***	0.216 ***	0.098	
	(0.020)	(0.030)	(0.042)	(0.059)	(0.090)	(0.020)	(0.030)	(0.042)	(0.061)	(0.109)	
(X-c)	1.061 ***	0.913 *	1.068	-0.214	22.776	0.492 **	0.214	-0.155	3.712	20.602	
	(0.174)	(0.513)	(1.440)	(4.150)	(15.186)	(0.226)	(0.695)	(1.888)	(5.364)	(17.426)	
T(X-c)						1.392 ***	1.540	2.923	-9.768	9.112	
						(0.353)	(1.031)	(2.919)	(8.462)	(35.678)	
constante	0.219 ***	0.203 ***	0.197 ***	0.180 ***	0.238 ***	0.189 ***	0.186 ***	0.182 ***	0.201 ***	0.233 ***	
	(0.011)	(0.016)	(0.023)	(0.030)	(0.044)	(0.014)	(0.020)	(0.027)	(0.036)	(0.047)	
N	7205	3530	1738	866	356	7205	3530	1738	866	356	

D(X-c)	-0.002	$**$	-0.001	-0.001	0.000	0.000
T	(0.001)		(0.001)	(0.001)	(0.000)	(0.000)
(X-c)	0.142 ***		0.175 ***	0.197 ***	0.183 ***	0.166 ***
	(0.013)		(0.020)	(0.028)	(0.038)	(0.050)
T(X-c)	0.418 ***		0.288 ***	0.256 ***	0.156 ***	0.358 ***
	(0.020)		(0.030)	(0.043)	(0.060)	(0.103)
constante	-0.001		0.000	0.000	0.000	0.000



Oliveira & Terra (working paper): Second Stage Results (early years)

	abandono - ef 1º ao 5º	abandono - ef 4º	abandono - ef 5º	reprovação - ef 1º ao 5º	reprovação - ef 4º	reprovação - ef 5º	aprovação - ef 1º ao 5º	aprovação - ef 4º	aprovação - ef 5º	matemática - ef 5º	português - ef 5º	ideb iniciais
<i>h=1.000</i>												
D (estimado)	0.012 (0.008)	0.011 (0.010)	0.01 (0.011)	0.01 (0.018)	0.015 (0.028)	0.036 (0.025)	-0.022 (0.022)	-0.026 (0.032)	-0.047 (0.030)	-0.167 (7.322)	-2.567 (6.327)	-0.292 (0.303)
(X-c)	0.037 * (0.022)	0.049 * (0.027)	0.054 * (0.028)	0.132 *** (0.047)	0.225 *** (0.071)	0.111 * (0.065)	-0.17 *** (0.058)	-0.274 *** (0.081)	-0.165 ** (0.076)	-98.319 *** (19.258)	-79.716 *** (16.600)	-3.395 *** (0.789)
Constante	0.012 *** (0.003)	0.012 *** (0.003)	0.015 *** (0.006)	0.075 *** (0.009)	0.08 *** (0.008)	0.069 *** (0.008)	0.913 *** (0.007)	0.908 *** (0.010)	0.916 *** (0.010)	205.19 *** (2.347)	189.168 *** (2.022)	4.97 *** (0.097)
N	5819	5526	5528	5819	5526	5528	5819	5526	5528	4620	4620	4620
<i>h=0.0500</i>												
D (estimado)	0.011 (0.012)	0.022 * (0.013)	0.002 (0.015)	0.008 (0.027)	0.021 (0.039)	0.029 (0.039)	-0.019 (0.033)	-0.043 (0.043)	-0.031 (0.045)	4.963 (10.615)	0.363 (9.277)	-0.102 (0.439)
(X-c)	0.048 (0.050)	-0.005 (0.056)	0.109 (0.068)	0.145 (0.115)	0.191 (0.160)	0.162 (0.164)	-0.193 (0.140)	-0.187 (0.179)	-0.271 (0.189)	-126.442 *** (43.904)	-97.091 ** (38.387)	-4.549 ** (1.822)
Constante	0.013 *** (0.004)	0.008 ** (0.004)	0.017 *** (0.005)	0.077 *** (0.008)	0.08 *** (0.012)	0.074 *** (0.012)	0.91 *** (0.010)	0.911 *** (0.013)	0.908 *** (0.013)	203.187 *** (3.204)	187.848 *** (2.792)	4.891 *** (0.132)
N	2873	2731	2719	2873	2731	2719	2873	2731	2719	2260	2260	2260
<i>h=0.0250</i>												
D (estimado)	0.014 (0.015)	0.005 (0.019)	0.006 (0.019)	0.023 (0.040)	-0.011 (0.060)	0.035 (0.055)	-0.037 (0.046)	0.006 (0.066)	-0.04 (0.063)	9.354 (15.861)	9.851 (14.024)	0.298 (0.654)
(X-c)	0.011 (0.117)	0.142 (0.148)	0.065 (0.156)	0 (0.291)	0.483 (0.430)	0.167 (0.405)	-0.012 (0.344)	-0.625 (0.475)	-0.231 (0.461)	-179.714 (121.125)	-198.51 * (106.479)	-8.693 * (5.003)
Constante	0.011 *** (0.004)	0.013 ** (0.005)	0.015 *** (0.006)	0.073 *** (0.012)	0.091 *** (0.017)	0.073 *** (0.016)	0.915 *** (0.014)	0.896 *** (0.019)	0.912 *** (0.018)	202.519 *** (4.571)	185.57 *** (4.018)	4.806 *** (0.188)
N	1406	1339	1339	1406	1339	1339	1406	1339	1339	1096	1096	1096
<i>h=0.0125</i>												
D (estimado)	0.029 (0.019)	0.027 (0.023)	0.013 (0.027)	0.022 (0.054)	-0.049 (0.082)	-0.029 (0.080)	-0.051 (0.063)	0.021 (0.089)	0.016 (0.090)	35.076 * (20.278)	36.338 ** (17.990)	1.247 (0.867)
(X-c)	-0.178 (0.259)	-0.291 (0.293)	-0.009 (0.339)	-0.013 (0.729)	1.231 (1.059)	1.269 (1.096)	0.191 (0.850)	-0.939 (1.168)	-1.26 (1.236)	-593.089 ** (262.631)	-643.29 *** (231.311)	-23.8 ** (11.277)
Constante	0.006 (0.005)	0.006 (0.006)	0.013 * (0.007)	0.073 *** (0.015)	0.098 *** (0.023)	0.089 *** (0.022)	0.921 *** (0.017)	0.895 *** (0.025)	0.899 *** (0.025)	196.188 *** (5.572)	179.334 *** (4.920)	4.595 *** (0.236)



Oliveira & Terra (working paper): Second Stage Results (final years)

	abandono - ef 6º ao 9º	abandono - ef 8º	abandono - ef 9º	reprovação - ef 6º ao 9º	reprovação - ef 8º	reprovação - ef 9º	aprovAÇÃO - ef 6 ao 9º	aprovAÇÃO - ef 8º	aprovAÇÃO - ef 9º	matemática - ef 9º	português - ef 9º	ideb finais
<i>h=0.1000</i>												
D (estimado)	-0.018 (0.021)	-0.018 (0.021)	-0.018 (0.021)	-0.013 (0.032)	-0.013 (0.032)	0.031 (0.041)	0.031 (0.041)	0.031 (0.041)	-4.679 (7.497)	-1.462 (6.860)	0.032 (0.329)	
(X-c)	0.182 *** (0.056)	0.182 *** (0.056)	0.182 *** (0.056)	0.209 ** (0.085)	0.209 ** (0.085)	-0.391 *** (0.109)	-0.391 *** (0.109)	-0.391 *** (0.109)	-32.321 * (19.417)	-38.948 ** (18.091)	-2.578 *** (0.848)	
Constante	0.055 *** (0.007)	0.055 *** (0.007)	0.055 *** (0.007)	0.136 *** (0.010)	0.136 *** (0.010)	0.136 *** (0.010)	0.809 *** (0.013)	0.809 *** (0.013)	240.848 *** (2.374)	234.987 *** (2.150)	3.782 *** (0.104)	
N	4001	4001	4001	4001	4001	4001	4001	4001	2978	2978	2978	
<i>h=0.0500</i>												
D (estimado)	-0.031 (0.028)	-0.031 (0.028)	-0.031 (0.028)	0.026 (0.044)	0.026 (0.044)	0.004 (0.056)	0.004 (0.056)	0.004 (0.056)	-1.282 (10.473)	-2.366 (9.591)	0.028 (0.469)	
(X-c)	0.221 * (0.115)	0.221 * (0.115)	0.221 * (0.115)	0.016 (0.184)	0.016 (0.184)	-0.237 (0.232)	-0.237 (0.232)	-0.237 (0.232)	-50.511 (43.013)	-34.279 (39.860)	-2.423 (1.940)	
Constante	0.059 *** (0.009)	0.059 *** (0.009)	0.059 *** (0.009)	0.128 *** (0.013)	0.128 *** (0.013)	0.813 *** (0.013)	0.813 *** (0.017)	0.813 *** (0.017)	239.359 *** (3.130)	234.588 *** (2.842)	3.752 *** (0.141)	
N	1949	1949	1949	1949	1949	1949	1949	1949	1450	1450	1450	
<i>h=0.250</i>												
D (estimado)	0.007 (0.043)	0.007 (0.043)	0.007 (0.043)	0.021 (0.066)	0.021 (0.066)	-0.028 (0.085)	-0.028 (0.085)	-0.028 (0.085)	-17.874 (15.374)	-19.045 (13.811)	-0.451 (0.670)	
(X-c)	-0.143 (0.332)	-0.143 (0.332)	-0.143 (0.332)	0.043 (0.499)	0.043 (0.499)	0.099 (0.650)	0.099 (0.650)	0.099 (0.650)	90.726 (112.619)	116.795 (103.958)	2.12 (5.019)	
Constante	0.049 *** (0.013)	0.049 *** (0.013)	0.049 *** (0.013)	0.13 *** (0.019)	0.13 *** (0.019)	0.13 *** (0.025)	0.82 *** (0.025)	0.82 *** (0.025)	244.48 *** (4.502)	239.67 *** (4.024)	3.899 *** (0.195)	
N	966	966	966	966	966	966	966	966	722	722	722	
<i>h=0.0125</i>												
D (estimado)	0.031 (0.053)	0.031 (0.053)	0.031 (0.053)	0.072 (0.089)	0.072 (0.089)	0.072 (0.114)	-0.103 (0.114)	-0.103 (0.114)	-2.508 (20.174)	-0.03 (18.772)	-0.323 (0.887)	
(X-c)	-0.467 (0.772)	-0.467 (0.772)	-0.467 (0.772)	-1.262 (1.263)	-1.262 (1.263)	1.728 (1.619)	1.728 (1.619)	1.728 (1.619)	-173.514 (274.371)	-212.836 (253.830)	0.304 (12.608)	
Constante	0.042 *** (0.015)	0.042 *** (0.015)	0.042 *** (0.015)	0.115 *** (0.024)	0.115 *** (0.024)	0.843 *** (0.031)	0.843 *** (0.031)	0.843 *** (0.031)	241.098 *** (5.655)	235.374 *** (5.276)	3.902 *** (0.250)	

Oliveira & Terra (working paper): Conclusions

- ▶ It is not possible to conclude there is a statistical significant causal effect of the programme on 12 educational outcomes.
 - ▶ That is true for both 5th and 9th graders.
 - ▶ Relationship between local and federal governments (namely, the transfer of resources to the school without goals and accountability) needs to be updated.