



Indicadores de Renda baseados em Consumo de Energia Elétrica

Eduardo de Rezende Francisco
eduardo.francisco@aes.com

AES Eletropaulo / FGV-EAESP



25 de Abril de 2011



Indicadores de Renda baseados em Consumo de Energia Elétrica AGRADECIMENTOS



- Renda
 - Indicador tradicional adotado em estudos sobre Condições de Vida, Pobreza e Mercado (poder de compra)
- Dificuldade em conseguir informações precisas
 - Altos Custos para obter cobertura e detalhamento
 - Depende do Censo Demográfico (IBGE, a cada 10 anos) para que se obtenha informação por setor censitário (conjunto de 300 domicílios)

- Renda
 - Indicador tradicional adotado em estudos sobre Condições de Vida, Pobreza e Mercado (poder de compra)
- Dificuldade em conseguir informações precisas
 - Altos Custos para obter cobertura e detalhamento
 - Sub ou superdeclaração, recusa (principalmente com Baixa Renda)
 - Critérios alternativos, como o Critério Brasil não são adequados para extremos da distribuição e necessitam constante atualização

Itens	Quantidade de itens				
	0	1	2	3	4 ou +
Televisão em cores	0	1	2	3	4
Rádio	0	1	2	3	4
Banheiro	0	4	5	6	7
Automóvel	0	4	7	9	9
Empregada mensalista	0	2	4	4	4
Aspirador de pó	0	0	0	0	0
Máquina de lavar	0	2	2	2	2
Videocassete e/ou DVD	0	2	2	2	2
Geladeira	0	4	4	4	4
Freezer (aparelho independente ou parte da geladeira duplex)	0	2	2	2	2

Analfabeto / Primário incompleto	Analfabeto / Até 3ª Série Fundamental	0
Primário completo / Ginásial incompleto	Até 4ª Série Fundamental	1
Ginásial completo / Colegial incompleto	Fundamental completo	2
Colegial completo / Superior incompleto	Médio completo	4
Superior completo	Superior completo	8

Critério de Classificação Econômica Brasil

Classe	Pontos
A1	42-46
A2	35-41
B1	29-34
B2	23-28
C1	18-22
C2	14-17
D	8-13
E	0-7

- Renda
 - Indicador tradicional adotado em estudos sobre Condições de Vida, Pobreza e Mercado (poder de compra)
- Dificuldade em conseguir informações precisas
 - 1 Altos Custos para obter cobertura e detalhamento
 - 2 Sub ou superdeclaração, recusa (principalmente com Baixa Renda)
 - Critérios alternativos, como o Critério Brasil não são adequados para extremos da distribuição e necessitam constante atualização

Utilização de variáveis e indicadores que não têm estabilidade ao longo do tempo e que são pouco discriminadores dos estratos da população (PEREIRA, 2004)

Não adequado para a caracterização de famílias posicionadas nos extremos da distribuição de renda – em particular, para o consumidor de Baixa Renda (MATTAR, 1996; SILVA, 2004)

Estudos aprofundados necessitam de especializações do Critério Brasil: Indicadores de consumo de grande abrangência, capilaridade e que não necessitem de constante atualização podem ser úteis

Viés: Famílias mais Velhas têm mais condições de ascender economicamente do que as Famílias recém-configuradas

Classe Social

- Estilo de Vida
- Comportamento



Classe Econômica

- Posse de Bens duráveis
- Itens de conforto

- Diferentes Propósitos
 - Padrões de Compra e Segmentação de Mercado
 - Condições de Vida e Pobreza & Políticas Sociais
- CHAPIN (1933), GUTTMAN (1942), MARTINEAU (1958), COLEMAN (1960), LEVY (1966), MYERS & GUTTMAN (1974), SCHANINGER (1981), MATTAR (1994, 1996)

- Diferentes “Percepções” pela opinião pública
 - Classe Média ≈ “Classe C”
 - Base da Pirâmide × “Classes D e E”
 - Distribuição por Faixas de Salários Mínimos
 - Segmentos Econômicos

Classe Social

- Estilo de Vida
- Comportamento



Classe Econômica

- Posse de Bens duráveis
- Itens de conforto

- “Classes D e E” versus “Classes D e E”

Critério Brasil (2000)	
Classe Econômica Critério Brasil	Distribuição da População (%)
A (A1 + A2)	6
B (B1 + B2)	23
C	36
D	31
E	4

Números de Prahalad (2002)		
Renda Familiar (em SMs)	“Segmento Econômico”	Distribuição da População (%)
Acima de 25	A	4,1
De 10 a 25	B	12,3
De 4 a 10	C	27,7
De 2 a 4	D	25,1
Até 2	E	30,8

Fonte: adaptado de ABEP, 2004; PRAHALAD, 2005 p. 119

➤ **Quem é afinal a Baixa Renda ?**



Revista Veja - 02/Abril/2008

Especial

Ela empurra o crescimento

Em dois anos, 20 milhões de brasileiros saíram da pobreza e emergiram para a classe C. Esse fenômeno catapultou o consumo e expandiu a classe média, deixando o país a um salto do desenvolvimento

Julia Dualibi e Cíntia Borsato

A história de sucesso das nações hoje desenvolvidas possui um traço comum e inequívoco: a ascensão política e econômica da classe média. Essa evolução foi primeiro observada na Europa, onde sociedades estratificadas e sem mobilidade deram lugar a países dinâmicos após a irrupção do capitalismo. Esse fenômeno chegou tardiamente ao Brasil e nunca fincou raízes sólidas e duradouras. Houve fases de rápido crescimento, como na industrialização do início do século passado ou no milagre econômico dos anos 70. Mais recentemente, o país chegou a vislumbrar um salto rumo ao desenvolvimento com o Plano Cruzado. Mas, em todos esses casos, o aumento no padrão de vida dos mais pobres foi transitório e abortado pouco depois por crises econômicas. Agora, com a retomada do crescimento econômico, o país volta a se ver diante da oportunidade de romper, de maneira definitiva, com o subdesenvolvimento. Nos dois últimos anos, mais de 20 milhões de brasileiros saíram das camadas sociais mais baixas – as chamadas classes D e E – e alcançaram a classe C, a porta de entrada para a sociedade de consumo.

VEJA TAMBÉM

- Nesta reportagem
- Quadro: Ladeira acima
- Quadro: o recheio da pirâmide
- Nesta edição
- Artigo: A era do crédito



A classe C vai ao paraíso

Eles já são 90 milhões de pessoas, respondem por quase 50% da renda nacional e não querem parar de subir na escada social brasileira

Adriana Nicácio



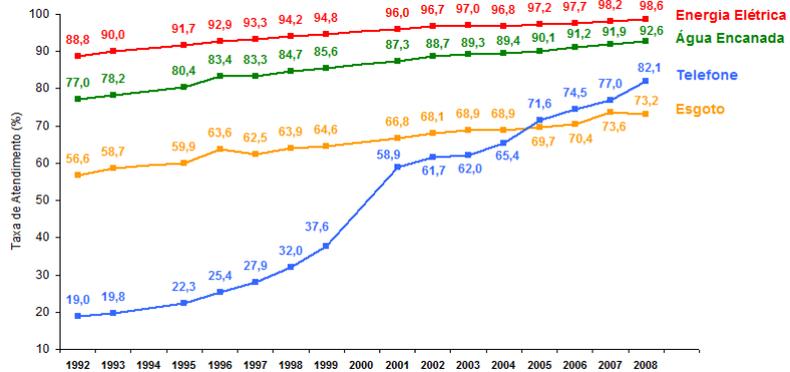
RAIMUNDA DA SILVA GONÇALVES
Faxineira há mais de duas décadas, ela finalmente conseguiu construir sua casa própria, colocou um dos filhos na universidade, matriculou o caçula no curso de inglês e, aos 46 anos de idade, conquistou seu primeiro diploma. No ano passado, concluiu o primeiro grau do ensino fundamental. Agora que lê, escreve e está craque nas operações básicas de matemática, seu sonho é ir para a faculdade

Raimunda conseguiu mudar seu padrão de vida não só pelos seus espetaculares esforços pessoais. Sem o alicerce econômico alcançado pelo País nos últimos 15 anos, talvez pouco adiantaria seu empenho. Como muita gente, ela pôde ganhar mais dinheiro porque o Brasil vive um momento excepcional. Em cinco anos, 32 milhões de pessoas, o equivalente à metade da França, ascenderam socialmente. O fenômeno mais impressionante ocorreu com a **antiga classe média baixa, hoje chamada de classe C**, que se multiplicou e passou a representar a metade da população do País. Cerca de 90 milhões de brasileiros agora possuem renda familiar mensal entre R\$ 1.115 e R\$ 4.807 e se tornaram uma força tão poderosa que já é apontada por alguns especialistas como a classe dominante, no sentido econômico. Com o R\$ 1,3 mil que ganha fazendo faxinas nas casas de classe média alta de São Paulo, Raimunda passou a fazer parte dessa nova força econômica.

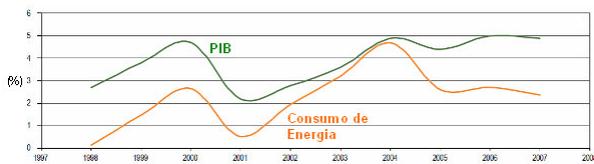
- Renda
Indicador tradicional adotado em estudos sobre Condições de Vida, Pobreza e Mercado (poder de compra)
- Dificuldade em conseguir informações precisas
 - 1 Altos Custos para obter cobertura e detalhamento
 - 2 Sub ou superdeclaração, recusa (principalmente com Baixa Renda)
 - Critérios alternativos, como o Critério Brasil não são adequados para extremos da distribuição e necessitam constante atualização

O Consumo de Energia Elétrica pode ser um bom Indicador Econômico para auxiliar processo de caracterização do consumidor

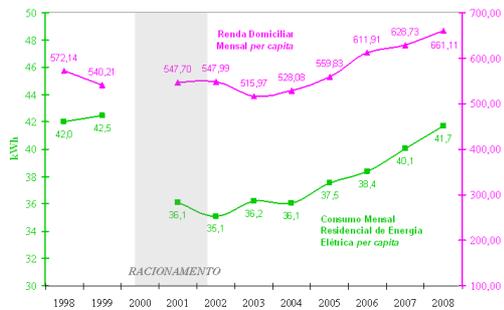
- Serviço Essencial, de maior cobertura no país
– 98,6% dos domicílios brasileiros (99,82% na área urbana)
- Coletado mensalmente, com precisão geográfica
- Histórico de faturamento e arrecadação
- Pode ser publicado de forma agregada
– sem ferir sigilo ou confidencialidade



Mundo: Variação do PIB x Variação Consumo de Energia



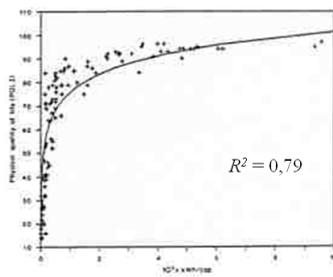
Brasil: Renda Domiciliar per capita x Consumo Residencial de Energia Elétrica per capita



Muitos estudos mostram alta aderência do Consumo Residencial ou do Consumo Industrial com o PIB, com Renda e com Qualidade de Vida

Fonte: IPEA e BP Global (ANEEL, 2008); ELETROBRÁS e IPEA (IPEADATA, 2009)

- **SPI – Sinalizador de Produção Industrial**
 - Indicador econômico mensal (AES Eletropaulo/FGV) que projeta a evolução da produção física mensal da Indústria Paulista com um mês de antecedência
- **Physical Quality of Life Indicator (PQLI)** (MARTIN, 1980)
 - 3 Dimensões: Expectativa média de Vida, Mortalidade Infantil e Taxa de Alfabetização (precursor do IDH)
 - Associação de 79% (R^2) com log do Consumo de Energia *per capita* análise de dados de 112 países



Fonte: FGV-IBRE, 2007; ALAM et al., 1991

Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS)

- Indicador municipal desenvolvido pela Fundação SEADE para o Estado de SP
- 3 Dimensões: Riqueza, Educação e Longevidade
- Tipologia (segmentação) de 5 grupos

Dimensão	Componentes (Variáveis)		Contribuição para o Indicador Sintético
Riqueza	Riqueza do Município	Consumo de energia elétrica na agricultura, no comércio e nos serviços	23,71%
		Valor adicionado fiscal <i>per capita</i>	13,90%
	Renda Familiar	Consumo residencial de energia elétrica	43,51%
		Remuneração média dos empregados com carteira assinada e do setor público	19,42%
Longevidade	Mortalidade perinatal		30,00%
	Mortalidade infantil		30,00%
	Mortalidade de adultos de 15 a 39 anos		20,00%
	Mortalidade de adultos de 60 anos ou mais		20,00%
Escolaridade	% de jovens de 15 a 17 anos que concluíram o ensino fundamental		36,08%
	% de jovens de 15 a 17 anos com pelo menos quatro anos de escolaridade		8,38%
	% de jovens de 18 a 19 anos que concluíram o ensino médio		35,37%
	% de crianças de 5 e 6 anos que frequentam a pré-escola		20,17%

Fonte: SEADE, 2009



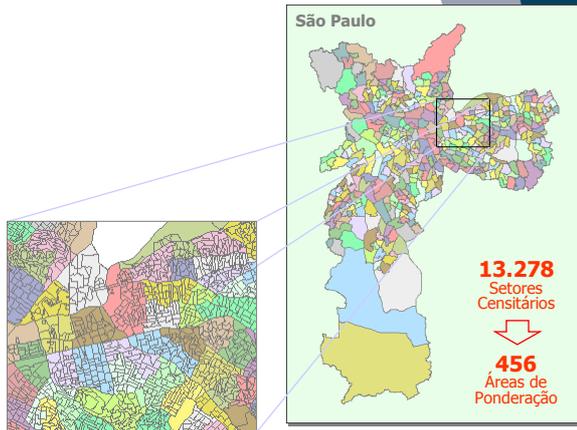
- Examinar a Relação entre Consumo de Energia Elétrica e Renda Domiciliar
- Propor a construção de um **indicador de Classificação Econômica** dos domicílios **baseado em Consumo de Energia Elétrica**, de forma a estender ou substituir o Critério Brasil



Objeto de Estudo:
Município de São Paulo

Censo Demográfico de 2000
(IBGE) + Dados AES
Eletropaulo

Indicadores Agregados por
conjunto de Setores
Censitários



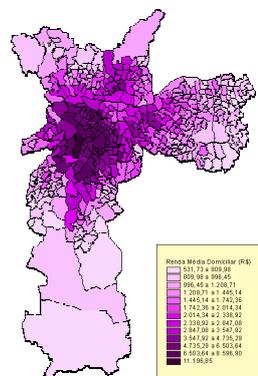
- Modelos Preditivos de Renda a partir do Consumo de Energia Elétrica ou do Valor da Conta de Luz
 - 2 Níveis: TERRITORIAL e DOMICILIAR



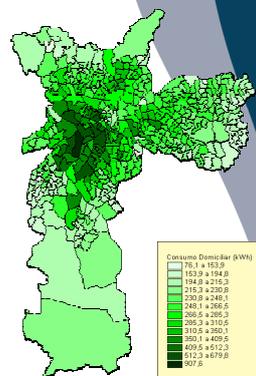
Objeto de Estudo:
Município de São Paulo

Censo Demográfico de 2000
(IBGE) + Dados AES
Eletropaulo

Indicadores Agregados por
conjunto de Setores
Censitários



Renda Familiar
(IBGE)



Consumo Eletricidade
(AES Eletropaulo)

- Modelos Preditivos de Renda a partir do Consumo de Energia Elétrica ou do Valor da Conta de Luz
 - 2 Níveis: TERRITORIAL e DOMICILIAR
 - Utilizando Estatística Espacial em Modelos de Regressão



TERRITORIAL

❖ **Incorpora o Espaço e as Relações Espaciais nos Modelos Estatísticos**

Objeto de Estudo:
Município de São Paulo

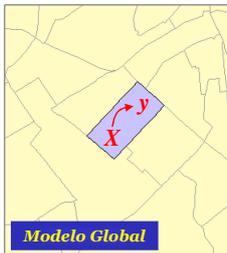
Censo Demográfico de 2000
(IBGE) + Dados AES
Eletropaulo

Indicadores Agregados por
conjunto de Setores
Censitários

Estatística Espacial
CONCEITOS

Modelo OLS
(Regressão Linear Tradicional)

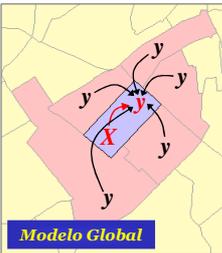
$$y = X\beta + \varepsilon$$



Modelo Global

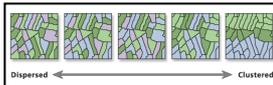
Modelo SAR
(Spatial Auto-Regressive)

$$y = \rho W y + X\beta + \varepsilon$$



Modelo Global

- Indicador de Auto-Correlação Espacial (**I de Moran**)
- **LISA Maps** : Mapas de Auto-Correlação Espacial Local

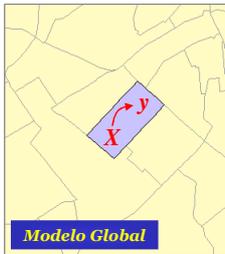


Estatística Espacial
CONCEITOS



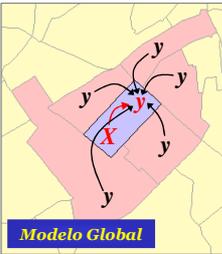
Modelo OLS
(Regressão Linear Tradicional)

$$y = X\beta + \varepsilon$$



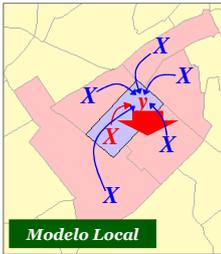
Modelo SAR
(Spatial Auto-Regressive)

$$y = \rho W y + X\beta + \varepsilon$$



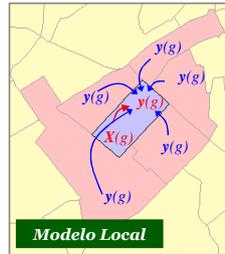
Modelo GWR
(Geographic Weighted Regression)

$$y(g_i) = X(g_i)\beta(g_i) + \varepsilon$$



GWR+SAR
(GWR "global" e SAR "local")

$$y(g) = \rho(g)W(g)y(g) + X(g)\beta(g) + \varepsilon$$



- Qual o tamanho da amostra local para cada i ?
- Minimização do Akaike Information Criterion (AIC), ou
 - Minimização por Cross-Validation (CV)

Estatística Espacial
CONCEITOS

Como determinar o tamanho da Amostra Local para os modelos GWR?

- 1) Minimização por Validação Cruzada, ou *Cross-Validation (CV)*

$$CV = \sum_{i=1}^n [y_i - \hat{y}_{-i}(h)]^2$$

em que y_i é o valor observado da variável dependente no ponto g_i , $\hat{y}_{-i}(h)$ é o valor estimado de y_i em sua influência h com g_i omitido do processo de calibração. CV é a soma do quadrado dos erros dessa estimação.

- 2) Akaike Information Criterion (AIC)

$$AIC_c = 2n \log_e(\hat{\sigma}) + n \log_e(2\pi) + n \left(\frac{n + tr(S)}{n - 2 - tr(S)} \right)$$

em que n é o tamanho total da amostra, $\hat{\sigma}$ é o desvio padrão estimado e $tr(S)$ é o traço da *hat matrix* S , que é uma função da largura de banda. O AIC leva em consideração as diferenças em graus de liberdade dos modelos quando adotamos diferentes larguras de banda.

S é tal que $\hat{y} = Sy$ e cada linha da matriz S , r_i , é dada por $r_i = X_i(X^T W(g_i) X)^{-1} X_i^T W(g_i)$

- 3) Bayesian Information Criterion (BIC)

- Modelos Preditivos de Renda a partir do Consumo de Energia Elétrica ou do Valor da Conta de Luz
 - 2 Níveis: TERRITORIAL e DOMICILIAR
 - Utilizando Estatística Espacial em Modelos de Regressão



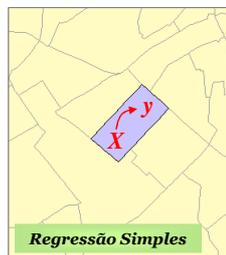
- Objeto de Estudo: **Município de São Paulo**
- Censo Demográfico de 2000 (IBGE) + Dados AES Eletropaulo
- Indicadores Agregados por conjunto de Setores Censitários

❖ Incorpora o Espaço e as Relações Espaciais nos Modelos Estatísticos

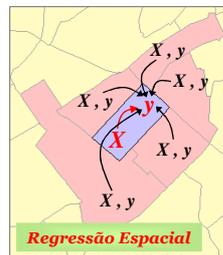
y : Renda (R\$)
 X : Consumo de Energia (kWh)

- Spatial Auto-Regression (SAR)
- Geographically Weighted Regression (GWR)
- SAR+GWR

$$y = X\beta + \varepsilon$$



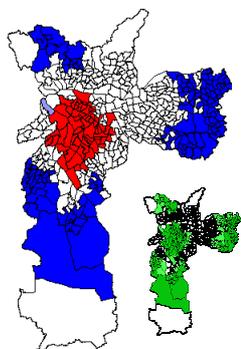
$$y = \rho W y + X\beta + \varepsilon$$



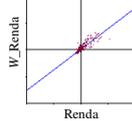
- Auto-Correlação Espacial dos Construtos
 - I de Moran da Renda > 0,77 e I de Moran do Consumo de Energia > 0,58 na maioria das matrizes de vizinhança adotadas
 - LISA maps : alta renda no centro, áreas de transição no entorno e heterogeneidade das baixas rendas nas regiões periféricas
 - Quanto maior o número médio de vizinhos por área, menor a magnitude do I de Moran, maior a significância das áreas Baixo-Baixo (principalmente) e Alto-Alto e menores as áreas de transição de regimes

W: Contiguidade de 1ª ordem do tipo Queen

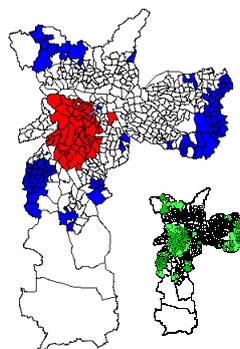
Renda Domiciliar



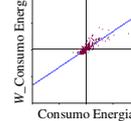
I = 0,7722



Consumo de Energia Elétrica

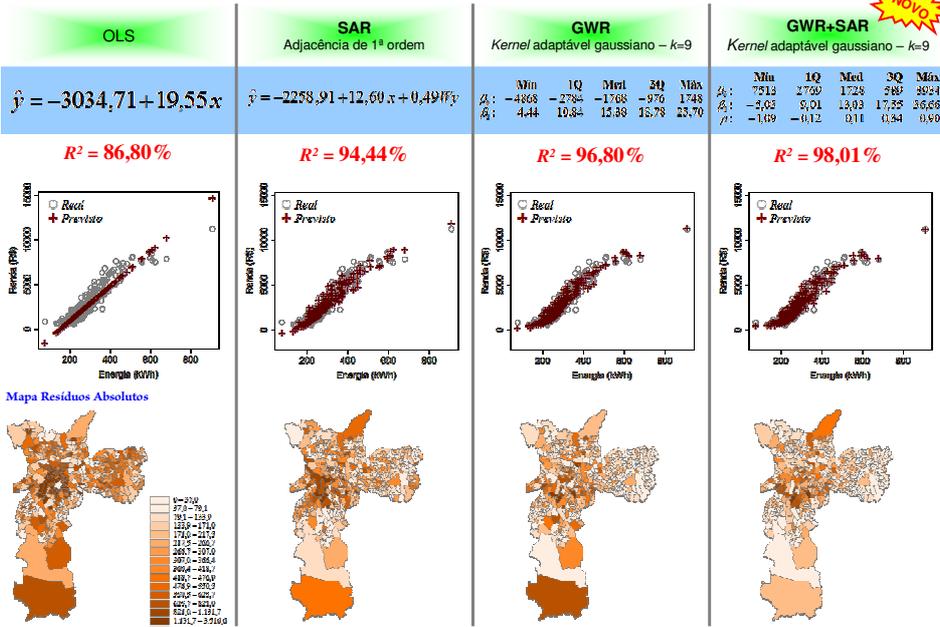
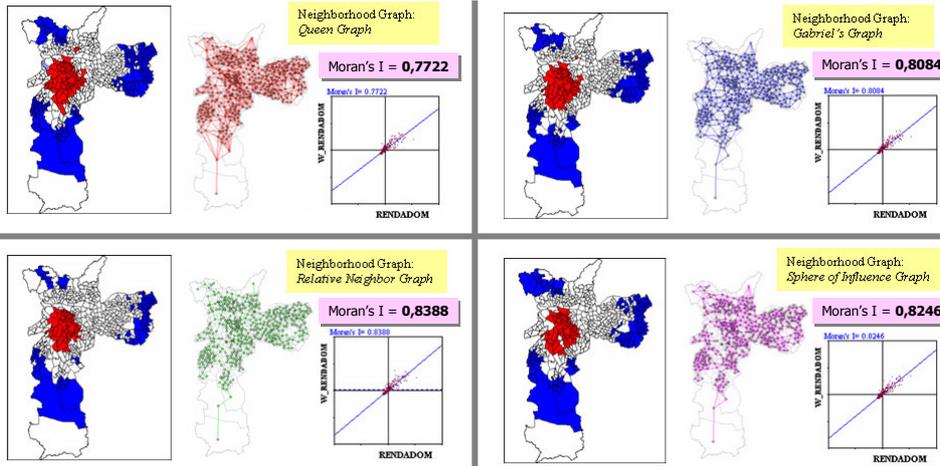


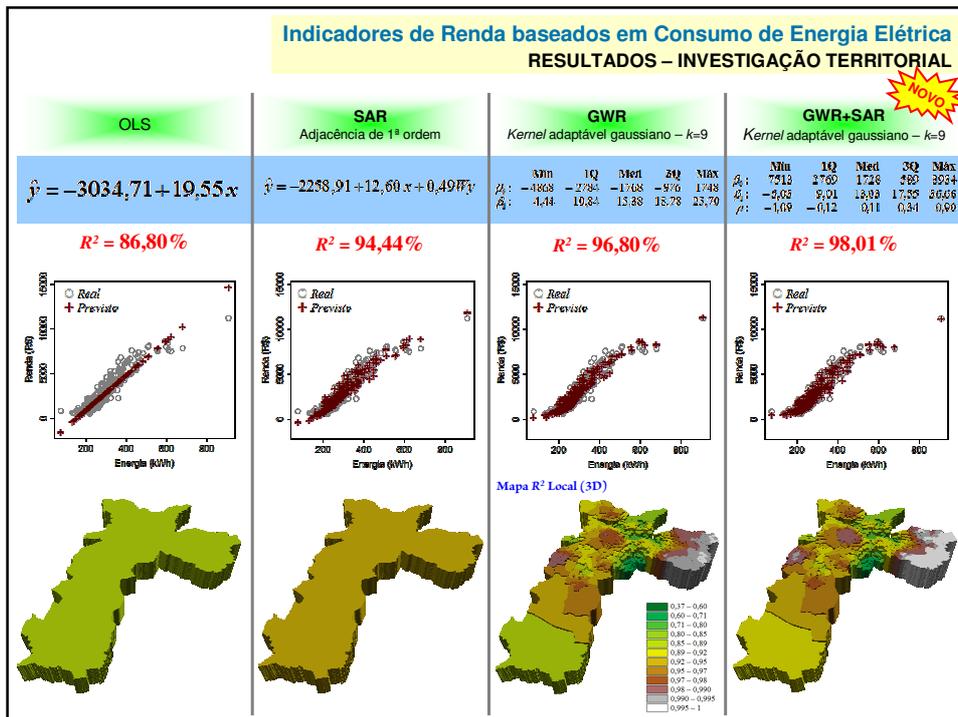
I = 0,6661



- Não Significante
 - Alto – Alto
 - Baixo – Baixo
 - Baixo – Alto
 - Alto – Baixo
- Não Significante
 - p = 0,05
 - p = 0,01
 - p = 0,001
 - p = 0,0001

- Moran's I da Energia apresentou altos valores (0,77+) para diferentes "tipos" de vizinhança
- Sugere alta influência da vizinhança no comportamento da Renda Domiciliar
- LISA maps: Aumento da concentração de renda na direção Periferia - Centro (o mesmo fenômeno para o Consumo de Energia Elétrica)





Indicadores de Renda baseados em Consumo de Energia Elétrica

OBJETIVOS E METODOLOGIA

- Modelos Preditivos de Renda a partir do Consumo de Energia Elétrica ou do Valor da Conta de Luz
 - 2 Níveis: TERRITORIAL e DOMICILIAR
 - Utilizando Estatística Espacial em Modelos de Regressão

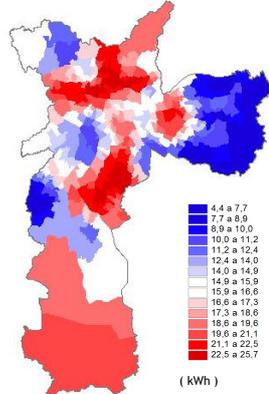
TERRITORIAL

RESULTADO TERRITORIAL:
O Consumo de Energia Elétrica explica **93 a 98%** da Renda Familiar

Objeto de Estudo:
Município de São Paulo

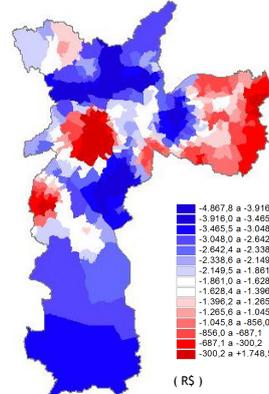
Censo Demográfico de 2000
(IBGE) + Dados AES
Eletropaulo

Indicadores Agregados por
conjunto de Setores
Censitários



Energia (β_1)

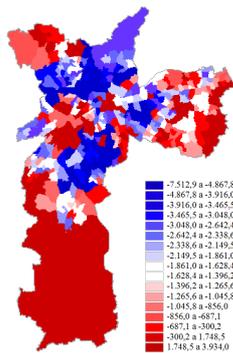
Nas áreas centrais, o parâmetro Energia tem uma contribuição mais baixa que nas periferias.



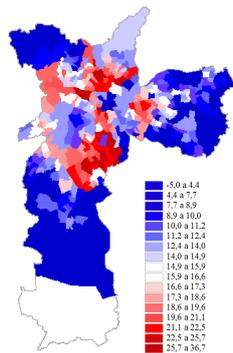
Intercepto (β_0)

Ocorre o oposto com o Intercepto (valor inicial da Renda considerada na predição).

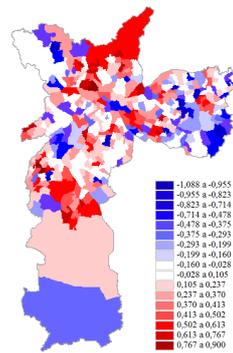
Obs: k = 9 vizinhos no modelo GWR



Intercepto (β_0)



Consumo de Energia Elétrica (β_1)



W_Renda (ρ)

Obs: k = 9 vizinhos no modelo GWR+SAR

- Modelos Preditivos de Renda a partir do Consumo de Energia Elétrica ou do Valor da Conta de Luz
 - 2 Níveis: TERRITORIAL e DOMICILIAR
 - Utilizando Estatística Espacial em Modelos de Regressão



2000 Será que essa relação se mantém forte até os dias atuais ? 2010

- Modelos Preditivos de Renda a partir do Consumo de Energia Elétrica ou do Valor da Conta de Luz
 - 2 Níveis: TERRITORIAL e DOMICILIAR
 - Utilizando Estatística Espacial em Modelos de Regressão



2000 2004 2006 2007 2008 2009 2010

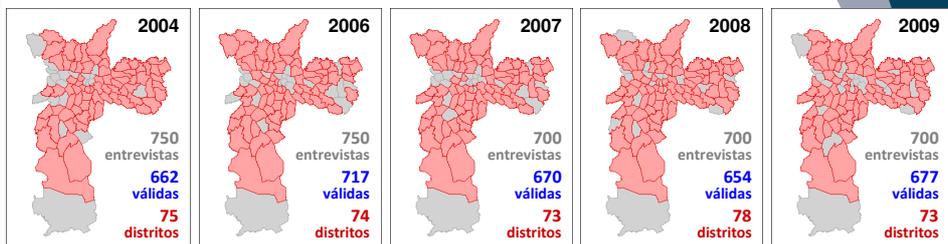
Avaliação a partir de dados domiciliares coletados através da [Pesquisa ABRADÉE](#)

- Modelos Preditivos de Renda a partir do Consumo de Energia Elétrica ou do Valor da Conta de Luz
 - 2 Níveis: TERRITORIAL e DOMICILIAR
 - Utilizando Estatística Espacial em Modelos de Regressão



Avaliação Histórica de 2004 a 2009, utilizando Informações da Pesquisa ABRADÉE :

- Renda Familiar (R\$)
- Valor Médio da Conta de Luz (R\$)

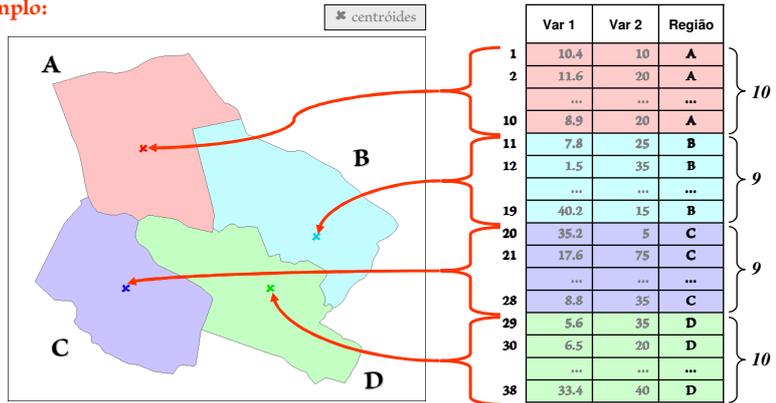


Dentro de cada distrito de São Paulo, ONDE foram realizadas as entrevistas ?

Indicadores de Renda baseados em Consumo de Energia Elétrica
MOTIVAÇÃO METODOLÓGICA

- Pesquisas de Campo (*Surveys*)
 - Em muitos casos, Dados “Pontuais” não estão disponíveis
 - Apenas informações sobre a região onde a observação está localizada (município, distrito, código postal etc)
 - Não apropriado para algumas análises espaciais: especialmente considerando ponderação baseada em distâncias (GWR, SAR)

Exemplo:



Indicadores de Renda baseados em Consumo de Energia Elétrica
MOTIVAÇÃO METODOLÓGICA

GWR: $\hat{y}_i = \beta_0(u_i, v_i) + \beta_1(u_i, v_i) x_i$

$\beta(u_i, v_i) = (X^T W(u_i, v_i) X)^{-1} X^T W(u_i, v_i) Y$

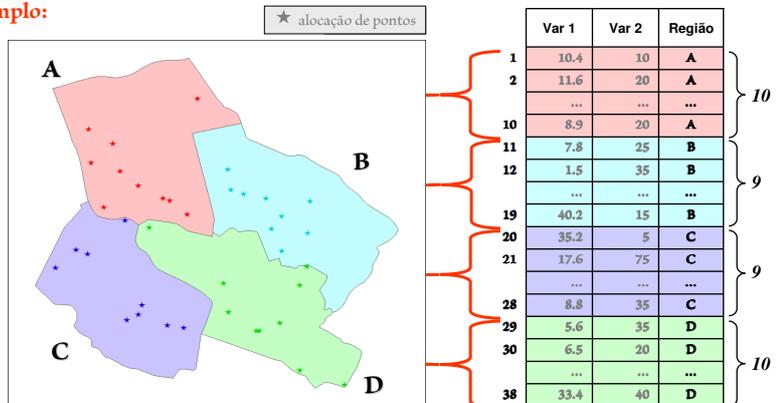
$w_{ij} = \left(1 - \left(d_{ij}^2 / h^2\right)\right)^2$ Bisquare

$w_{ij} = e^{-\left(d_{ij} / h\right)^2}$ Gaussiano

se $d_{ij} < h$, caso contrário $w_{ij} = 0$
 d_{ij} : distância entre observações i e j
 h : largura de banda

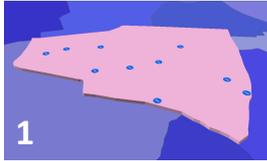
Essas podem ser distribuições mais realísticas (ou talvez estejamos adicionando alguma “perturbação” aos dados...)

Exemplo:



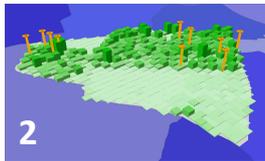
Dentro de cada distrito de São Paulo, ONDE foram realizadas as entrevistas ?

6 Algoritmos de Espalhamento de Pontos nos Polígonos dos Distritos



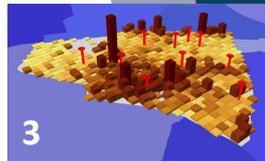
1

Entrevistas espalhadas aleatoriamente



2

Baseadas na densidade de domicílios



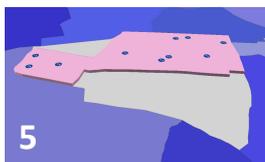
3

Baseadas na densidade de consumo de energia



4

Sorteio de Domicílios baseado no o de domicílios de consumo de energia



5

Entrevistas espalhadas aleatoriamente em setores censitários urbanos



6

Baseada no Plano Amostral da Pesquisa ABRADEE

> 1000 Aplicações Iteradas dos Algoritmos

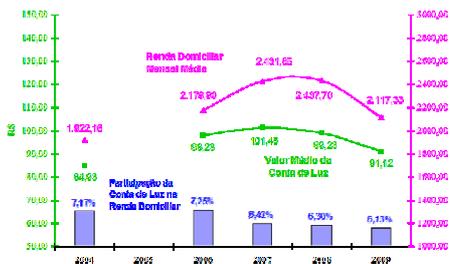
- Modelos Preditivos de Renda a partir do Consumo de Energia Elétrica ou do Valor da Conta de Luz
 - 2 Níveis: TERRITORIAL e DOMICILIAR
 - Utilizando Estatística Espacial em Modelos de Regressão



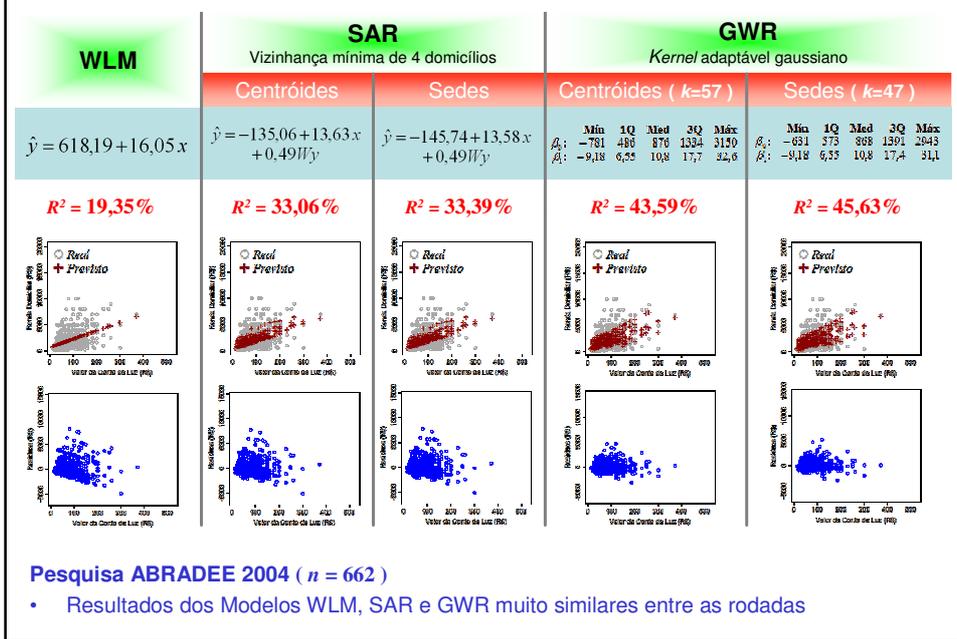
DOMICILIAR

Avaliação Histórica de 2004 a 2009, utilizando Pesquisa ABRADEE

Relação Estável entre Renda e Consumo de Energia nos últimos anos, condizente com a tendência de evolução dessas variáveis (IBGE, IPEA)



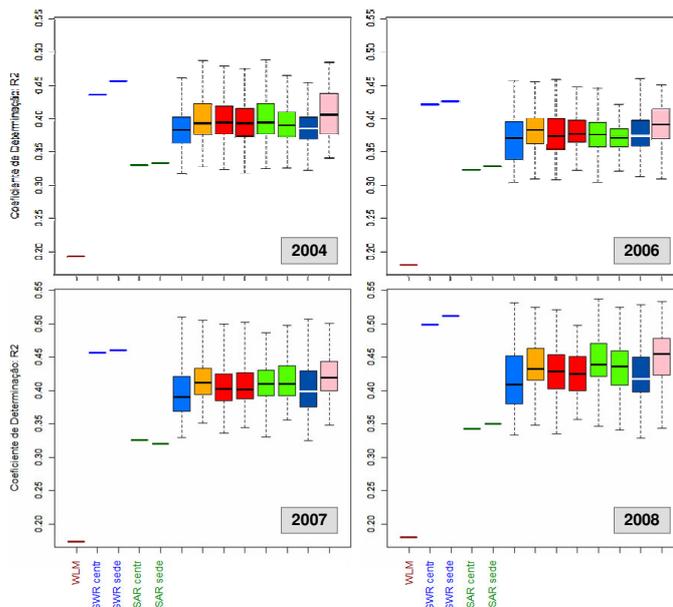
Indicadores de Renda baseados em Consumo de Energia Elétrica
RESULTADOS – INVESTIGAÇÃO DOMICILIAR



R² dos Modelos Preditivos da Renda a partir do Valor da Conta de Luz (WLM, GWR, SAR)

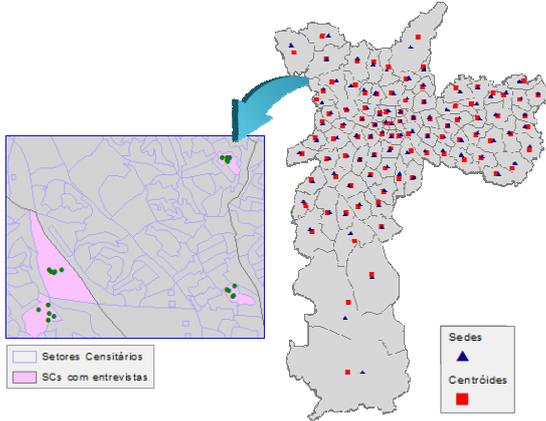
Dispersão do R² da GWR das 1.000 iterações das Alternativas de Alocação de Pontos nos Polígonos

Indicadores de Renda baseados em Consumo de Energia Elétrica
RESULTADOS



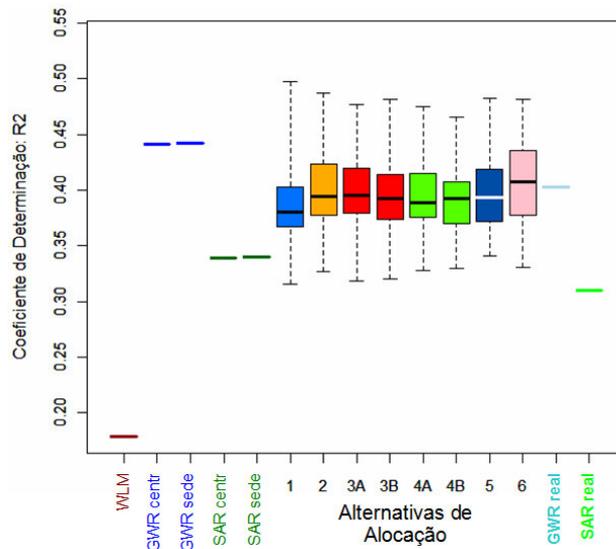


Pesq. ABRADDE 2009
Localização Real dos
Domicílios Entrevistados



Pesq. ABRADDE 2009
Localização Real dos
Domicílios Entrevistados

Comparação dos
Resultados



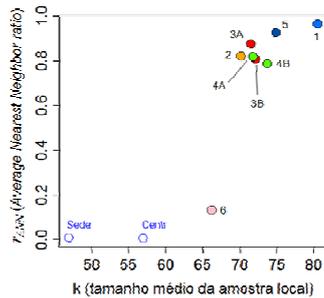


DOMICILIAR

Pesq. ABRADÉE 2009
Análises Espaciais
Exploratórias

Algoritmos de Alocação de Pontos em Polígonos

- Altíssima Associação do R^2 com o tamanho $k+1$ das amostras locais
- r_{ANN} : Algoritmos 1 a 5 com Padrão quase completamente Aleatório e Algoritmos 6 com Padrão bastante agrupado
- Avaliação da Homogeneidade Espacial (K de Ripley e L transformada): Algoritmo 6 é o que mais se aproxima da Localização Real das entrevistas para a Pesquisa ABRADÉE 2009



	\bar{d}_E (m)	\bar{d}_O (m)	r_{ANN}	k
Centro/óide	3,8887	0,0059	0,7	
Sede	4,6154	0,0070	0,47	
Alt. 1	638,40	0,9643	80,565	
Alt. 2	512,11	0,8189	70,172	
Alt. 3A	579,54	0,8754	71,562	
Alt. 3B	649,90	0,8987	72,158	
Alt. 4A	510,58	0,8166	71,827	
Alt. 4B	520,69	0,7865	73,171	
Alt. 5	612,29	0,9219	74,938	
Alt. 6	86,41	0,1305	66,266	

$$\bar{d}_O = \frac{\sum d_i^1}{n}$$

$$\bar{d}_E = \frac{0,5}{\sqrt{n/A}}$$

$$r_{ANN} = \frac{\bar{d}_O}{\bar{d}_E}$$

- $n = 662$; 1.000 iterações para cada alternativa
- \bar{d}_O , r_{ANN} e k são valores médios para as iterações das alternativas

- Modelos Preditivos de Renda a partir do Consumo de Energia Elétrica ou do Valor da Conta de Luz
 - 2 Níveis: TERRITORIAL e DOMICILIAR
 - Utilizando Estatística Espacial em Modelos de Regressão

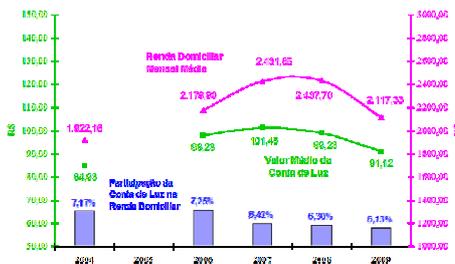


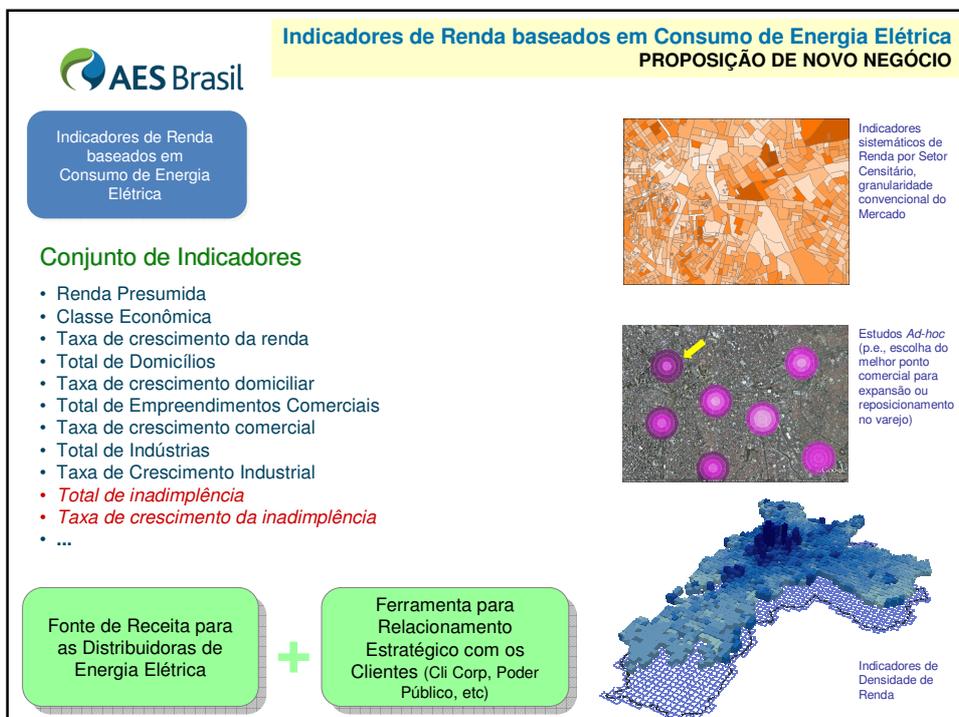
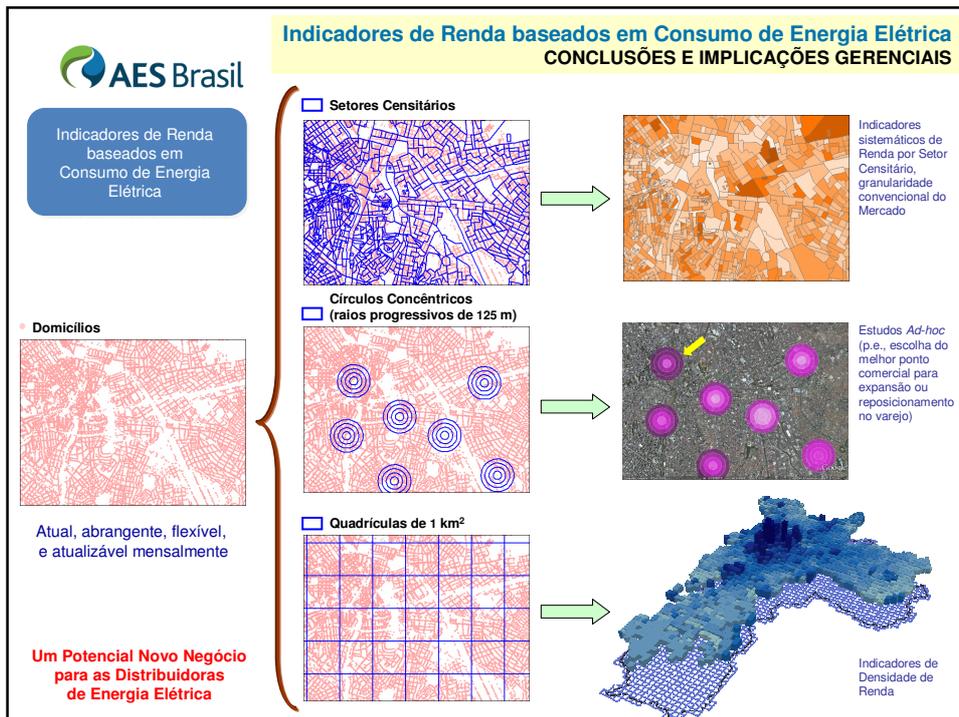
DOMICILIAR

RESULTADO DOMICILIAR:
O Consumo de Energia Elétrica explica
40 a 45% da Renda Familiar

Avaliação Histórica de 2004 a 2009, utilizando Pesquisa ABRADÉE

Relação Estável entre Renda e Consumo de Energia nos últimos anos, condizente com a tendência de evolução dessas variáveis (IBGE, IPEA)





- **Ferramenta Estatística R 2.11.0**
 - Gratuito – download em www.r-project.org
 - Completa, com extensões para Geoestatística, Estatística Espacial, Modelos Multi-nível
 - Recomendação: Trabalhar junto com o editor Tinn-R
 - Extensões: MAPTOOLS, SPDEP (Modelos SAR), SPGWR (Modelos GWR), SPATSTAT (Análises Exploratórias com Estatística Espacial), GeoR (Geoestatística), SPLANCS (Spatial and Space-Time Point Pattern Analysis)
- **GeoDA – Geo Data Analysis 0.9.5 e OpenGeoDa 0.9.8**
 - Gratuito – download em geodacenter.asu.edu
 - Auto-correlação Espacial e Modelos SAR
- **GWR3X**
 - Modelos GWR
 - Maiores informações em ncg.nuim.ie/hcg/GWR/software.htm
- **ArcView GIS 3.2**
- **ArcGIS 9.3**
 - Spatial Analyst
 - Geostatistical Analyst
 - Spatial Statistical Toolbox – Estatística Espacial Exploratória e Modelo GWR
 - Incorporação da Topologia da Malha Viária nos Modelos de Vizinhança

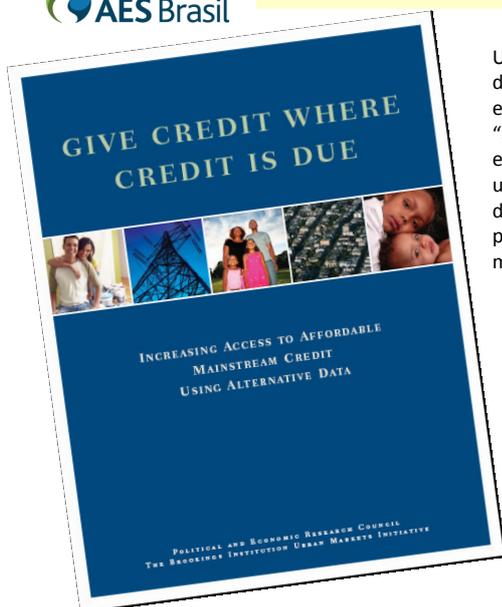


- Útil para formulação de estratégias e apoio a decisão
- Classificação e Segmentação de Mercado, Análises de Concentração, Predição de Mercado
- Suporte para a Caracterização e Gestão do Relacionamento com o Cliente

- **Uso do Consumo de Energia Elétrica (ou Valor Conta de Luz) em Levantamentos em Campo**
 - Combinação com ou Substituição do Critério Brasil
 - Adoção de Técnicas de Estatística Espacial nos Modelos de Predição
- **Potencial de ampliação do escopo de negócios não regulados para as distribuidoras de energia elétrica: *forneimento de “indicadores elétricos” por unidades territoriais***
 - Sistemático (em unidades territoriais usuais do mercado) ou em estudos *ad-hoc*
 - Baixo custo adicionado e altíssimo valor agregado
 - Medida alternativa para as empresas de mercado e institutos de pesquisa
- **Apoio a Programas de Crédito para a Baixa Renda - *Microcrédito***
 - Incluir Valor da Conta de Luz aos Modelos Existentes, promover Dependência Espacial
- **Potencial de aumento do uso das informações internas pelas distribuidoras de energia elétrica**
 - Planejamento de Mercado e de Carga, Planejamento da Expansão
 - Gestão da Inadimplência e de Perdas Comerciais, Redução de Custos Operacionais
 - Campanhas e novos produtos – melhor Conhecimento e Relacionamento com o Cliente
 - **Desafio Cultural** para o Estabelecimento de *Framework* de Inteligência de Mercado (BARROS, 2010)

- **Validação da Investigação Territorial com base em dados mais atuais**
 - Censo Demográfico 2010 – Renda Familiar por Setor Censitário (avaliação da influência do MAUP) e itens relacionados à Energia Elétrica
 - Avaliação do efeito Racionamento (ACHÃO, 2003) e avanço do consumo residencial de Gás Natural e GLP em São Paulo (SÃO PAULO, 2005)
 - Estabilidade da Relação Consumo de Energia e Renda, conforme rodadas da Pesquisa ABRADDEE, sugerem manutenção da relação
- **Replicação da Investigação Territorial em outras regiões**
 - Extensão para outros municípios da AES Eletropaulo e outras áreas urbanas brasileiras
 - Avaliação da influência do perfil urbano regional
 - Comparações Internacionais, outras unidades de análises
- **Replicação da Investigação Domiciliar e dos Algoritmos de Espalhamento de Pontos em Polígonos**
 - Utilização dos dados nacionais da Pesquisa ABRADDEE e dados da América Latina (Pesquisa CIER) para Avaliação Comparativa
 - Pesquisa ABRADDEE 2010: publicação do setor censitário do entrevistado

- **Investigação da Estrutura Familiar e outros construtos na Relação entre Renda e Consumo de Energia Elétrica**
- **Investigação com outros pressupostos e modelos estatísticos**
 - Integração das Investigações Territorial e Domiciliar: Modelos multi-nível
 - Promoção a Modelos multi-nível geográficos
 - Estatística Bayesiana no contexto espacial: estimação em pequenas áreas
- **Prova de Conceito para Programas de Microcrédito**
 - Diminuição da Assimetria de Informação
 - Substituição da Renda Domiciliar declarada pelo Consumo Médio de Energia Elétrica individual combinado com o da região de moradia do tomador de crédito
- **Potencial de Aprofundamento em Projetos de P&D**
 - Estudos Comparativos para Distribuidoras de Energia
 - Aprofundamento dos Modelos de Cálculo para efeito de aprimoramento das modalidades tarifárias de gestão da distribuição de energia
 - Subsídio para Argumentação a respeito de Tarifa Social perante ANEEL



Utilizando uma base de dados de 8 milhões de potenciais solicitantes de crédito em diversos estados norte-americanos, mostra que dados “alternativos” ou “não tradicionais” (energia elétrica, aluguel, gás, seguros) podem ser utilizados no processo de concessão de crédito, diminuindo a assimetria de informação e potencializando maior assertividade nos modelos de *credit scoring*.

This study offers a feasible market solution to bring those outside the mainstream credit fold within it. Mainstream lenders can use “alternative” or “nontraditional” data, including payment obligations such as rent, gas, electric, insurance, and other recurring obligations, to evaluate the risk profile of a potential borrower. Our findings indicate that alternative data, if widely incorporated into credit reporting, can bridge the information gap on financial risk for millions of Americans. More concretely, considering that many of these millions outside the credit mainstream are poorer, less advantaged Americans, the information can direct markets toward a faster alleviation of poverty in this country.

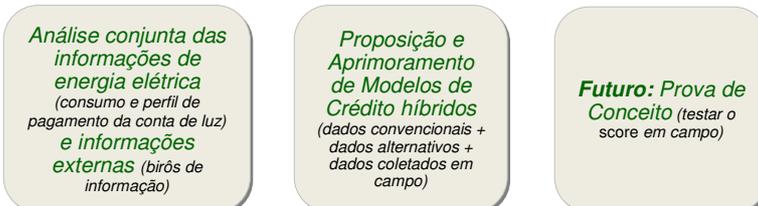
Fonte: TURNER et al., 2006

PROJETO: MICROCREDIT SCORE - Proposta:

- Construir e manter um *score* de Microcrédito regional (setores censitários, quadriculas, unidades *ad hoc*)
- Utilizar o *score* de Microcrédito de forma individualizada, caso o solicitante de crédito autorize, a partir do acesso à conta de luz
- Incorporar Informações da Conta de Luz nos Modelos de Crédito



Etapas:



- **Orientação:** diminuir assimetria de informação e custo de transação; buscar ganhos de escala nas operações de microcrédito



Obrigado !!!!

Eduardo de Rezende Francisco
eduardo.francisco@aes.com

AES Eletropaulo / FGV-EAESP



25 de Abril de 2011

