

## **AVALIAÇÃO DA ENCHENTE E SECA NO BRASIL IMPLICAÇÕES PARA AS SEGURADORAS LOCAIS**

Por James Rohman - Outubro/2013



**Figura 1:** As regiões do Brasil, para referência.

# Sumário Executivo

- O clima tornou-se cada vez mais extremo e destrutivo nos últimos 15 anos no Brasil.
- Isto ocorreu ao mesmo tempo em que o Brasil experimentou um rápido desenvolvimento socioeconômico.
- A combinação entre aumento de risco e importâncias seguradas maiores faz com que seja ainda mais importante conhecer as prováveis tendências e evoluções futuras.
- Está ficando claro que as enchentes no Sudeste e a seca no Nordeste são eventos interligados.
- A maioria das enchentes em São Paulo e no Rio de Janeiro ocorre durante a estação de chuvas e durante a fase de Oscilação Sul-El Niño - OSEN.
- A precipitação extrema também está associada à presença de uma forte Oscilação de Madden–Julian – OMJ, interagindo com uma já estabelecida Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).
- OSEN pode interagir com o Sistema de Monção da América do Sul - SMAS e com a Zona de Convergência do Atlântico Sul - ZCAS para aumentar a precipitação em São Paulo e no Rio de Janeiro.
- SMAS e OSEN juntos são responsáveis por 85% dos eventos de precipitação extrema em São Paulo.
- Tanto São Paulo quanto o Rio de Janeiro são grandes ilhas de calor urbano, aumentando o potencial de precipitação nos centros urbanos e, ao mesmo tempo, a favor do vento de áreas urbanizadas.
- Medidas de previsão de OSEN, ZCAS, SMAS e OMJ podem ajudar ao considerar técnicas de atenuação de catástrofes e produtos.
- Padrões climáticos associados a mudanças no clima global estão influenciando enchentes e secas no Brasil. Por exemplo, Temperaturas da Superfície do Mar - TSMs acima da média estão associadas à criação de ZCAS.
- Estas mudanças continuarão a aumentar os eventos de precipitação extrema no Sul e Sudeste do Brasil, e a aumentar a frequência de períodos de seca e muito calor no Norte, Nordeste e Centro-Oeste do Brasil.
- Caso tais efeitos persistam, o Brasil pode esperar uma maior frequência e severidade de eventos climáticos extremos.
- A TransRe tem potencial para ajudar as seguradoras brasileiras a compreenderem melhor as implicações desses desdobramentos.

# Introdução

Nos próximos anos **o Brasil celebrará sua emergência como potência econômica global, com dois grandes eventos esportivos**, a Copa do Mundo e os Jogos Olímpicos. Estes eventos mostrarão ao mundo os rápidos avanços econômicos do Brasil. Há **também um risco de que condições meteorológicas extremas possam atrapalhar** os preparativos para os eventos, ou os eventos em si. Isto seria um exemplo bastante visível das mudanças que estão ocorrendo nos padrões climáticos do Brasil em geral, e no Sudeste do Brasil em particular.

O Brasil sempre esteve vulnerável aos padrões e ritmos climáticos. Chuvas torrenciais provocam enchentes no Sudeste, enquanto secas reduzem a produtividade agrícola no Nordeste. Para compreender as causas, a primeira seção do presente relatório resume a ciência que está por trás deste fenômeno.

Nos últimos anos **o Brasil sofreu um aumento na frequência e severidade dos eventos climáticos extremos**. Isto se deu devido à economia em desenvolvimento e distribuição demográfica, o que aumenta o impacto de eventos extremos sobre a vida e o patrimônio. Ao mesmo tempo, o impacto documentado da mudança climática tem levado a enchentes e secas mais graves. A segunda seção deste relatório resume as consequências de tais desdobramentos.

O mais provável de ocorrer. A partir de observações atuais, **enchentes no Sudeste e secas no Nordeste tendem a ficar mais graves e mais frequentes no futuro**. A terceira seção deste relatório resume as melhores previsões atuais disponíveis.

**A percepção das pessoas sobre os riscos está mudando**. Associada ao aumento da riqueza privada, esta levará ao aumento nas compras de seguros. As seguradoras brasileiras devem conhecer o impacto do perfil de risco em transformação nas suas exposições. A seção final deste relatório destaca os desdobramentos nesta área.

Condições climáticas extremas podem causar perdas e desordens extremas, porém, a ciência da climatologia ainda está se desenvolvendo, e as correlações não são totalmente conhecidas. No entanto, estamos no ramo de gerenciamento de risco, protegendo aqueles que compram seguros para suas exposições. É nosso trabalho conhecer as ligações o melhor que pudermos, e quantificá-las. Embora a sociedade possa esperar pelo melhor (assim como nós esperamos), também devemos estar preparados para o pior. Este relatório procurará **destacar as questões gerais sobre condições meteorológicas extremas, incluindo mudança climática, e informar ao público do mercado sobre as exposições específicas relativas à enchente e seca no Brasil**.

# A Ciência do Clima no Brasil

Uma série de fatores interrelacionados orientam os padrões climáticos do Brasil. A maioria das enchentes no Sudeste ocorre durante o "período de chuvas" e é **mais grave quando o El Niño ocorre**. As precipitações extremas estão associadas à interação do El Niño com o Sistema de Monção da América do Sul, e à interação da Zona de Convergência do Atlântico Sul com uma forte Oscilação Madden-Julian. Finalmente, **grandes conurbações, como por exemplo, São Paulo e Rio de Janeiro, são grandes 'ilhas de calor'**. Isto aumenta o potencial de mais chuva localizada nos centros urbanos e a favor do vento de centros urbanos.

## O Sistema de Monção da América do Sul - SMAS

Os sistemas de monções são caracterizados por reversões da direção do vento de baixo nível entre os meses de verão e inverno e por estações secas e úmidas distintas. As mudanças na direção do vento são estimuladas pelas diferenças de calor entre os oceanos e os continentes. Durante o verão, o ar nos continentes é mais quente e, em termos convectivos, mais instável do que o ar sobre as regiões oceânicas adjacentes. Conseqüentemente, existem sistemas de baixa pressão sobre a terra e sistemas de alta pressão sobre a água. Esta pressão empurra a umidade de baixo nível em direção a terra, resultando em chuva de verão. Durante o inverno, as condições mudam e prevalecem condições de seca.

Este padrão de monções sazonais é encontrado no Leste da América do Sul, no Sudoeste dos Estados Unidos/México, no subcontinente da Índia, no sul da China/Coreia/Japão, no Oeste da África Subsaariana e no Norte da Austrália. Nestas regiões, as monções são responsáveis por uma proporção significativa de eventos climáticos locais extremos.

O SMAS apresenta uma variação considerável tanto nos períodos de tempo interanual e diário, o que **gera efeitos prolongados sobre precipitação e seca**. Devido à topografia acentuada perto da costa do Sudeste do Brasil, chuvas fortes resultam, muitas vezes, em enchentes desastrosas, perda de vida, e danos ao patrimônio e à infraestrutura. Este registro é importante porque tanto o Rio de Janeiro quanto São Paulo estão sob a influência do SMAS. O SAMS é, sem dúvida, o aspecto climático mais importante da América do Sul, por se caracterizar por sazonalidade pronunciada na precipitação. A principal característica do SMAS é o aumento da atividade convectiva na América do Sul tropical, que normalmente inicia em outubro-novembro, se desenvolve completamente em dezembro-fevereiro, e termina no final de abril ou início de maio. Na verdade, o SMAS age como um grande cinturão transportador para fazer chover desde o Sul da Amazônia até todo o Sudeste do Atlântico Sul. Este sistema de baixa pressão extrema ajuda a definir o padrão austral de precipitação.

## A Oscilação Sul-El Niño - OSEN

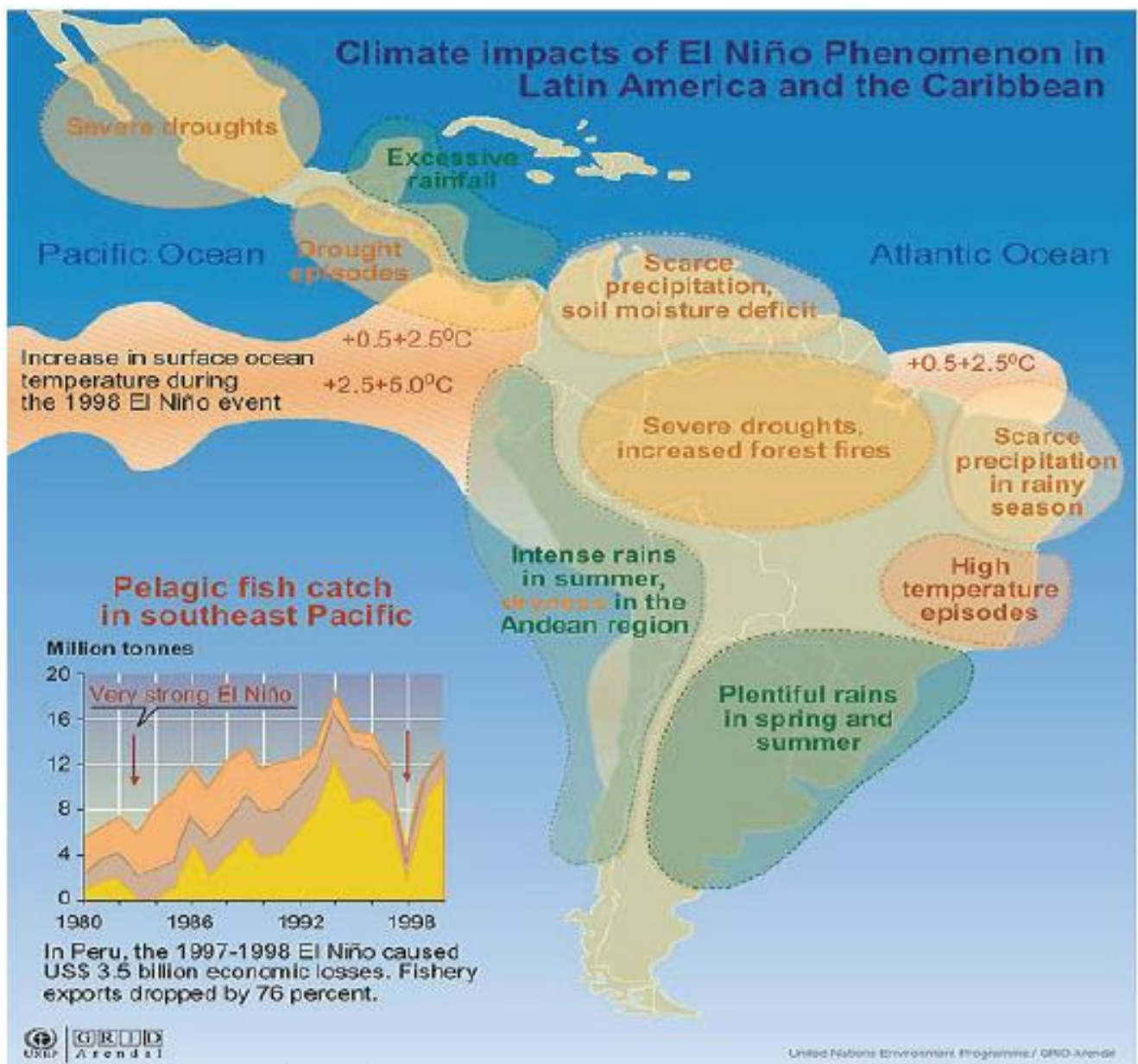
A oscilação entre as condições El Niño e La Niña é hoje bem conhecida pelo público em geral. **Em ciclos de 2-5 anos, o El Niño provoca mais chuva no Sudeste do Brasil durante a primavera e o verão.** Em caso de Zona de Convergência Intertropical - ZCIT, os efeitos são intensificados entre março e abril. O extremo Sul do Brasil experimenta chuvas excessivas. Isto é importante devido à localização de São Paulo e do Rio de Janeiro. No Norte, o El Niño tem o efeito oposto, provocando temperaturas altas e dias mais secos consecutivos que levam à seca e a incêndios. O Nordeste do Brasil continuará enfrentando grandes secas ou então períodos chuvosos. A região Centro-Oeste também enfrentará um clima seco. A Figura 2 apresenta os diferentes impactos do fenômeno climático El Niño.

## A Zona de Convergência do Atlântico Sul - ZCAS

A ZCAS é uma cadeia alongada das nuvens, precipitação e ventos convergentes orientados em uma linha Noroeste/Sudeste que se estende do Sudeste do Brasil ao Oceano Atlântico. A ZCAS é um cavado de monção. **Ao longo de seu eixo, padrões de chuva pesada podem ser encontrados, ajudando a formar florestas tropicais e zonas de precipitação extrema.** A ZCAS é um sistema temporário, e pode nem sempre estar presente durante o verão. Se manifesta em aspectos alternados em vento e precipitação (conceito: oscilação) entre os trópicos e subtropicais. Quando presente e altamente convectiva, a ZCAS tende a ancorar entre Minas Gerais e Rio de Janeiro, afetando também São Paulo e Curitiba. Estar sob a influência de uma monção significa que a umidade e a precipitação devem aumentar durante o verão. No entanto, descobrimos que até mesmo quando a ZCAS não está presente, o Sudeste do Brasil pode enfrentar precipitação convectiva devido ao aumento da umidade e do calor na atmosfera. Isto pode ser devido à Oscilação Madden-Julian e ao Dipolo do Atlântico Sul.

## Oscilação Madden-Julian - OMJ

A OMJ é uma faixa de baixa pressão que se desenvolve no Oceano Índico, no Leste da Somália e no Sul da Índia. Este sistema altamente convectivo passa pelo Leste, ocasionando chuva no Sri Lanka, em Cingapura, na Malásia, no Sudeste da Ásia, nas Filipinas e na Austrália antes de morrer lentamente no Oeste do Oceano Pacífico. A OMJ influencia o clima no Brasil de duas maneiras. Em primeiro lugar, a presença de um sistema de baixa pressão em outras partes na atmosfera pode ter o efeito de puxar o ar seco para o Brasil, levando à seca. Em segundo lugar, a onda pode continuar a viajar do Leste em direção à América do Sul, mas de uma forma reduzida. Isto terá o efeito de trazer baixa pressão e precipitação para o Brasil. **Eventos de enchente extrema, como por exemplo as cheias de 2011 no Rio de Janeiro, têm sido associados a uma forte OMJ interagindo com uma ZCAS já estabelecida.**



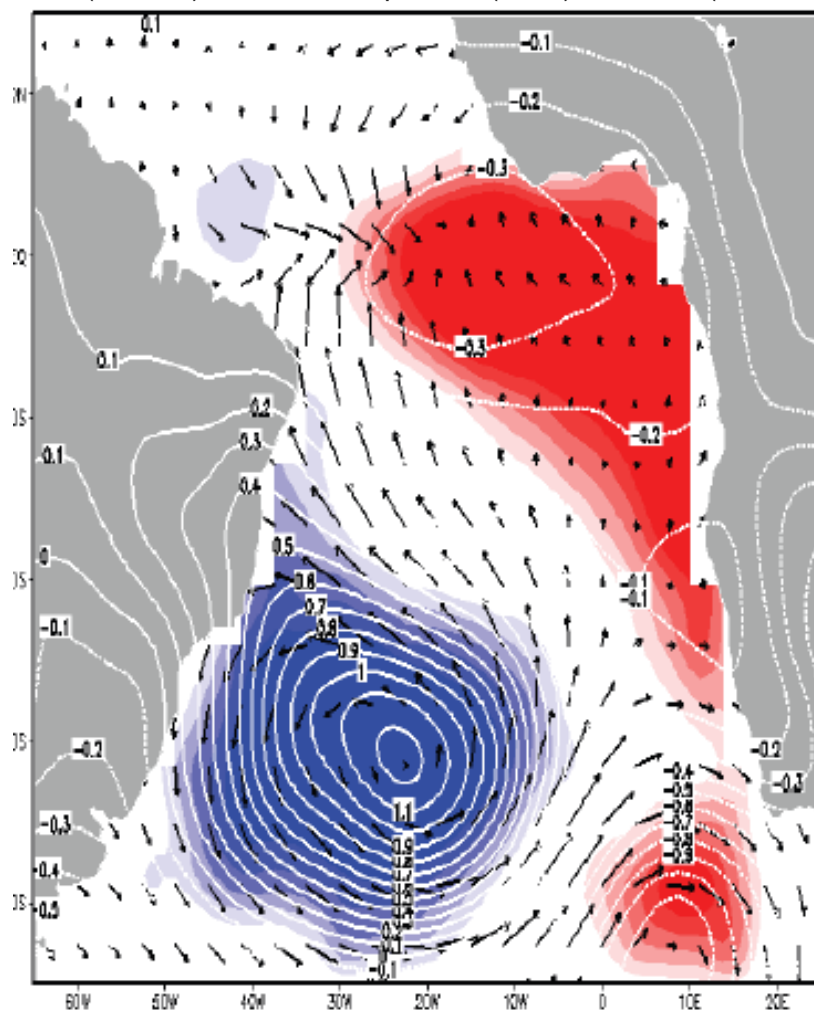
Fontes: IPCC 2001, FAO 2002, UNEP 2003

Figura 2: Os impactos climáticos do fenômeno El Niño na América do Sul.

## Dipolo do Atlântico Sul - DAS

Um influenciador definitivo das condições climáticas do Brasil é o DAS. O termo 'dipolo' refere-se ao aquecimento diferente em uma massa de água. Neste exemplo refere-se à diferença nas Temperaturas da Superfície do Mar - TSM entre as águas da costa Oeste da África e Leste da América do Sul. Um evento de **DAS 'negativo'** (anomalias de TSM negativa na costa da África, anomalias de TSM positiva no Leste da América do Sul) **está associado a padrões de precipitação extrema no Leste da América do Sul e, particularmente, a chuvas pesadas no Sudeste do Brasil**. Um evento de DAS 'positivo' resulta em baixa precipitação no Sudeste do Brasil e em aumento de precipitação no Norte/Nordeste do Brasil.

TSM (sombra), ventos na superfície (vetor) & PMNM (contorno)



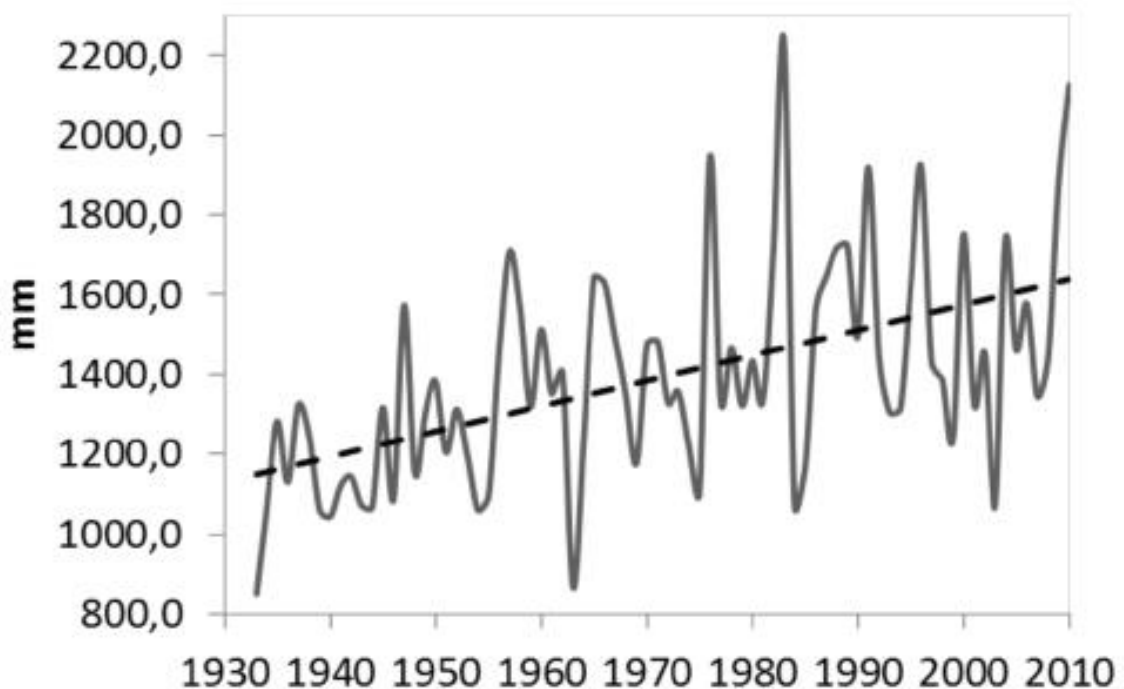
**Figura 3:** Um evento de DAS positivo, mais quente do que a média das TSMs na costa da África, e mais frio do que a média das TSMs na costa da América do Sul. Isto resulta em precipitação maior do que a média na África, e menor do que a média de precipitação no Sudeste do Brasil.



## Enchentes e a ZCAS/OSEN

Sabemos que a ZCAS, quando presente, ajuda a determinar a precipitação anual e, particularmente, eventos de precipitação extrema no Sudeste do Brasil, aumentando a atividade convectiva. De acordo com Carvalho et al (2002), os eventos extremos são definidos quando 20% ou mais de um total climatológico sazonal naquele local cai em um dia (chuvas, geada ou neve). Durante o período de estudo coberto por Carvalho, houve **43% de eventos mais extremos em anos quentes, revelando a força do sistema El Niño** para fazer chover no Sudeste do Brasil. **Cerca de 65% dos eventos de precipitação extrema estavam, de forma significativa, correlacionados com atividade intensa em ZCAS/SMAS**, enquanto 35% dos eventos não tinham correlação com atividade ZCAS/SMAS.

Isto sugere duas coisas: em primeiro lugar, que **a forte atividade em ZCAS/SMAS provoca aumento de convecção e precipitação**, levando a possíveis enchentes em São Paulo e no Rio de Janeiro. Previsões do local e da força de ZCAS/SMAS durante o verão austral podem ajudar a reduzir custos com enchente, antecipando os possíveis locais das cheias; em segundo lugar, que **35% dos eventos extremos não são explicados por ZCAS/SMAS**. É mais provável que a variabilidade desconhecida seja explicada pela presença da OMJ e do DAS, porém, é necessário realizar mais pesquisas para que isto possa ser afirmado de forma definitiva.



**Figura 4:** (Carvalho et al) revelando que a precipitação anual em São Paulo aumentou uma média de 5,5 milímetros por ano nos últimos 80 anos.

# O Impacto da Variabilidade Climática até a Presente Data

Variações climáticas significativas em comparação com a média ocorrem diariamente, semanalmente, mensalmente ou anualmente. Em se tratando de atividade humana, as mais importantes são as de curto prazo (dia-a-dia) e médio prazo (ou seja, o impacto das temperaturas médias na época de cultivo).

Tais variações em comparação com a média ocorrem naturalmente (por exemplo, El Niño/La Niña). Elas também são afetadas pela atividade humana. Em termos locais, o desmatamento próximo às cidades pode acelerar o fluxo de água e aumentar as enchentes durante chuvas fortes. A construção em regiões sujeitas às enchentes aumenta as perdas econômicas. Um aumento global em dióxido de carbono na atmosfera está elevando as temperaturas terrestres registradas, mesmo quando a quantificação exata da correlação ainda está para ser estabelecida.

Qualquer que sejam suas causas, as variações climática/extremos climáticos estão tornando-se mais destrutivos. Além das enchentes e secas (ver a seguir), eventos extremos, tais como ventos fortes, furacões e ressacas, estão afetando o Brasil de formas não previstas anteriormente e revelam que mudança climática não é apenas uma questão de aumento das temperaturas: trata-se de clima intenso, anômalo, de todos os tipos.

## Eventos Extremos

O quadro a seguir resume os eventos climáticos extremos que afetaram o Brasil desde 2000 e o impacto social e econômico de cada um.

### Secas - Nordeste do Brasil

A seca no interior do Nordeste do Brasil (sertão) está ligada ao El Niño – o aumento das TSMs na costa do Peru influencia a circulação atmosférica evitando a precipitação e prolongando a estação sem chuva para uma seca prolongada.

**A seca de 2005 foi considerada um evento 1 em 100 na época**, porém, a década de 2010 foi significativamente pior: o nível do rio Amazonas foi o mais baixo em 50 anos, e 20 municípios do estado do Amazonas declararam estado de emergência, uma vez que seus afluentes secaram. O nível do Rio Negro chegou ao seu nível mais baixo desde que foram iniciados os registros no ano de 1902. Incêndios se espalharam por toda a floresta. O El Niño no início do verão foi intensificado pelo La Niña e **reduziu a produção agrícola em 30% (US\$9B), prejudicou as pastagens e o abastecimento de água. A seca de 2005 é considerada atualmente um evento 1 em 20.**

## **Enchentes - Nordeste do Brasil**

As enchentes e os deslizamentos de terra de 2009 foram os piores em 20 anos. Chuvas excepcionalmente intensas estavam associadas a um evento do La Niña e TSMs altas no Atlântico Sul que favoreceram a formação de um cinturão convectivo de baixa pressão, a Zona de Convergência Intertropical - ZCIT. Ventos quentes e úmidos trouxeram massas de nuvem que causaram chuvas mais pesadas do que o normal. A ZCIT, que em geral deixa a região em março, continuou até maio, permitindo que o sistema de umidade de baixa pressão ocasionasse chuva no Nordeste do Brasil.

Groisman et al (2005) e Marengo et al (2009) encontraram aumentos de precipitação pesada e aumentos na frequência de eventos de precipitação extrema. Carvalho et al (2004) identificaram uma correlação entre eventos de chuva e seca extremas e a Oscilação Sul-El Niño - OSEN interanual no Nordeste e Sudeste do Brasil. As mudanças nos padrões de precipitação significam que o Nordeste do Brasil costuma ser mais seco, aumentando o risco de incêndios e reduzindo os recursos hídricos e, em última análise, a produção agrícola.

## **Outros eventos climáticos extremos - Furacão Catarina de 2004**

O furacão Catarina foi o primeiro ciclone tropical registrado a atingir o Brasil, tendo causado prejuízos econômicos da ordem de **US\$425 milhões em Santa Catarina**, quando tocou a terra. A evolução e o impacto do Catarina surpreenderam tanto os meteorologistas quanto os pesquisadores. Embora grandes agrupamentos (clusters) convectivos não tenham sido identificados com frequência sobre o Atlântico Sul, nenhum sistema de força do furacão na era do satélite foi registrado na região. O Catarina se desenvolveu a partir de condições excepcionalmente favoráveis do Atlântico Sul: **os níveis elevados normais de cisalhamento vertical do vento que inibem a formação de tais sistemas no Atlântico Sul não estavam presentes.**

| Ano  | Mês     | Evento   | Detalhes   | Perda Econômica Estimada | Perda Segurada Estimada | População Afetada |
|------|---------|----------|--|--------------------------|-------------------------|-------------------|
| 2000 | Ago-Set | Chuva    | 3-7 vezes a precipitação normal diária.  | ---                      | A determinar            | 87.000            |
| 2001 | Dez-Mai | Seca     | Seca durante a estação normal de chuvas. Provoca falta de energia devido à redução da energia hidrelétrica.  | \$26 Bilhões             | A determinar            | 1.000.000         |
| 2002 | Dez-Mai | Seca     | Seca persistente durante a estação normal de chuvas. Falta de energia.   | ---                      | A determinar            | A determinar      |
| 2003 | Jan     | Enchente | Chuva torrencial e seca nos estados do Nordeste.   | \$.25 Bilhão             | A determinar            | 206.000           |
| 2004 | Dez-Fev | Enchente | Grandes enchentes em janeiro nos estados do Nordeste.  | \$0,3 Bilhão             | A determinar            | 5.000             |
| 2005 | Dez-Mar | Seca     | Pior em 60 anos, nível mais baixo do Amazonas em 30 anos, o Sul do Brasil experimentou graves impactos na agricultura e desabastecimento de água.  | \$1,7 Bilhão             | A determinar            | 200.000           |
| 2006 |         | Seca     | Região Sul do Brasil experimentou condições de seca com perdas em torno de 11% na produção de soja.  | ---                      | A determinar            | 1.000.000         |
| 2007 | Jan     | Enchente | Chuva pesada e enchente.   | \$0,1 Bilhão             | A determinar            | 200.000           |
| 2008 | Nov     | Enchente | Chuva pesada & enchente resultaram em 84 fatalidades, a pior tragédia climática da região de Santa Catarina. Registrados mais de 500 mm de chuvas, incluindo mais de 200 mm em 24 horas.   | \$0,4 Bilhão             | A determinar            | 1.500.000         |
| 2009 | Abr     | Enchente | Chuvas torrenciais causaram enchentes e deslizamentos de terra.  | \$0,5 Bilhão             | A determinar            | 1.900.000         |
| 2009 | Nov     | Enchente | Várias tempestades torrenciais afetaram a região Sul do Brasil, produzindo registros diários e mensais de precipitação.  | \$0,6 Bilhão             | A determinar            | 1.200.000         |
| 2010 | Jul-Set | Seca     | Pior seca em quatro décadas no Norte e Oeste da Amazônia.  | ---                      | A determinar            | 62.000            |
| 2010 | Abr     | Enchente | No Rio de Janeiro, 279 mm de chuvas caíram em um período de 24 horas, o evento de chuva mais pesado registrado em 48 anos.   | \$0,1 Bilhão             | A determinar            | 100.000           |
| 2011 | Jan     | Enchente | Grave enchente no estado do Rio de Janeiro, causando 902 mortes. 300 mm de chuva caíram em poucas horas na região mais afetada. A chuva estava associada às TSMs mais quentes registradas e à Zona de Convergência Subtropical – ZCST. | \$1,2 Bilhão             | A determinar            | 1.200.000         |
| 2013 |         | Seca     | Em algumas áreas no Nordeste do Brasil não choveu durante mais de um ano. Uma das secas mais expressivas nos últimos 50 anos. Possíveis perdas na agricultura.   | \$8,3 Bilhões            | <\$1 Bilhão             | A determinar      |

**Quadro 1: Eventos recentes de enchente e seca extremas no Brasil.**

# Impacto Futuro da Variação Climática (Projeções e Previsões)

O Brasil tende a estar sujeito a alterações climáticas significativas no futuro, o que provavelmente agravará tanto a frequência quanto a severidade de eventos extremos. Um estudo de 2008, que incluiu a **seca de 2005**, a revisou passando de um evento **1 em 100 para 1 em 20** e continuou a projetar o aumento da frequência climática extrema com aumento das condições atmosféricas de CO<sub>2</sub>, resultando **no mesmo evento que passa de um evento 1 em 2 até 2025, e em seguida um evento 9 em 10 anos até 2060**. Tais secas extremas frequentes afetarão seriamente a produção agrícola.

É importante ressaltar que atualmente não há consenso entre os modelos para mostrar as tendências de evolução de precipitações extremas em várias regiões do Brasil. Portanto, podemos apresentar apenas os possíveis impactos em cada região:

## Região Norte/Amazônia

Períodos mais frequentes de seca no Leste da Amazônia (condições para maior propagação de incêndios florestais) e chuvas intensas no Oeste da Amazônia. Uma medida, o Índice Padronizado de Precipitação (IPP), usado por Li et al (2008), mostrou uma queda de 0,32 por década entre 1970 e 1999 nos estados do Pará, Maranhão, Amazonas, Tocantins, Mato Grosso, Goiás e Rondônia. A tendência negativa observada foi explicada pela força antropogênica externa, e não pela variabilidade natural. Isto significa que as emissões humanas são um fator que contribui para o aumento da estiagem, e se continuarem, o IPP, provavelmente, se tornará mais negativo. Neste caso, a **região da Amazônia pode esperar eventos mais frequentes e/ou de seca mais intensa, levando a incêndios florestais, e agravando as condições para produção agrícola**.

## Nordeste do Brasil

Períodos mais frequentes de seca, níveis altos de evaporação/baixos de umidade do solo afetarão os níveis dos rios e reservatórios - **possível aridificação/desertificação da região semiárida**. Secas futuras estão associadas à menor precipitação na região da Amazônia.

## Centro-Oeste do Brasil

**Maior frequência de eventos de chuvas intensas e períodos de seca.** Altas taxas de evaporação e menor umidade do solo afetarão negativamente a agricultura e a geração de energia hidrelétrica. Erosão do solo devido à alta temperatura, períodos de seca intensa e chuvas fortes podem provocar mais deslizamentos de terra.

## Sudeste do Brasil

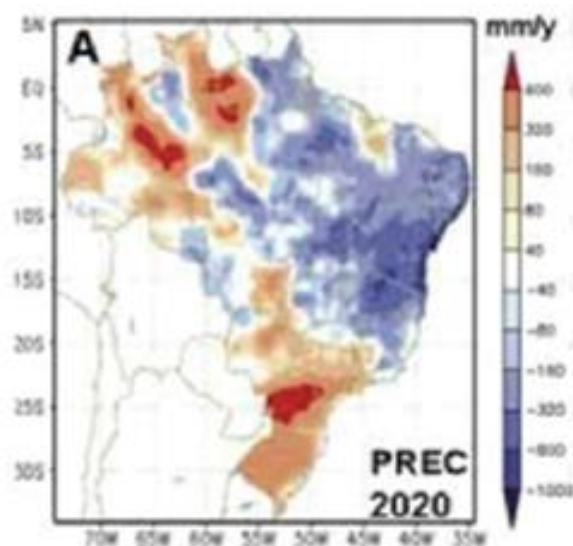
Maior frequência de eventos de precipitação intensa. **Isto é expressivo devido às duas maiores áreas metropolitanas do Brasil, Rio de Janeiro e São Paulo.** Ambas têm populações que estão crescendo em ~1,1% ao ano. Ambas as cidades apresentam altos níveis de urbanização nas montanhas que as circundam. A água que não é absorvida pelo solo corre por sobre o concreto, o cimento e as pedras, inundando elevações mais baixas e resultando em enchentes repentinas mais frequentes durante eventos de precipitação extrema.

Isto explica os deslizamentos de terra e as enchentes durante as cheias de 2011 em São Paulo e as de 2012 no Rio. As cheias repentinas são, particularmente, destrutivas em São Paulo quando o Rio Tietê transborda e inunda as áreas adjacentes.

Os padrões de chuva localizada nas duas cidades são parcialmente explicados pelo **'efeito da ilha de calor'**, um termo usado para descrever como áreas construídas são mais quentes do que áreas rurais próximas. **Regiões urbanas formam 'ilhas' de temperatura mais alta** do que as áreas vizinhas, **muitas vezes 13°-16°F mais alta.** A NASA descobriu que isto pode causar **mais chuvas de verão sobre tais ilhas de calor e a favor do vento (downwind)**, explicando a chuva extrema nas cidades, mas não em áreas próximas.

## Sul do Brasil

Maior frequência de eventos de chuva intensa. O aumento na precipitação e a alta evaporação devido a períodos de seca podem afetar a agricultura.



**Figura 5:** Alteração projetada de precipitação até 2020, com a cor azul indicando condições de mais seca e vermelho condições mais úmidas.

A Figura 5 apresenta a estimativa de que o Sul do Brasil e o Oeste da Amazônia experimentarão um aumento na precipitação até 2020, enquanto são esperadas menos precipitação no Sul e no Centro da Amazônia, no Centro-Oeste do Brasil, e na maior parte do Nordeste do Brasil. Devem ocorrer aumentos na frequência de períodos de seca no Leste da Amazônia e em partes do Nordeste do Brasil, enquanto o número de dias consecutivos de chuva tende a diminuir na maior parte do Nordeste do Brasil, no Centro-Oeste do Brasil, e no Oeste e Sul da Amazônia. **A frequência e intensidade de eventos extremos de chuva devem aumentar no Sul e Sudeste do Brasil**, e em um grau um pouco menor no Oeste da Amazônia e na região costeira do Leste da Amazônia e na região do Nordeste setentrional.

Isto sugere possíveis, porém esporádicas, enchentes nestas áreas. As projeções para 2020 revelam que precipitações extremas e totais tendem a aumentar no Oeste da Amazônia e no Sul e Sudeste do Brasil, e todas as outras regiões mostram reduções na precipitação extrema. Projeções de 2030 revelam reduções na precipitação total e no número de dias úmidos na América do Sul tropical, com uma tendência para aumento da precipitação extrema no Oeste da Amazônia e Sul e Sudeste do Brasil. A redução projetada de precipitação extrema está coerente com o aumento no número projetado de dias secos consecutivos.

## **Previsão do Tempo a Curto Prazo (2013-2014)**

**As últimas projeções de OSEN, feitas pelo Climate Prediction Center no National Oceanic Atmosphere Administration (NOAA) / National Weather Service (NWS) em 23 de setembro de 2013 sugerem que devemos esperar condições de OSEN-neutra durante toda a Primavera de 2014.** De julho a outubro de 2012, as TSMs acima da média foram evidentes na maior parte do Oceano Pacífico Equatorial. Durante janeiro e fevereiro de 2013, TSMs abaixo da média foram observadas na metade Leste do Pacífico. Recentemente, TSMs equatoriais estiveram perto da média no Centro/Oeste do Pacífico e abaixo da média no Leste do Pacífico. No Pacífico Equatorial, o nível baixo de ventos permaneceu perto de média, enquanto o nível mais elevado de fracas anomalias no Oeste persistiu no Centro do Pacífico. A convecção manteve-se alta na Indonésia, e foi contida de forma fraca perto da Linha Internacional de Mudança de Data. No conjunto, todas essas condições atmosféricas e oceânicas apresentam coerência com a OSEN-neutra.

Dada a previsão da OSEN-neutra, podemos esperar pouco ou nenhum efeito do tipo OSEN nos padrões climáticos do Brasil ao longo dos próximos meses.

## **Índices Climáticos**

É claro que a Oscilação Sul-El Niño pode tanto precipitar eventos climáticos extremos quanto aumentar o clima pré-existente agravando as condições. **A presença do El Niño está, indiscutivelmente, associada à seca e a incêndios florestais no Nordeste do Brasil, e ligada à precipitação intensa no Sul/Sudeste do Brasil.**

A variabilidade das chuvas de verão na América do Sul é parte integrante da resposta do clima global à OSEN. Uma mudança climática mais acentuada revelada nos modelos climáticos tende a apresentar atividade hidrológica mais ativa, com mais precipitação na média. A OSEN pode agir para intensificar este fenômeno.

Um sistema de monção distinto é responsável na região de precipitação desde o Sudeste da Amazônia até o Rio de Janeiro e São Paulo. **A OMJ também está associada à seca e precipitação na América do Sul tropical.**

Previsões completas dos ciclos SMAS, ZCAS, e OSEN podem nos ajudar a compreender como o clima global pode mudar a cada ano.

## **Implicações para as Seguradoras (Modelos & Exposições)**

Modelos climáticos eficientes exigem simulação precisa de OSEN, SMAS, ZCAS, OMJ e DAS. Os modelos atuais conflitam, principalmente, com OMJ.

Melhorar os modelos climáticos regionais é extremamente importante tendo em vista a perspectiva do aumento da frequência e severidade de condições climáticas extremas. Se a seca de 2005 já é considerada um evento 1 em 20, não 1 em 100 conforme inicialmente previsto, e se ela se tornar um evento 1 em 2 anos até 2025 e um evento 9 em 10 anos até 2060, o Brasil então sofrerá reduções na produção agrícola e industrial.

A indústria de seguros no Brasil deve estar totalmente preparada para o impacto financeiro de tais desdobramentos. Em termos de exposição a desastres naturais e vulnerabilidade às desordens econômicas derivadas de eventos climáticos, o Brasil se compara ao Japão. No entanto, **com um nível de penetração dos seguros de cerca de 1,5% do PIB, e a probabilidade de que perdas seguradas decorrentes de riscos tais como enchente, aumentarão de forma expressiva em um futuro próximo, as seguradoras privadas no Brasil devem gerenciar suas exposições com muita cautela caso elas contribuam ativamente para a recuperação da economia depois de tais eventos.** Quanto maior a penetração dos seguros, mais apoio as seguradoras propiciarão.

### **Como a TransRe Pode Fazer A Diferença**

Podemos ajudar de várias maneiras. Trabalhamos com clientes e corretores para desenvolver o programa de resseguro certo, a fim de proteger balanços e demonstrações de resultado. Estamos trabalhando para entender as mudanças que conduzem ao aumento de eventos climáticos extremos, e para incorporar medidas preventivas de OSEN, ZCAS, SMAS e OMJ nos cálculos de resseguro. O mesmo estudo pode ser utilizado pelas seguradoras para o treinamento de atenuação de catástrofe e produtos para clientes locais. O mesmo é verdadeiro em relação ao mapeamento dos Sistemas de Informações Geográficas – SIG, para identificar



os pontos críticos do risco de enchente em São Paulo, no Rio de Janeiro e em todo o Brasil por meio de mapeamento geoespacial. Considerando que os senhores levem em conta sua resposta a esses desdobramentos, nós continuaremos a estudar e acompanhar os dados científicos mais recentes e suas implicações. Estamos trabalhando no mapeamento do SIG com o intuito de desenvolvermos mapas relativos ao perigo do risco de enchente, e investigando o cisalhamento vertical do vento na Bacia do Atlântico Sul, uma possível fonte de futuros furacões. Nosso estudo é realizado em combinação com o trabalho elaborado por órgãos governamentais e privados para desenvolver mais modelos climáticos regionais abrangentes que incorporem todos os índices climáticos pertinentes e todos os riscos de exposição atualizados.

# Glossário

**Antropogênico** - Causado ou produzidos por seres humanos.

**Austral** - Sul (hemisfério).

**Convecção** - Transporte vertical de propriedades atmosféricas, muitas vezes resulta em precipitação.

**El Niño** - Fase anormalmente quente do ciclo OSEN.

**Oscilação Sul-El Niño - OSEN** - O ciclo de 2-5 anos no Oceano Pacífico entre condições El Niño e La Niña que afetam 60% do clima global.

**Sistemas de Informações Geográficas – SIG** - Captura, armazena, analisa e apresenta todos os tipos de dados geográficos. Usados no mapeamento de risco de enchente.

**Furacão Catarina** - (Março/2004), o primeiro ciclone tropical registrado a bater no solo na Bacia do Atlântico Sul.

**Zona de Convergência Intertropical - ZCIT** - Círculo máximo (ou grande círculo) próximo ao equador, onde ventos alísios se encontram, causando tempo calmo estagnado e tempestades violentas.

**La Niña** – Fase anormalmente fria do ciclo OSEN.

**Oscilação Madden-Julian - OMJ** - Maior parte de variabilidade intrasazonal (30-90 dias) na atmosfera tropical. Viaja para o Leste desde o Oceano Índico.

**Zona de Convergência do Atlântico Sul – ZCAS** – Eixos alongados das nuvens e ventos convergentes do Noroeste-Sudeste. Cobre o Sudeste do Brasil no Atlântico. Cavado de monção, que traz padrões altamente convectivos para o Sudeste do Brasil.

**Dipolo do Atlântico Sul - DAS** - Padrão de TSM decenal que afeta a dinâmica do clima na costa Leste da América do Sul (e costa Oeste da África).

**Sistema de Monção da América do Sul - SMAS** – A inversão sazonal do vento acompanhada pelas respectivas mudanças na precipitação na América do Sul. A maioria dos efeitos diversos é vista no Sudeste do Brasil.

**Índice Padronizado de Precipitação – IPP** - Uma medida da seca que utiliza estatísticas sobre falta de chuva.

**Subtropical** - Zonas geográficas e climáticas localizadas entre o círculo trópico de latitude e o 35º paralelo em cada hemisfério. Regiões subtropicais têm diferentes estações de chuva no verão.

**Ilha Urbana de Calor** - Área metropolitana que é significativamente mais quente do que suas áreas rurais adjacentes devido a atividades humanas.

**Cisalhamento do Vento** - A taxa na qual as mudanças de velocidade do vento de um ponto a outro em uma determinada direção. Alto cisalhamento vertical do vento resulta em menor probabilidade de fortes ciclones tropicais.

# Bibliografia

**Bombardi et al (2012).** 'Precipitation over eastern South American and the South Atlantic Sea surface temperature during neutral ENSO periods'.  
<http://adsabs.harvard.edu/abs/2013CIDy..tmp..273B>.

**Silva Dias et al (2012).** 'Changes in extreme daily rainfall for Sao Paolo, Brazil'.  
<http://sic2011.com/sic/arq/18954207364931895420736.pdf>

**Carvalho et al (2002).** 'Extreme precipitation events in Southeastern South America and Large-Scale convective patterns in the South Atlantic Convergence Zone'.  
[http://meteo.edu.vn/dhkhtn/stores/files/0907\\_Tailieu\\_CuaLo/TLTK/Extreme%20Precipitation%20Events%20in%20Southeastern%20South%20America%20and%20Large-Scale%20Convective%20Patterns%20in%20the%20South%20Atlantic%20Convergence%20Zone.pdf](http://meteo.edu.vn/dhkhtn/stores/files/0907_Tailieu_CuaLo/TLTK/Extreme%20Precipitation%20Events%20in%20Southeastern%20South%20America%20and%20Large-Scale%20Convective%20Patterns%20in%20the%20South%20Atlantic%20Convergence%20Zone.pdf)

**Marengo et al** patrocinados pelo Lloyds. 'Climate Change and Extreme Events in Brazil'.  
<http://www.lloyds.com/~media/lloyds/reports/360/360%20climate%20reports/fbdsreportonbrazilclimatechangeenglish.pdf>

**Kunzler, M. (2011).** 'Climate Guide Change in Brazil'.  
[http://www.breadforall.ch/fileadmin/deutsch/2\\_Entwicklungspolitik\\_allgemein/B-Klima/Guide%20CC%20Brasil\\_Maerz%202011\\_Marion%20Kuenzler.pdf](http://www.breadforall.ch/fileadmin/deutsch/2_Entwicklungspolitik_allgemein/B-Klima/Guide%20CC%20Brasil_Maerz%202011_Marion%20Kuenzler.pdf)

**Wilby, R.** patrocinado pelo Tearfund. (2008). 'A review of climate change scenarios for northeast Brazil'.  
[http://www.worldwaterweek.org/documents/WWW\\_PDF/Resources/2009\\_WnC/Brazil-SS\\_Technical\\_Briefing\\_R\\_Wilby.pdf](http://www.worldwaterweek.org/documents/WWW_PDF/Resources/2009_WnC/Brazil-SS_Technical_Briefing_R_Wilby.pdf)

# Contatos

Para discutir qualquer assunto deste relatório, favor entrar em contato com:

**James Rohman**  
Global Catastrophe Management  
T: 1 (212) 365 2438  
E: [jrohman@transre.com](mailto:jrohman@transre.com)

Para discutir as implicações deste relatório, e suas necessidades de resseguro em resposta, favor entrar em contato com:

**Javier Vijil P**  
Presidente, América Latina  
T: 1 (786)-437-3901  
E: [jjvil@transre.com](mailto:jjvil@transre.com)

**Paulo Pereira**  
Gerente Geral, Brasil  
T: +5521-2127-2701  
E: [ppereira@transre.com](mailto:ppereira@transre.com)

## Direitos Autorais e Aviso Legal

O material e as conclusões contidas neste relatório são apenas para fins de informação e os autores não oferecem nenhuma garantia quanto à integridade de seu conteúdo. As afirmações contidas neste relatório podem fornecer expectativas atuais de eventos futuros com base em determinados pressupostos. Estas declarações envolvem riscos conhecidos e desconhecidos, incertezas e demais fatores que não estão esgotados. Os autores deste relatório não têm obrigação de revisar ou atualizar quaisquer declarações, seja como resultado de novas informações, eventos futuros ou não, e em hipótese alguma a Transatlantic Reinsurance Company ou qualquer de suas afiliadas ou seus empregados são responsáveis por qualquer dano e prejuízo financeiro que decorram do uso da informação relativa a este relatório.

### Sobre a TransRe

TransRe é o nome comercial da Transatlantic Holdings, Inc. e suas subsidiárias (incluindo Transatlantic Reinsurance Company). A TransRe, integralmente de propriedade de Alleghany Corporation (NYSE-Y), é uma empresa de resseguro sediada em Nova Iorque com operações no mundo inteiro. Desde 1978 a TransRe vem oferecendo aos seus clientes capacidade, experiência e criatividade necessárias para estruturar programas em todo o espectro de riscos de propriedade e responsabilidade.

Visite [www.transre.com](http://www.transre.com) para informações adicionais.

© 2013 Transatlantic Reinsurance Company. Todos os direitos reservados.

### Transatlantic Reinsurance Company

80 Pine Street  
New York, New York 10005

A TransRe agradece à instituição abaixo por traduzir este documento para a língua portuguesa.

Tradução: Sandra Mathias  
Revisão: Bernardo Gracioli e Leonardo Veras

