



## XIII SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

### **Aplicação do modelo LAWS para avaliação da eficiência de irrigação no Distrito de Irrigação do Platô de Neópolis, Sergipe**

*Marcus Aurélio Soares Cruz<sup>1</sup>; Julio Roberto Araujo de Amorim<sup>2</sup> & Ronaldo Souza Resende<sup>3</sup>*

**RESUMO** – O Brasil possui atualmente cerca de 6 milhões de hectares irrigados, com potencial de aumento futuro em até dez vezes esta área. A melhoria da eficiência de uso da água na irrigação mostra-se de extrema importância em um cenário de aumento de demandas hídricas e potenciais incertezas de disponibilidades. A estimativa dos efeitos de melhorias tecnológicas e de processos sobre a eficiência de sistemas de irrigação pode ser realizada por meio de modelos matemáticos que simulem os aportes hídricos e as demandas das diferentes culturas agrícolas. Este estudo objetivou avaliar a eficiência de uso da água para irrigação por meio de modelagem matemática no Distrito de Irrigação do Platô de Neópolis, no estado de Sergipe para o ano de 2012. Os resultados obtidos apontam para um aporte por irrigação inferior à demanda da maioria das culturas, e que este estaria relacionado principalmente às características do manejo da irrigação no Distrito.

**ABSTRACT**– Brazil currently has about 6 million hectares of irrigated areas, with ten times potential increase in the future. The improvement of efficiency in the irrigation water, considering a scenario of increasing water demands and uncertainties of its availability became indispensable. The effects of technological and processing improvements on the efficiency of irrigation systems can be evaluated by mathematical models. They simulate water intakes and demands for different crops. This study aimed to evaluate the water use efficiency for irrigation using mathematical modeling in the Irrigation District of Plato de Neópolis in Sergipe state for 2012. The results point to lower irrigation volumes comparing to the water demand of the majority of crops, and that this would be primarily related to irrigation management in the District.

**Palavras-Chave** – irrigação, modelagem, Baixo Rio São Francisco

---

1 Embrapa Tabuleiros Costeiros, Avenida Beira Mar 3250, Aracaju-SE, (79) 4009-1352, marcus.cruz@embrapa.br

2 Embrapa Tabuleiros Costeiros, Avenida Beira Mar 3250, Aracaju-SE, (79) 4009-1346, julio.amorim@embrapa.br

3 Embrapa Tabuleiros Costeiros, Avenida Beira Mar 3250, Aracaju-SE, (79) 4009-1331, ronaldo.resende@embrapa.br

## INTRODUÇÃO

O Brasil possui atualmente cerca de 6 milhões de hectares irrigados, com potencial de aumento futuro em até dez vezes esta área (IICA, 2015). Este potencial tende a ser buscado tendo em vista o aumento da demanda nacional e internacional por alimentos nos últimos anos (FAO, 2015). Por outro lado, verifica-se a degradação dos solos, uso excessivo de fertilizantes e defensivos e a escassez hídrica, que segundo Paz et al. (2000), constituem-se nos principais entraves para uma produção agrícola compatível com as taxas de crescimento populacionais.

Com relação à escassez hídrica, observa-se que no Brasil a irrigação tem respondido por 54% das vazões retiradas dos mananciais e por 72% da vazão consumida (ANA, 2012). Informações da FAO indicam que 80% dos produtos alimentícios para atender as necessidades da população mundial, nos próximos 25 anos, serão providos pelos cultivos irrigados (FAO, 2013). A água utilizada na agricultura mundial no ano de 2000, por exemplo, equivaleu a um consumo médio específico de 9436 m<sup>3</sup>/ha. O desenvolvimento tecnológico associado a sistemas de irrigação e processos mais eficientes de uso da água na agricultura deverão promover uma redução nas demandas, estimando-se um valor de 8100 m<sup>3</sup>/ha até o ano de 2025. Entretanto, dados da FAO já indicam que a disponibilidade hídrica futura (2025) será inferior a 1700 m<sup>3</sup>/ha/ano (Paz et al.,2000).

A melhoria da eficiência de uso da água na irrigação mostra-se de extrema importância em um cenário de aumento de demandas hídricas e potenciais incertezas de disponibilidades em virtude de alterações nos usos e coberturas das bacias hidrográficas e de aumentos da frequência de eventos climáticos extremos. A estimativa dos efeitos de melhorias tecnológicas e de processos sobre a eficiência de sistemas de irrigação pode ser realizada por meio de modelos matemáticos que simulem os aportes hídricos e as demandas das diferentes culturas agrícolas (Haque et al. (2004), Baumhardt et al.(2009)).

Na região Nordeste do Brasil, tornaram-se comuns iniciativas governamentais para o fornecimento de água para irrigação na forma da implementação dos chamados Perímetros Irrigados. A seleção da localização de tais áreas vem considerando, fundamentalmente, pela coincidência, mais ou menos favorável, de solos irrigáveis e uma fonte de suprimento hídrico (IICA, 2008). Ocorre que em muitas dessas áreas não há uma verificação permanente do grau de eficiência do uso da água fornecida e do retorno em termos de produção.

Este estudo objetivou avaliar a eficiência de uso da água para irrigação por meio de modelagem matemática no Distrito de Irrigação do Platô de Neópolis, no estado de Sergipe, com fins de contribuir para o processo de gestão dos recursos hídricos na região do Baixo São Francisco.

## METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido no Distrito de Irrigação do Platô de Neópolis, localizado no Estado de Sergipe (10,276 S e 36,758 O, e 10,390 S e 36,570 O), no Baixo Vale do Rio São Francisco (Figura 1). Este empreendimento foi desenvolvido por meio do aporte de investimentos do Governo do Estado de Sergipe para aquisição da terra e construção da infraestrutura de uso comum (estruturas hidráulicas, estradas, rede elétrica), enquanto os irrigantes, organizados em modelo de condomínio, efetuaram o investimento parcelar e assumiram os custos de operação e manutenção (Resende et al. 2015). O projeto de irrigação ocupa uma área total de 10.432 ha, sendo 7.230 ha irrigáveis, atualmente divididos em 37 módulos empresariais, que consistem de uma ou da união de duas ou mais unidades de irrigação contínuas, cujas áreas cultivadas variam de 3 a 540 ha. O modelo de tarifação de água tem um componente relativo à área (para cobrir os custos fixos) e outro ao volume (custos variáveis). A fruticultura é o tipo de exploração predominante, mas o cultivo da cana-de-açúcar vem se destacando em área plantada. A precipitação média anual está entre 900 e 1.100 mm, com concentração do período chuvoso de abril a julho. A temperatura média anual gira em torno de 26°C. Os solos predominantes na área são Argissolos Amarelos e Argissolos Acinzentados, com presença de camada coesa entre 0,3 a 0,6 m (Resende et al. 2015).

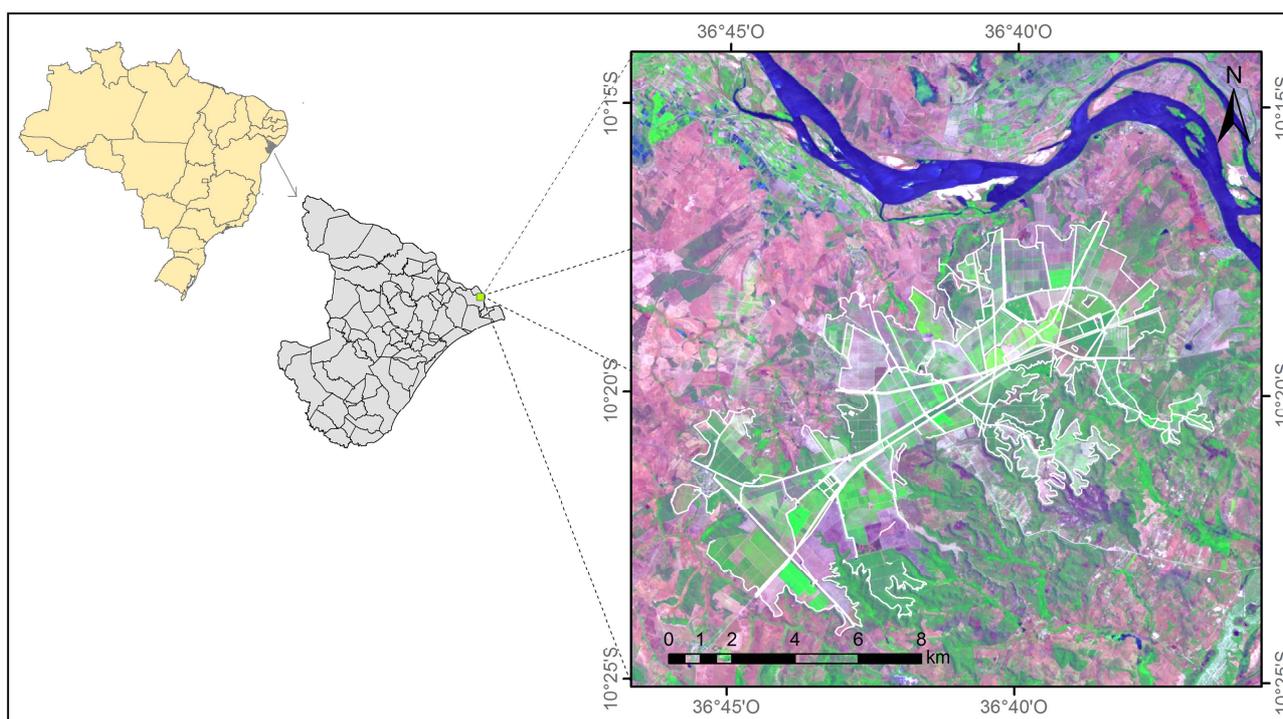


Figura 1 – Localização do Distrito de Irrigação do Platô de Neópolis.

Neste estudo, foi utilizado o modelo LAWS (Land Atmosphere Water Simulator), desenvolvido pelo U. S. Bureau of Reclamation (Tamsey, 2008; Young, 2008). LAWS é uma ferramenta associada a um SIG que permite avaliar as alternativas de gestão hídrica em multiescala bem como sistemas de abastecimento de água multiorganizacionais. Na escala local, LAWS simula irrigação diária com base em processos físicos, culturas e infraestrutura.

Em escalas maiores, simula os efeitos das decisões de gestão da água considerando fornecimento e demandas. Maiores detalhes sobre os conceitos e algoritmos presentes no modelo podem ser obtidos em <http://www.usbr.gov/research/projects/>. Neste estudo, aplicou-se LAWS para a simulação dos cultivos com a determinação da demanda hídrica das culturas, bem como para avaliação do desempenho dos sistemas de irrigação, visando contribuir para uma melhor eficiência do uso da água no Distrito.

O modelo precisa da entrada de dados climáticos, informações relativas aos solos, culturas, aportes hídricos, e manejo da irrigação. Os dados climáticos foram obtidos a partir da estação agrometeorológica localizada na Associação dos Concessionários do Distrito de Irrigação Platô de Neópolis (ASCONDIR); que forneceu também as áreas plantadas por cultura e aos volumes de água aportados mensalmente aos lotes para o ano de 2012. Foram considerados todos os 37 lotes do Distrito, com as seguintes culturas agrícolas: cana-de-açúcar (48,8%), coco (25,2%), limão (7,9%), manga (7,2%), banana (3,9%), grama (3,1%), laranja (1,6%), mandioca (1,4%), maracujá (0,6%) e mamão (0,4%). Para solos, foram obtidos valores médios relativos à granulometria (parcelas de areia, silte e argila), a partir de análises laboratoriais de amostras de solos existentes: 86,2% (Areia), 5,6% (Silte), 8,2% (Argila). Parâmetros relacionados às culturas, como Kc, foram obtidos a partir das recomendações da FAO (Allen et al., 1998). Na Tabela 1 são apresentadas as características inseridas no modelo para cada cultura, obtidas de dados de bibliografia e a partir da experiência dos gestores do distrito. O sistema de irrigação considerado foi o de microaspersão, predominante no Distrito. As informações obtidas foram inseridas no LAWS por meio de sua interface associada a um sistema de informações geográficas. Para tanto, foi utilizada uma imagem LandSat 8 datada de 2014 como base para a delimitação dos lotes, apoiada ainda pelo uso de cartas disponibilizadas pela ASCONDIR.

Tabela 1 - Dados de entrada para o módulo *Crop Types* no LAWS

<b>Cultura</b>	<b>Kc</b>	<b>Profundidade de raiz (cm)</b>
Cana-de-açúcar	0,50	35
Coco	0,85	40
Limão	0,65	50
Manga	0,71	50
Banana	1,10	40
Grama	1,15	15
Laranja	0,65	50
Mandioca	1,10	40
Maracujá	0,64	40
Mamão	0,87	40

## RESULTADOS

A Figura 2 apresenta o comportamento da precipitação total mensal e da evapotranspiração estimada a partir dos dados da estação climatológica. Observa-se que no ano de 2012, o volume de precipitações ficou concentrado de maio a setembro, sendo considerado um ano abaixo da média histórica. A ETo apresentou

variação de 90 mm a 170 mm, com os maiores valores ocorrendo em março, novembro e dezembro. Os totais anuais e médios mensais no ano de 2012 foram aproximadamente: 986 mm e 82 mm para precipitação e 1.610 mm e 134 mm para ETo. A Tabela 1 apresenta um resumo dos volumes aportados a cada lote no período e as quantidades de áreas cultivadas.

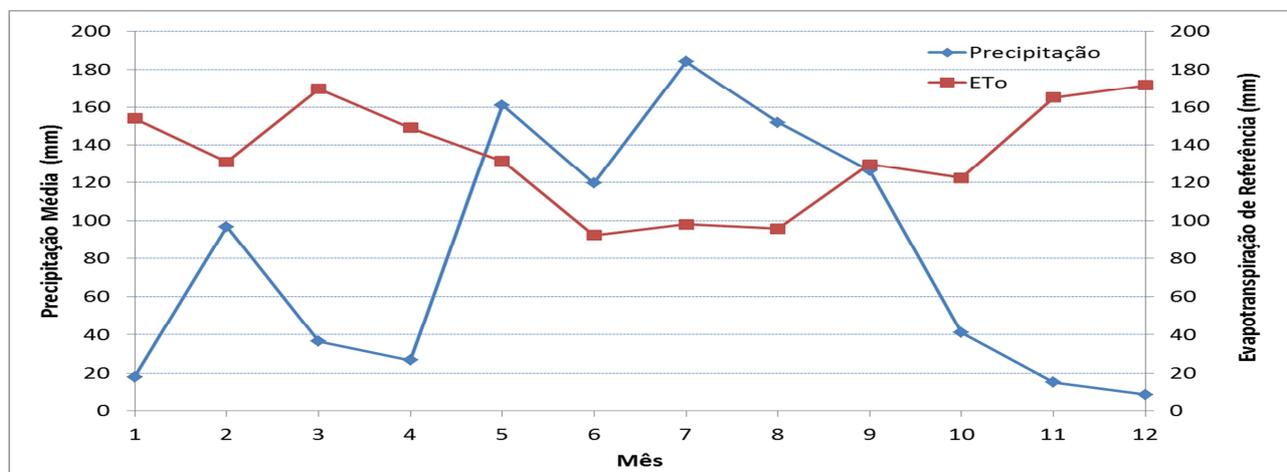


Figura 1 – Totais mensais de precipitação e evapotranspiração para o ano de 2012 no Distrito de Irrigação Platô de Neópolis

Podem ser observados que o Lote 2 apresentou o maior valor de aporte hídrico por unidade de área ( $15.018,5 \text{ m}^3/\text{ha}$ ), o que se deve à presença considerável da cultura da banana, que demanda um maior aporte hídrico. O volume de irrigação médio para o Distrito ficou em  $3.123,25 \text{ m}^3/\text{há}$ , com grandes variações entre os lotes. Estas variações já eram previstas, tendo em vista a diversidade de culturas com diferentes demandas nos lotes bem como o manejo da irrigação na região, onde, por exemplo, para o caso da cana-de-açúcar, realiza-se muitas vezes apenas “irrigação de salvação”, que pode ser comprovada pelos baixos valores nos Lotes 13 e 21, cuja cultura é apenas cana-de-açúcar. Este valor médio pode ser considerado baixo, o que pode estar relacionado também à tarifação volumétrica da água, induzindo a uma maior racionalização de uso, se comparado à tarifação por área praticada ainda em diversos perímetros públicos de irrigação (Resende et al., 2015).

A Figura 3 apresenta os resultados de saída do modelo LAWS, que estimou as demandas hídricas das culturas em cada lote, contrapostos em gráfico de barras com o aporte hídrico. Observa-se que na grande maioria dos lotes não houve um atendimento das demandas das culturas pelos volumes irrigados no ano de 2012, com exceção ao Lote 2 (banana) e Lote 29 (coco), em que os volumes fornecidos ultrapassam os demandados calculados pelo modelo, indicando um possível excesso de irrigação nestes lotes.

De forma geral, cerca de 70% dos lotes apresentaram uma relação aporte/demanda inferior a 50%, sendo que, em média este valor situou-se em 44% considerando todos os lotes avaliados. Caso sejam consideradas as áreas cultivadas como fator de ponderação, a média reduz-se a 38,7%. Estes valores ficaram próximos aos obtidos por Resende et al. (2015) em estudo similar neste local. Observa-se, por exemplo, que dentre os lotes com menores valores nesta relação, estão os que predominantemente o cultivo é a cana-de-açúcar, corroborando a observação de Resende et al. (2015) da prática comum de irrigação de salvamento

adotado para essa cultura, com a aplicação de duas ou três lâminas de 50 a 60 mm cada. Cita-se ainda a ocorrência no Distrito de lotes que cultivam a cana-de-açúcar sem aporte por irrigação.

Tabela 1 – Área plantada e volume de aporte para irrigação nos lotes no ano de 2012

<b>Lote</b>	<b>Área agrícola (ha)</b>	<b>Volume irrigação (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Volume irrigação (m<sup>3</sup>/ha)</b>
1	507	1727855	3408,00
2	40	600740	15018,50
3	260	412474	1586,44
4	144	492399	3419,44
5	150	480161	3201,07
6	114	366667	3216,38
7	120	240189	2001,58
8	47	252654	5375,62
9	240	574496	2393,73
10	294	480635	1634,81
11	122	186317	1527,19
12	298	852963	2862,29
13	298	182	0,61
14	361	759289	2103,29
15	76	38509	506,70
16	452	2001547	4428,20
17	55	125920	2289,45
18	250	822655	3290,62
19	160	315326	1970,79
20	141	565194	4008,47
21	215	4763	22,15
22	154	556942	3616,51
23	64	77300	1207,81
24	52	237300	4563,46
25	3	8245	2748,33
26	50	116241	2324,82
27	184	464402	2523,92
28	203	778436	3834,66
29	55	447529	8136,89
30	28	80611	2878,96
31	100	547362	5473,62
32	267	652138	2442,46
33	150	602645	4017,63
34	157	210966	1343,73
35	533	887595	1665,28
36	98	222094	2266,27
37	89	200286	2250,40

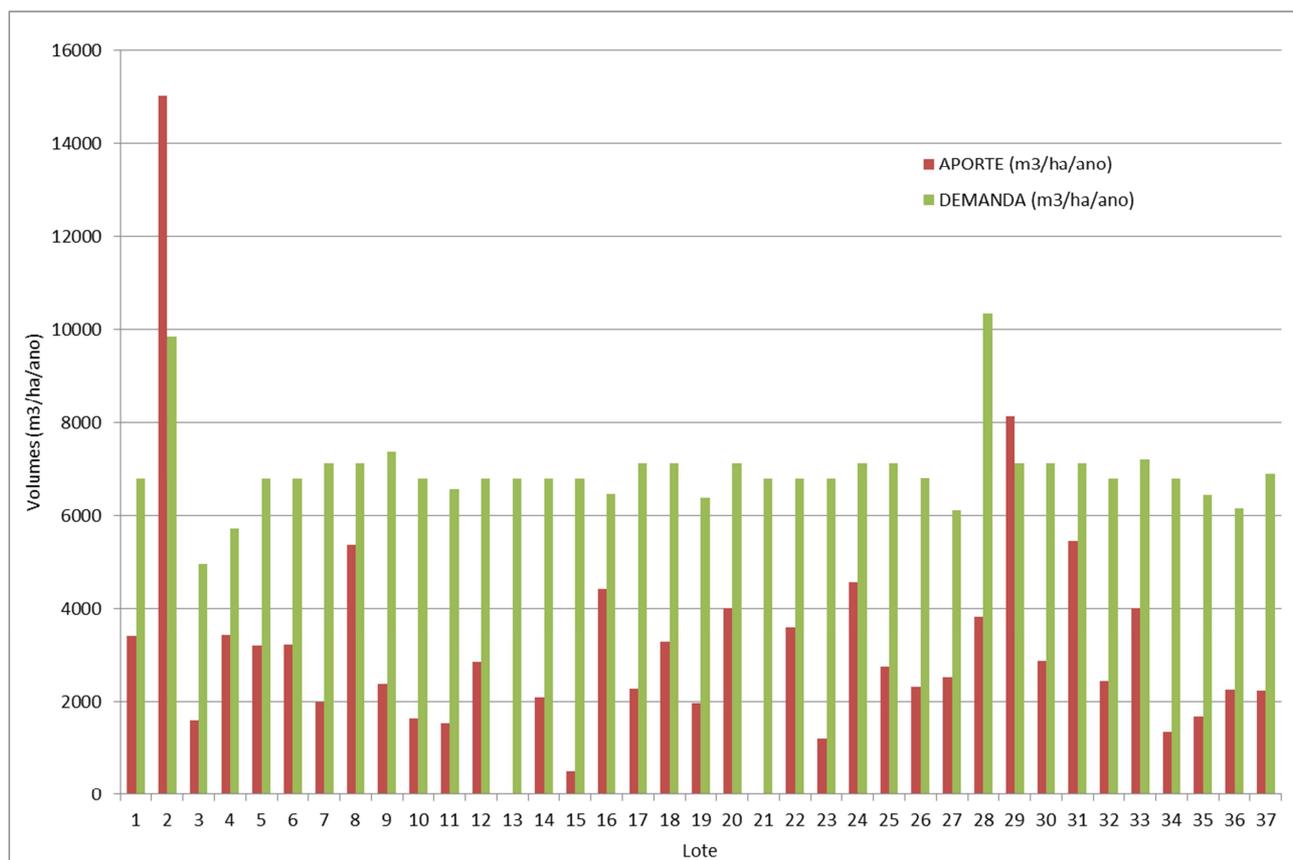


Figura 3 – Resultados da simulação com LAWS para o ano de 2012

## CONCLUSÕES

- O modelo LAWS permitiu uma avaliação da relação entre os volumes irrigados e demandados pelas culturas nos lotes para o ano de 2012;
- Os resultados apontam para uma relação entre aporte e demanda da ordem de 44% em média;
- Percebeu-se uma influência do manejo da irrigação no Distrito sobre o valor da relação aporte/demanda obtido.

## BIBLIOGRAFIA

Allen, R.G.; Pereira, L.S.; Raes, D.; Smith, M. Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements. Roma: FAO, 1998. 297 p. (FAO. Irrigation and Drainage, Paper 56).

ANA. Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www3.snirh.gov.br/portal/snirh>. Acesso em junho, 2016.

Baumhardt, R.L. , P.H. Gowda, P.D. Colaizzi, and T.A. Howell. Modeling Irrigation Management Strategies to Maximize Cotton Lint Yield and Water Use Efficiency. *Agron. J.* 101:460–468 (2009).

IICA. Análise Territorial para o Desenvolvimento da Agricultura Irrigada. Ministério da Integração Nacional. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 2015.

Paz, V. P. S., Teodoro, R.S.F., Mendonça, F.C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. *Rev. bras. eng. agríc. ambient.* vol.4 no.3 Campina Grande Sept./Dec. 2000

Resende, R.S., Amorim, J.R.A., Cruz, M.A.S. Uso da água no Distrito de irrigação Platô de Neópolis em Sergipe. In: *Anais. 25, Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem.* 2015.

Tamsey, M. Land Water Atmosphere Simulator. Description of Analytical Tools. United States Bureau of Reclamation. Disponível em: <http://www.waterplan.water.ca.gov/docs/tools/descriptions/LAWS-description.pdf> . Acesso em: 20 de Set. 2008.

Young, C. Land Water Atmosphere Simulator – Workshop Notes. US Bureau of Reclamation and Stockholm Environment Institute. Petrolina, Brasil. 2008.