



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ - UFPA

MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI - MPEG

EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

PPGCA

Ronaldo Rosales Mendoza

AVALIAÇÃO MONETÁRIA DOS PREJUÍZOS CAUSADOS POR CHUVAS
INTENSAS NAS CIDADES DE BELÉM DO PARÁ, BRASIL E CARRILLO
DE GUANACASTE, COSTA RICA.

BELÉM-PA

2017

RONALDO ROSALES MENDOZA

AVALIAÇÃO MONETÁRIA DOS PREJUÍZOS CAUSADOS POR CHUVAS INTENSAS
NAS CIDADES DE BELÉM DO PARÁ, BRASIL E CARRILLO DE GUANACASTE,
COSTA RICA.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal do Pará (UFPA). Convênio com Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), e Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (EMBRAPA-Amazônia Oriental).

Área de Concentração: Área de Clima e dinâmica socioambiental na Amazônia.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Aurora Santos da Mota

Belém
2017

RONALDO ROSALES MENDOZA

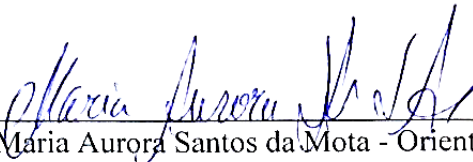
AValiação Monetária dos Prejuízos Causados por Chuvas Intensas
nas Cidades de Belém do Pará, Brasil e Carrillo de Guanacaste,
Costa Rica.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal do Pará (UFPA). Convênio com Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), e Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (EMBRAPA-Amazônia Oriental).

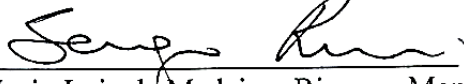
Área de Concentração: Área de Clima e dinâmica socioambiental na Amazônia

Data de aprovação: 22 de dezembro de 2017.

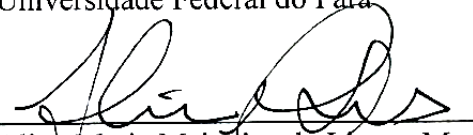
Banca Examinadora:



Maria Aurora Santos da Mota - Orientadora
Doutora em Meteorologia
Universidade Federal do Pará



Sérgio Luiz de Medeiros Rivero - Membro
Doutor em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido
Universidade Federal do Pará



Aline Maria Meiguins de Lima - Membro
Doutora em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido
Universidade Federal do Pará



Edson José Paulino da Rocha - Membro
Doutor em Meteorologia
Universidade Federal do Pará

A Deus.
E aqueles que me inspiraram e
motivaram.
Os amo.

AGRADECIMENTOS

DEUS, muito obrigado pelo presente da vida. Agradeço:

A minha família e amigos pelo seu amor, carinho, compreensão e apoio incondicional.

A professora Maria Aurora Santos de Mota, por ter sido paciente, esforçada e exigente. É assim que deve ser feita a orientação. Obrigado pela amizade produto de lutas e discussões que lembrarei por sempre, kkkk.

A CAPES pelo financiamento da bolsa.

Ao Programa Aliança para a Educação e Capacitação (PAEC); ao Grupo Coimbra de Universidades Brasileiras (GCUB) e a Organização dos Estados Americanos (OEA) pelo convite para participar do programa.

Ao Instituto Nacional de Meteorologia de Brasil (INMET) e Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica (IMN) pelos dados de precipitação fornecidos.

Ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística de Brasil (IBGE), Instituto Nacional de Estatística e Censo de Costa Rica (INEC), a Comissão Nacional de Emergência de Costa Rica (CNE), a Secretaria de Saneamento Ambiental do Município de Belém (SESAM), a Municipalidade de Carrillo, Municipalidade de Belém, pela disponibilidade de acesso aos dados na internet.

Aos funcionários: Liliane Costa, Técnico em Informática Geografia e Estatística de IBGE, Setor de Disseminação de Informações; Fatima Sing, Assessora do Alcaide Municipal de Carrillo; Maria Cristina Araya V. Departamento Informação e Comercialização do IMN; Kenneth Prado Departamento Informação e Comercialização do IMN; José Francisco Alemán Álvarez Coordenador Municipal Atención de Emergencias, Cantón de Carrillo, Gerardo Quiros Cuadra, Assessor sob Gestão do Risco de Desastres, PNUD-Costa Rica que com seus aportes de dados facilitaram os cálculos realizados.

Aos professores: Aline Maria Menguis de Lima do Programa Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCA), Juliano Pomplona Ximenes Ponte da Faculdade de Arquitetura e Isaac Matias da Faculdade de Contabilidade-Administração (ICSA) todos da Universidade Federal do Pará, por sua disposição para atender minhas perguntas, consultas, e me orientar.

A, João de Athaides Silva Junior, pelo fornecimento dos dados de Belém, do Projeto Monitoramento do Clima Urbano e do Conforto Térmico em Cidades de Diferentes Tamanhos na Região Amazônica Brasileira.

A Lucia de Fatima Imbiriba de Souza e colegas na biblioteca, pela boa disposição para atender as consultas e pelas recomendações.

A meus irmãos da turma, pela amizade, paciência para entender portunhol e ensinar português.

A meus irmãos, colegas da Organização dos Estados Americanos (OEA) pelo apoio desde a recepção, acompanhamento e motivação.

A Elisane Gabriel, secretaria do Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará por sua disposição de serviço para sempre me orientar.

Especialmente a Professora Iracilda Sampaio, Diretora de Pós Graduação UFPA, pela recepção, carinho, e dedicação para receber e acompanhar durante todo o processo de formação aos discentes do programa UFPA-PAEC-OEA-GCUB.

Rosales-Mendoza, Ronaldo.

Somos administradores da criação,
o que fazemos com Ela!

Rosales-Mendoza, Ronaldo.

RESUMO

Avaliaram-se as perdas materiais diretas dos moradores das cidades de Belém do Pará, Brasil e Carrillo de Guanacaste, Costa Rica no período de 2000-2016 devido a precipitações extremas. Mediante o método de abdução e utilizando os dados do Instituto Nacional de Meteorologia, Brasil (INMET), Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica (INM), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), e Instituto Nacional de Estatística e Censo de Costa Rica (INEC), se identificou a condição natural, social e econômica dos moradores das áreas atingidas, que serviram de base para o cálculo. Se construir o índice da pegada da água (Ipa) e a equação Avaliação Monetário Material Médio Ambiental (AMA) para estimar a perda depois de conhecer o dado da precipitação do dia do evento. Realizou-se a avaliação monetária do evento extremo acontecido na cidade de Belém o dia 4 de janeiro de 2017, a precipitação informada pelo INMET foi de 94,6 mm, a pegada d'água estimada alcançou 0,90 metros de altura, a perda estimada para a cidade foi de 122.106.834 Unidades Monetária de Referência (UMR). Na cidade de Carrillo foi avaliado o evento do dia 5 de outubro de 2017, a precipitação informada pelo INM foi de 148,6 mm, a pegada d'água foi de 2,1 metros de altura, a perda estimada para os moradores de bairro Bambú é de 3.094.579 UMR. Então, o índice como a equação aplicada mostram efetivas para o cálculo dos prejuízos monetários materiais diretos na área atingida após um evento de precipitação extrema. Limitando o cálculo a perda sofrida pela população em condição vulnerável e sem avaliar outros fatores relacionados como a permanência, força e velocidade d'água; o valor dos intangíveis (interrupção de serviços, doenças) tanto na área atingida como nas áreas de impacto. Apesar de não avaliar fatores indiretos e intangíveis, o resultado serve para a tomada de decisões de ações de prevenção, correção, e operacionalidade em uma cidade.

Palavras-chave: Alagamentos. Inundações. Urbanização. Vulnerabilidade.

ABSTRACT

The direct material losses of the residents of the cities of Belém do Pará, Brazil and Carrillo de Guanacaste, Costa Rica in the period 2000-2016 it's evaluated due to extreme rainfall. Using the method of abduction and using dates of INMET, INM, IBGE, INEC, the natural, social and economic condition of the residents of the affected areas was identified, which served as the basis for the calculation. Constructed the water footprint index (Ipa) and the Environmental Average Material Monetary Assessment (AMA) the equation estimate loss after knowing the precipitation data of the event day. The monetary evaluation of the extreme event happened in the city of Belém on January 4, 2017, the INMET reported rainfall was 94.6 mm, and estimated water footprint reached 0.90 meters high, the loss estimated for the city was 122,106,834 Reference Monetary Units (UMR). In the city of Carrillo was evaluated the event of October 5, 2017, the rainfall reported by INM was 148.6 mm, the water footprint was 2.1 meters high, the estimated loss for neighborhood residents Bamboo is 3,094,579 UMR. Then, the index as the applied equation show effective for the calculation of the direct material monetary damages in the area reached after an extreme precipitation event. Limiting the calculation of the loss suffered by the population in vulnerable condition and without evaluating other related factors such as permanence, force and speed of water; the value of intangibles (interruption of services, illnesses) in both the affected area and the impact areas. In spite of this, the result is used to make preventive, corrective, and operative actions in a city.

Key words: Floods. Overflows. Urbanization. Vulnerability.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 -	Imagem da área de estudo no Belém do Pará.....	22
Figura 02 -	Imagem da área de estudo no Carrillo-Guanacaste, Costa Rica.....	24
Figura 03 -	Imagens da cidade de Belém.....	26
Figura 04 -	Imagens da cidade de Carrillo.....	28
Figura 05 -	Alcance dos impactos ambientais.....	29
Figura 06 -	Esquema demonstrativo do processo do método da Abdução.....	30
Figura 07 -	Variação do limite da área de inundação.....	31
Figura 08 -	Contextualização do Meio Ambiente.....	31
Figura 09 -	Contextualização dos prejuízos em função do tempo e áreas de impacto....	32
Figura 10 -	Representação da topografia das cidades.....	34
Figura 11 -	Precipitação na cidade de Carrillo-Guanacaste, Costa Rica (2000-2016)...	44
Figura 12 -	Precipitações Extremas na Cidade de Carrillo de Guanacaste, Costa Rica (2000-2016).....	46
Figura 13 -	Reta de regressão da precipitação e “Pegada d’água”, Carrillo de Guanacaste, Costa Rica.....	48
Figura 14 -	Avaliação do fator social dos domicílios da cidade de Carrillo.....	49
Figura 15 -	Correlação da regressão da precipitação com as perdas monetárias.....	51
Figura 16 -	Custo da perda monetária por causa das precipitações extremas.....	52
Figura 17 -	Precipitação na cidade de Belém do Pará, Brasil 2000 a 2016.	54
Figura 18 -	Ocorrência das precipitações extremas na cidade de Belém do Pará,.....	56
Figura 19 -	Reta de regressão da precipitação e “pegada d’água” Cidade de Belém do Pará, Brasil.....	58
Figura 20 -	Avaliação do fator socioeconômico Belém do Pará, Brasil.....	59
Figura 21 -	Moradias com vulnerabilidade socioeconômica por bairro, Belém do Pará	61
Figura 22 -	Perda monetária anual por causa de precipitações extremas, Belém do Pará.....	61
Figura 23 -	Avaliação monetária por evento extremo.....	62
Figura 24 -	Localização bairro Bambú, Carrillo-Guanacaste, Costa Rica.....	65
Figura 25 -	Localização bairros alagados Belém do Pará, Brasil.....	68
Figura 26 -	Prejuízo por distrito administrativo cidade de Belém do Pará, Brasil.....	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 -	Avaliação das condições naturais para cada Cidade.....	36
Tabela 02 -	Avaliação da condição Social.....	39
Tabela 03 -	Valor dos bens materiais móveis.....	40
Tabela 04 -	Valor médio do metro quadrado do domicilio vulnerável.....	41
Tabela 05 -	Avaliação da condição econômica.....	42
Tabela 06	Lista de eventos extremos maiores do limite base de precipitação Carrillo	45
Tabela 07 -	Altura pegada d'água da cidade de Carrillo-Guanacaste, Costa Rica.....	47
Tabela 08 -	Avaliação monetária por evento extremo na cidade Carrillo.....	53
Tabela 09 -	Lista de eventos precipitações (PRP) maiores do limite base Belém do Pará, Brasil.....	55
Tabela 10 -	Altura da pegada d'água Belém do Pará, Brasil.....	57
Tabela 11 -	Prejuízo por distrito administrativo cidade de Belém do Pará, Brasil.....	69

LISTA DE ABREVIATURAS

AA	Área Atingida
AGEB	Área Geo - Estatística Básica
AID	Área de Influência Direta
AIID	Área de Influência Indireta
AMA	Avaliação Monetária Material Média Ambiental
ASIDE	Serviços de Informação e Divulgação Estatística
CE	Comissão Europeia
CEPAL	Comissão Econômica para América Latina e o Caribe
CNE	Comissão Nacional de Emergência
CPRM	Companhia de Pesquisa em Recursos Mineral
DGT- ONT	Direção Geral de Tributação – Órgão de Normalização Técnica
EN	El Niño
ENOS	El Niño Oscilação Sur
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INDER	Instituto Nacional de Desenvolvimento Rural
INEC	Instituto Nacional de Estatista e Censo
IFAM	Instituto de Fomento y Asesoría Municipal
INMET	Instituto Nacional de Meteorología
IMN	Instituto Meteorológico Nacional
I	Ipa - Índice de altura da pegada d'água
MMA	Ministério Médio Ambiente
NJL	Noticia do Jornal Local
LA	La Niña
UMR	Unidade Monetária de Referência
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical

SUMARIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	MATERIAL E MÉTODOS	21
2.1	Material	21
2.1.1	Áreas de estudo	21
2.1.2	Dados	25
2.2	Métodos	30
2.2.1	Considerações iniciais.....	31
2.2.2	Aplicação da metodologia contextualizada.....	33
2.2.2.1	Tratamento dados naturais.....	33
2.2.2.2	Tratamento dados socioeconômicos.....	38
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
3.1	Carrillo de Guanacaste, Costa Rica	44
3.2	Belém do Pará, Brasil	54
3.3	Estudos de casos	64
3.3.1	Estimação monetária dos prejuízos tangíveis causados pelas chuvas intensas no Bairro Bambú no distrito de Filadélfia, Carrillo.....	64
3.3.2	Estimação monetária dos prejuízos tangíveis causados pelas chuvas intensas na cidade de Belém do Pará, Brasil.....	67
4	CONCLUSÕES	71
5	RECOMENDAÇÕES	75
	REFERÊNCIAS	76
	BIBLIOGRAFIA	84

1 INTRODUÇÃO

As condições climáticas mundiais são diversas, além disso, as populações e economias evoluem em função dos limites na distribuição da vegetação, chuva e temperatura. Köppen em 1918 classificou o planeta em zonas bio-climáticas, com nomes: tropical chuvoso, subtropical, temperado chuvoso, floresta fria e polar (KOTTEK et al., 2006). Graças a cada zona bio-climática os ecossistemas aportam bens e serviços para humanidade, que permitem a existência de uma biodiversidade muito grande, permitindo assim, que o homem satisfaça suas necessidades (LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA, 2007; SCHUBART, 1997). Ao respeito, Morris (2012) menciona que, historicamente, o homem tem preferência por desenvolver suas atividades perto dos rios, pois é onde encontra facilidade de acesso à água para consumo e higiene, principalmente. No entanto, as condições climáticas nas últimas décadas têm apresentado situações adversas para a humanidade. Nos registros disponibilizados, na base de dados internacionais de desastres, Emergency Events Database (EM-DAT) mostram que os eventos relacionados com climatologia, meteorologia e hidrologia têm mudado gerando preocupação ao mundo inteiro, principalmente relacionado às perdas humanas e econômicas.

Então, na relação homem e os recursos hídricos, o recurso hídrico da mesma forma em que é um aliado pode se converter num “*hazard*”, um *hazard* é definido como: “o risco de uma relação insegura e incerta que pode vir afetar ou mesmo transtornar uma população em seu meio ambiente, na rotina ou modo de vida”, Estes *hazard* não são apenas naturais tem uma relação população-ambiente, observadas assim, pelos Engenheiros dos Estados Unidos de Norte América em 1993, ao apresentar a construção de barragens, canais, sistemas de irrigação e de navegação como soluções aos problemas das inundações, propostas que ainda deixam lacunas importantes (MARANDOLA JR.; HOGAN, 2014).

Os riscos vêm sendo estudados incluindo diferentes óticas, como a hidrologia, mudança climática, eventos extremos, vulnerabilidade. Grosso (2010) menciona que existe a necessidade de articular um conjunto de ações visando à redução de riscos nas áreas urbanas, associadas aos sistemas de apoio e prevenção avancem no sentido ajudar as atividades de gestão municipal, em concordância com os programas de urbanização de áreas mais vulneráveis e que contam com baixa infraestrutura. Estas observações são a base para gerar ações de pesquisa e direcionamento de recursos econômicos, e enfrentar as mudanças climáticas com o aumento da população (MCBEAN, 2004). Pois gerenciamento na Gestão das Águas e a Gestão Ambiental são atividades inter-relacionadas e podem afetar os arranjos

institucionais inseridos em uma ou outra prática, incluindo na gestão a cobrança pelo uso, tanto das águas quanto do solo (LANNA, 1997).

Utilizando informações de oito países da América do Sul, Tucci e Bertoni (2003) apresentam soluções sustentáveis para um problema que gera muitos prejuízos na sociedade, como as inundações. Eles também indicam que o desenvolvimento do uso do solo (urbanização), é fator fundamental nos impactos sobre os sistemas hídricos e o gerenciamento da água no meio urbano. E tem diferentes interações entre os mecanismos de abastecimento, esgotamento sanitário, drenagem urbana e inundações ribeirinhas e resíduos sólidos, além das doenças de veiculação hídrica.

Desta maneira, a gestão dos recursos hídricos, deve ser conduzida de forma sistêmica, com vistas a garantir o suprimento de água em quantidade e qualidade suficientes para atender às necessidades da sociedade (SCHUBART, 1997). Portanto, devem ser consideradas as interações entre as intervenções humanas e o meio natural no âmbito das bacias hidrográficas. Pois a água, além de representar um recurso essencial para a vida e a sociedade humana, também representa um denominador comum em qualquer análise e avaliação do meio ambiente e dos recursos naturais, terrestres, e aquáticos de uma região (POSTEL; CARPENTER, 1997). Portanto, essas condições forçam a evolução de políticas e leis, para gestão desses recursos, considerando, também, que as ações humanas têm consequências. Estas ações sobrepõem fronteiras, portanto, é importante à construção do diálogo internacional que supere a fragmentação, os sistemas complexos, a discordância de escalas, incerteza, espaços e as mudanças climáticas. (RYAN et al., 2016).

As mudanças climáticas são resultado de diversos fatores, que incluem as ações antropogênicas. Nas ações antropogênicas, o homem ao fazer uso dos recursos naturais acaba por poluir o ar, rios, oceanos gera uma série de doenças a população. Os fatores naturais são a inclinação do eixo da Terra em relação ao Sol e a sua órbita, a distribuição dos continentes, a disponibilidade de fontes de umidade, relevo, vegetação e espécies animais. Então, é importante conhecer o relacionamento entre os fatores e tentar encontrar propostas que ajudem na convivência Homem-Natureza, convivência intitulada como “adaptação”. (CAMPBELL-LENDRUM; CORVALÁN, 2007; TASSARA; RUTKOWSKI, 2008).

A adaptação às mudanças climáticas é abordada sob diferentes óticas, tanto das condições naturais, como de desenvolvimento populacional. Porém, apresentam dificuldades de entendimento e compreensão entre profissionais, cientistas, pesquisadores, e

principalmente a população. Com algumas posições diferentes do discurso sobre as mudanças climáticas e o problema socioeconômico (BRONDIZIO; MORAN, 2008; STONE, 2013).

Satterthwaite et al., (2009) projeta diferentes cenários para ações de pesquisa, corretivas, preventivas, administrativas, e inclusive para alcançar objetivos a curto, médio e longo prazo para vulnerabilidade de cidades urbanizadas e o crescimento populacional que poderiam ser objetos de financiamento. Principalmente usando fatores meteorológicos como: precipitações extremas que provocam tornados, variação de temperatura, deslizamentos, alagamentos e inundações.

Algumas metodologias são utilizadas para avaliar monetariamente, os prejuízos causados pelos eventos extremos à sociedade. Porém sem concordância mundial, pois apresentam dificuldades, na aplicação, de vários aspectos, como: de instrumentação disponível para uma parte seleta de pesquisadores, de difícil seguimento e de alto custo. Estes métodos, de valoração econômica, são desenvolvidos em função: da produção, produtividade marginal ou subprodutos, mercado dos bens substitutos, demanda, bens complementares, preços hedônicos (disposição a pagar), custo de viagem, valoração contingente (combina disposição a pagar com a disposição a aceitar), usados principalmente para tentativas nas avaliações dos recursos naturais (DA MOTTA, 1998) e tentassem utilizar nas avaliações pelos danos.

A quantificação dos prejuízos é inicialmente estudada, com base duas linhas principais, a saber: a sintética, que descreve perdas potenciais e não danos reais; e a histórica, que refletem os prejuízos de um determinado evento ocorrido. Vantagens de abordagem sintética é que a estimativa dos prejuízos pode ser usada em qualquer evento; tem bases padronizadas; menor susceptibilidade à supervalorização; possibilidade de simulação de cenários distintos (HANDMER, 1986 apud SALGADO, 1995). Quanto à histórica, Rowsell et al., (1980) afirmaram que é importante o exame e registro das consequências, após a ocorrência de um evento relevante. Ressalta que, para apoiar a avaliação dos benefícios das medidas, os registros não deveriam se limitar em apenas um evento.

Recentemente foram incluídas na discussão, metodologias conceituais, como a contingente e hedônica. Estas metodologias tem a capacidade de incorporar na estimativa, o valor intangível, cujo princípio reside na hipótese: “de que o controle de inundações é um bem para o qual existe certa demanda na sociedade, conduzindo uma disposição à paga pelo mesmo”. (HANDMER, 1986 apud SALGADO, 1995; DA MOTTA, 1998; MACHADO et al., 2005; NAGEM, 2008). O método hedônico depende da percepção do mercado, o seja

através da observância do comportamento em situações reais, enquanto que o contingente verifica a captação das preferências expressas para situações artificiais (LEZCANO, 2004). Como limitações, essas técnicas de valoração ambientais, apresentam a dependência da memória dos eventos anteriores e a percepção de risco da população (MACHADO et al., 2005).

Nagem (2008) cita alguns dos softwares desenvolvidos utilizando essas inter-relações ao longo dos anos por Estados Unidos da América, Reino Unido, Austrália e Alemanha, para auxiliar na avaliação dos danos causados por enchentes. Além disso, segundo Salgado (1995), não podem ser usados em qualquer parte do mundo, já que respondem a condições específicas da região, ou país.

Os prejuízos causados por alagamentos nas cidades podem diferenciar-se em quatro tipos: tangíveis (diretos - indiretos), intangível, e de incerteza. Na tipologia apresentada por James; Lee (1971): danos tangíveis medem-se com base no valor material monetário, os intangíveis não. Os danos diretos se referem às perdas pelo contato físico direto com a água. Segundo Torterotot, (1993, apud LIMA, 2003) os danos diretos às residências constituem a categoria de danos mais estudada, devido a dois fatores principais: a importância política e social, depois se considera os danos às propriedades comerciais, industriais e públicas. Os danos indiretos são causados pela interrupção das inter-relações físicas e econômicas. Então, eles incluem o custo adicional devido à área alagada, as perdas pela interrupção dos serviços e custos de limpeza, podem incluir os custos de prevenção, sistemas de alerta, evacuações e alojamentos de emergência em zonas livres de perigo.

Os intangíveis compreendem perdas de vidas humanas, prejuízos à saúde, danos a edificações históricas e arqueológicas, etc.. Para avaliação, são verificados os custos relacionados à infraestrutura, com interrupções de serviços vias públicas, serviços de abastecimento de gás, água, luz, esgoto, telefonia (ROWSELL et al., 1980). As perdas causadas ao tráfego foi modelada, utilizando informações de origem – destino (DUTTA; HERATH; MUSIAKE, 2003). Os danos de incerteza revelam a insegurança que sofrem os moradores com momento e magnitude do evento (ESTRADA, 1996).

Os custos associados às emergenciais englobam custos com atendimento a desabrigados e desalojados, custos com evacuação (resgate), custos incrementais em serviços de operação de bombeiros, polícia, hospitais, entre outros. Esses custos não devem ser contabilizados através de aplicação arbitrária de porcentagem sobre os danos físicos (USACE, 2006).

Várias metodologias foram desenvolvidas para verificar as perdas ocorridas: a) HUTTON e HALLER (2004) que desenvolveram uma metodologia para mensurar os custos associados às doenças de veiculação hídrica; b) SALGADO (1995) formulou uma rotina de cálculo para o custo com limpeza de logradouros; c) LEKUTHAI e VONGVISESSOMJAI (2001) que propuseram calcular os danos intangíveis em termos monetários, através de um modelo que relaciona a ansiedade, produtividade com o rendimento (salário) denominado Anxiety-Productivity and Income Interrelationship Approach (API), partindo do pressuposto que uma pessoa atingida frequentemente com um mesmo evento, tem sua produtividade profissional afetada; d) JAMES e LEE (1971) desenvolveram uma equação simplificada para o cálculo dos danos, incluindo estrutura, conteúdo e áreas adjacentes, os custos dos prejuízos têm um crescimento praticamente linear com a altura de inundação. Na equação apresentada, os custos dos danos diretos seriam estimados relacionando o valor de mercado das propriedades da área atingida, com a altura de inundação e um fator multiplicador, determinado pela análise de eventos históricos de cheias.

Além disso, também foram construídos os índices de impacto social final (IISF), impacto sob as vidas (IIDV), impacto sob os bens materiais (IIM), conflito social (ICS) e de marginalidade (IM) para o tratamento dos riscos hidrológicos, para facilitar a resumo das variáveis ou fatores usados nos cálculos das avaliações propostas (SANTILLÁN et al., 1998).

Dentre os fatores usados com frequência, se encontram: a altura da lamina d'água ou altura local d'água na zona inundada, época do ano em que acontece, a velocidade, a permanência (duração), a frequência, carga dos sólidos acarreados e tempo disponível de resposta antes do alerta. (BARÓ et al., 2011, 2012; BLONG, 2004; ESTRADA, 1996; FABRIS-GOEL, 2007; LOPARDO; SALGADO, 1995; SEOANE, 2000).

O uso da altura d'água no cálculo do prejuízo ou dano, conforme Salgado (1995), já foi incluído nos estudos de Eckstein em 1958, apud Grip e Helweg (1975), nas curvas históricas de danos; nas equações simplificadas de James (1965) e Bhavnagri e Bugliarello (1965); e principalmente nas curvas altura de inundação pelo prejuízo utilizadas pela Federal Insurance Administration (FIA) em 1970; USA Army Corps Engineers (USACE) em 1970, Soil Conservation Service (SCS) em 1974 apud Grig e Helweg (1975); Rowsell et al., (1980).

Apesar dos estudos já feitos, ainda existe uma aparente discordância na medida mesma. Estrada (1996) determinou uma altura em 1,5 metros, intitulando “altura da mesa” ou “cota de mesa” como indicador utilizado na avaliação monetária das perdas materiais.

Enquanto, Paoli e Calvo (1988) a medida estimada foi de 0,80 metros, para Salgado (1995) a partir de 0,50 metros com incremento de 0,25 metros até um metro e depois um incremento cada 0,50 metros até uma altura de 3 metros. Lopardo e Seoane (2000) consideram que a altura deveria ser de 0,90 metros. Por outro lado Blong (2004) fez uma comparação entre os danos sofridos nas edificações em diferentes eventos de furacões como: Katherine em 1988, a altura alcançou 1,34 metros; Clonccurry em 1997 menos de 0,50 metros; Sydney em 1986 0,53 metros; Nyngan em 1990 0,75 metros; e Inverell em 1991 0,68 metros, as mostras tomadas respectivamente foram de 70, 31, 25, 23, e 4 edificações na área atingida, revelando como observam Baró et al., (2012) a inconsistência pela aplicação diferenciada do porcentagem de dano em cada evento.

A base teórica e metodológica de valoração econômica ambiental é complexa. Pois quase sempre é resultado da percepção insuficiente, da teoria econômica e inadequadas técnicas de valoração, com base em procedimentos estimativos intuitivos que, quando não apropriados, aumentam o ceticismo e a rejeição aos métodos propostos (DA MOTTA, 1998).

Segundo Boyle et al., (1998) a estimação dos danos em zonas inundáveis implica quatro tipos de análise: hidrológico de frequências, perigos, exposição ao perigo, e danos. Nascimento et al., (2007) expõe que os métodos conceituais, que incluem a análise de vulnerabilidade devem ser métodos diretos, que enfoquem descrições precisas e detalhadas dos impactos avaliados *post* a construção de cenários a *priori*.

No desenvolvimento dos estudos ambientais devem ser identificadas no mínimo três áreas de impacto: do projeto (AP), de influência direta (AID) e de influência indireta (AIID). A consideração destas áreas é importante para: prevenção, correção e administração. Aplicando estes conceitos ao estudo, a área do projeto é a área atingida (AA), ou seja, é a zona que sofre o contato direto com a água devido a alagamentos, enchentes, inundação, ou chuva intensa. A área de influência direta (AID) é aquela que muda seu status como resultado dos acontecimentos na área atingida; e a zona de influência indireta (AIID), área não atingida, que alteram o curso normal de suas atividades principalmente as econômicas (EUROPEA, 1973, 2001; NEPA, 1969).

Estimasse conveniente utilizar o método de abdução na presente pesquisa, sendo o que o mesmo, consiste na observação de um sinal que transformarem-se no objeto estudo, interpretado a traves das ciências negativas, como a matemática e a logica, as ciências positivas como a filosofia, e as ciências sociais, para gerar uma representação também intitulado bem universal, contextualizado assim por diferentes autores (ATENCIA, 2003;

BAR, 2001; FARIAS; QUEIROZ, 2013; IMBERTH, 1992; MORRIS; GRASA; COMUNICACIÓN, 1994; NIÑO, 2007; NUBIOLA, 2004; PIERCE, 1973; RAMIREZ, 2010; RODRIGUEZ, 2003).

Com o cenário descrito anteriormente entendesse a necessidade imperiosa de gerar uma forma de avaliar os prejuízos monetários diretos dos bens, devido chuvas intensas, cheias, alagamentos e inundações, que seja de fácil compreensão, de livre acesso e de aplicação universal, se deduzem duas grandes necessidades: a) fornecer uma ferramenta para determinar esse limite marcado nas paredes das propriedades nas áreas atingidas, e b) uma equação que reúna a condição média ambiental, os seja, a interação entre as condições naturais, sociais e econômicas. O objetivo principal do é fazer uma avaliação do prejuízo monetário direto dos bens pela causa de chuvas intensas, cheias, alagamentos e inundações nas cidades de Belém do Pará, Brasil e Carrillo de Guanacaste, Costa Rica, no período de primeiro de janeiro de 2000 ate o 31 de dezembro de 2016.

No processo e desenvolvimento da pesquisa, se estudam as diferentes abordagens para abduzir uma proposta que reduz a incerteza e gera confiança no cálculo, evitando seja determinado pela “expertise” do pesquisador, procurando que o cálculo pode ser feito com informações de uso público, e de fácil acesso e compressão.

Objetivos Específicos foram:

- a) Análise da precipitação e seu relacionamento com as inundações nas cidades de Belém e Carrillo;
- b) Definir as zonas mais atingidas pelas inundações dentro das cidades;
- c) Determinar os custos monetários das perdas materiais dos habitantes depois de uma chuva intensa ou inundação.

O capítulo II descreve a metodologia utilizada na pesquisa, que foi concebida atendendo a necessidade imperiosa de ter uma metodologia amigável, de fácil uso e acesso. Considerando-se prioritário a redução das incertezas, clareza da informação, que seja suficiente, competente, disponível, de acesso público, com um método que facilite o seguimento e a reprodução. Também suporte os embates das dúvidas, os seja, que pode ser comprovada com os números, reduzindo as suposições e facilitando as estimativas. O capítulo III apresenta o resultado da aplicação da metodologia proposta em cada uma das cidades, com aplicação a estudo de caso e uma comparação entre o resultado das condições analisadas. O capítulo IV são feitas as conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material

Para alcançar os objetivos propostos neste estudo, foi feito o levantamento sobre as condições naturais da área, tais como: mapas, população, dados econômicos, condições da infraestrutura, desenvolvimento urbano, e informação sobre eventos extremos que atingiram a população.

A cidade de Belém do Pará foi selecionada para o estudo devido à disponibilidade dos dados e facilidade na observação dos eventos que ocorrem na cidade. A cidade de Carrillo foi selecionada aplicando o teorema de Thales de Mileto da proporcionalidade, utilizando a equação da Proporcionalidade (1), os dados utilizados para o cálculo foram a população. Belém tem uma população de 1.526.423 habitantes e o Brasil um total de 200.400.000 habitantes segundo o censo IBGE (2010), representando Belém o 0,76 % da população total de Brasil. Então, foi aplicada essa a porcentagem para população de Costa Rica, o resultado uma quantidade de 37.109 habitantes. Utilizando a base de dados de Indicadores demográficos e sociais (BDIDS), INEC (2011) se localizou a cidade de Carrillo que tem uma população de 37.122 habitantes.

$$\left. \begin{matrix} a \\ b \end{matrix} \right\} a * b = b * c \Rightarrow d = \frac{bc}{a} \Rightarrow a/b * d = c \quad (1)$$

Onde, neste caso:

(a) = População da cidade de Belém (c) = Cidade equivalente (X)

(b) = População Total do Brasil (d) = População Total Costa Rica

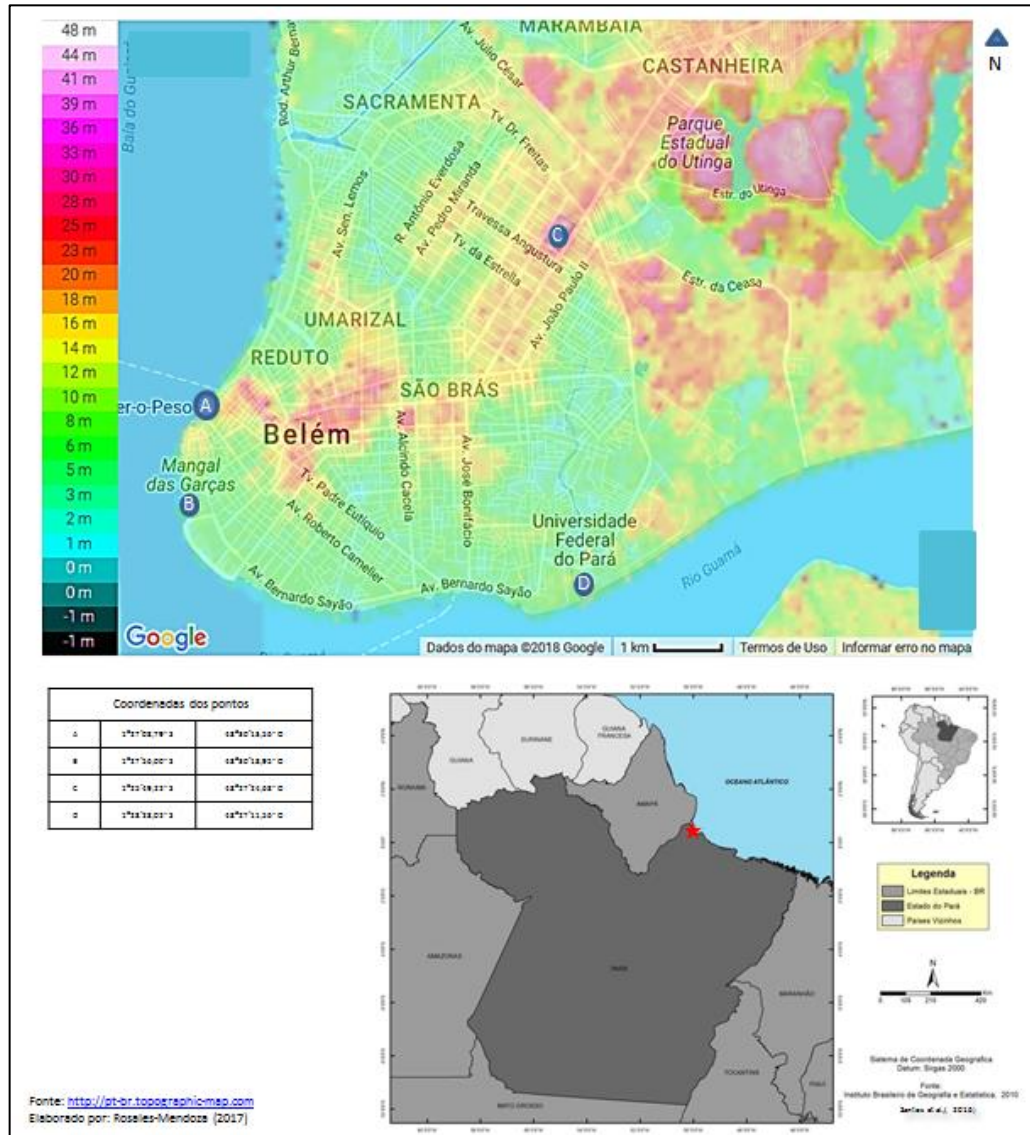
A avaliação monetária experimental foi feita na cidade de Belém para o dia 26 de maio de 2016, e para a cidade de Carrillo o dia 5 outubro de 2017.

2.1.1 Áreas de estudo

A cidade Belém, capital do estado do Pará, Brasil (Figura 1), localizada às margens da Baía do Guajará (lat.01°26'06"S; long.48°26'16"W e alt.16m), situada a uma distância de aproximadamente 100 km do Oceano Atlântico, é banhada pelo rio Guamá ao sul, Baía do Guajará e rio Pará a oeste. Belém compreende uma área de 1.059,00 km² e possui uma população 1.526.423 habitantes conforme o Censo de 2010. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010). A temperatura média é de 26° C, vento predominante de Nordeste

com velocidade média de 10 km/h, umidade relativa de 87%, foi fundado em 1616, tem uma elevação sobre o nível do mar de 16 metros.

Figura 1- Imagem da área de estudo no Belém do Pará.



Elaborado: Autor

A cidade de Belém nasceu de uma posição privilegiada na entrada da Amazônia, aproveitada inicialmente pela estratégia militar e oportuna para o comércio. O mercado Ver-o-Peso é um ícone, pois dele prosperou o mercantilismo e o desenvolvimento da cidade. A comercialização da borracha no período 1850-1920 oportunizou diversos melhoramentos na infraestrutura, o mais significativo de luz elétrica, com o declínio da borracha brasileira em detrimento da borracha da Malásia, ocorreu o declínio a economia. Outras intervenções na infraestrutura da cidade de Belém como o melhoramento do Bulevar da Republica, a verticalização no centro da cidade, a implantação de uma base naval norte-americana em troca

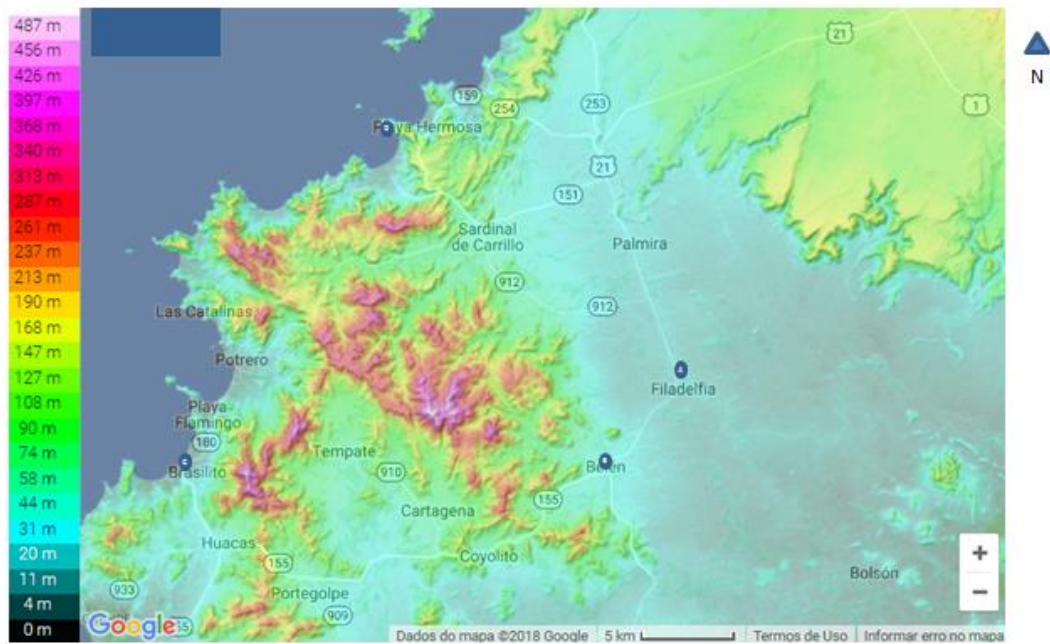
pelo sistema de diques para nivelar e amenizar os efeitos das marés, saneamento básico e telégrafos, a construção da rodovia Belém-Brasília foi produto de seu papel no contexto internacional. (PONTE, 2015).

Hoje em dia, a cidade cheia de edifícios de condomínios verticais, cresce tanto na população como em infraestrutura, onde as edificações novas e outras remodeladas pretendem harmonizar e competir no mercado local. O crescimento e desenvolvimento da população trouxeram condições favoráveis tanto para o crescimento da frota veicular como para problemas de saneamento, convivência, seguridade, saúde, etc., próprios das grandes cidades do mundo. A mudança do uso de solo comprova o registro de uma redução da cobertura vegetal, ocasionada principalmente pelo avanço da ocupação humana, que contribui para intensificar a formação de ilhas de calor nas áreas ocupadas este incremento da temperatura aliada às águas paradas favorece a proliferação de vetores de doenças parasitárias (SANTOS, 2010; DOS SANTOS; ROCHA, 2014).

As obras de infraestrutura pensadas se mostram insuficientes ante a realidade, complicando a resposta de atenção social, médica, e trabalho. Tudo resultam em um caos operacional, que convive com as condições naturais do clima, como a precipitação que ameaçam constantemente a população, com alagamentos e outros problemas, observados pelo Programa Mundial da Avaliação dos Recursos Hídricos (PMERH et al., 2006). Por exemplo, Santos (2010) e DOS SANTOS; ROCHA (2014) mostram que a bacia hidrográfica do canal da Quintino Bocaiúva, dispõe de sistema de drenagem incompatível com as suas características atuais, 79,26% impermeabilizada, apresentando um índice muito baixo segundo a classificação de Sthraler (1957) e que se torna suscetível a alagamentos e inundações, também observa a precariedade de conservação dos canais (SANTOS, 2010).

A outra cidade avaliada é Carrillo, *Cantón* da província de Guanacaste, Costa Rica, (Figura 2), localizada nas coordenadas (lat.10°26'45"N; long. 85°33'13"W), situada a uma distancia de aproximadamente 2 km do Oceano Pacífico, compreende um área de 557,50 km², e possui uma população de 37.122 habitantes, conforme o censo do Instituto Nacional Estatística e Censo, Costa Rica (INEC, 2011), a temperatura média é de 23° C, vento de Este com velocidade de três km/h, umidade relativa de 94%, foi fundado em 1877, tem uma elevação sobre o nível do mar de 17 metros.

Figura 2- Imagem da área de estudo no Carrillo-Guanacaste, Costa Rica.



Coordenadas dos pontos		
A	10°27'32,85" N	85°53'18,74" O
B	10°24'24,80" N	85°55'21,97" O
C	10°24'29,46" N	85°47'48,79" O
D	10°26'55,86" N	85°47'42,74" O

Fonte: <http://pt-br.topographic-maps.com>
 Elaborado por: Rosales-Mendoza (2017)



Elaborado: Autor

Na época precolombina o território formou parte da província dos indígenas Chorotegas. No século XVIII um grupo de mestiços se instalaram perto de uma pequena floresta de árvores chamados sete cornos (*Londchocarpus Costericens*), o que dá o nome a primeira população, hoje dia se conhece como Filadelfia. Atualmente 62,3% da população é urbana, a atividade econômica desenvolvida é agricultura de cana-de-açúcar, arroz, turismo, comércio e serviços públicos e privados. O entorno hidrográfico é formado pelos rios Tempisque, Canhas, Bolsón, Belém, San Blas, Sardinal, Las Palmas, Gallina, Carrizal, Coyolito (Municipalidade de Carrillo, 2017).

Segundo Sauma (2011) nas últimas décadas a região mostrou uma melhoria no desenvolvimento e uma forte redução na pobreza, não entanto, ainda se encontra naquelas com maior índice de pobreza da Costa Rica.

Segundo a Comisión Nacional de Emergencia (CNE) as condições topográficas poderiam gerar inundações ou avalanches pelas práticas de desmatamento nas partes altas e a ocupação nas planícies por invasões.

2.1.2 Dados

Cidade de Belém, Pará, Brasil.

Os dados meteorológicos foram obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), estação meteorológica de Belém-A201, 1° 49'S e 48° 49'W, 21 metros dados para o período de estudo de 01 (primeiro) de janeiro de 2000 a 31 (trinta e um) de dezembro de 2016, os dados são diários.

Os dados sobre as condições socioambientais foram obtidos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), do censo 2010. Utilizando os seguintes itens: a) Destino do lixo: Queimado (na propriedade); Enterrado (na propriedade); Jogado em terreno baldio ou logradouro; Jogado em rio, lago ou mar; e Outro destino; b) Existência de banheiro ou sanitário e número de banheiros de uso exclusivo do domicílio: Não tinham banheiro nem sanitário; c) Existência de energia elétrica: Não tinham; d) Forma de abastecimento de água: Poço ou nascente fora da propriedade; Carro-pipa ou água da chuva; Rio, açude, lago ou igarapé; Poço ou nascente na aldeia; Poço ou nascente fora da aldeia; e Outra; e) Classes de rendimento nominal mensal: Até 1/2 salário mínimo; e sem rendimento; f) Sexo; e g) Valor da renda. Com essas informações foi determinado o índice de vulnerabilidade socioeconômica da população para cada bairro de Belém,

Também foram utilizados mapas da cidade de Belém Figura 3 referentes à suscetibilidade (a), Santos (2015), e da geomorfologia para Belém (b), Santos (2012).

Figura 3 – Imagem cidade de Belém. (a) Mapa de suscetibilidade a alagamentos por bairros na cidade Belém-PA as cores: rosa, amarela e verde representam respectivamente alta, média e baixa suscetibilidade. (b) Mapa da disposição geomorfológica da área continental de Belém-Pa. Bairros delimitados por uma linha cinza. As áreas de planície estão em cor verde. As áreas de Terra Firme estão de cor amarelo. A hidrografia é identificada pela cor azul

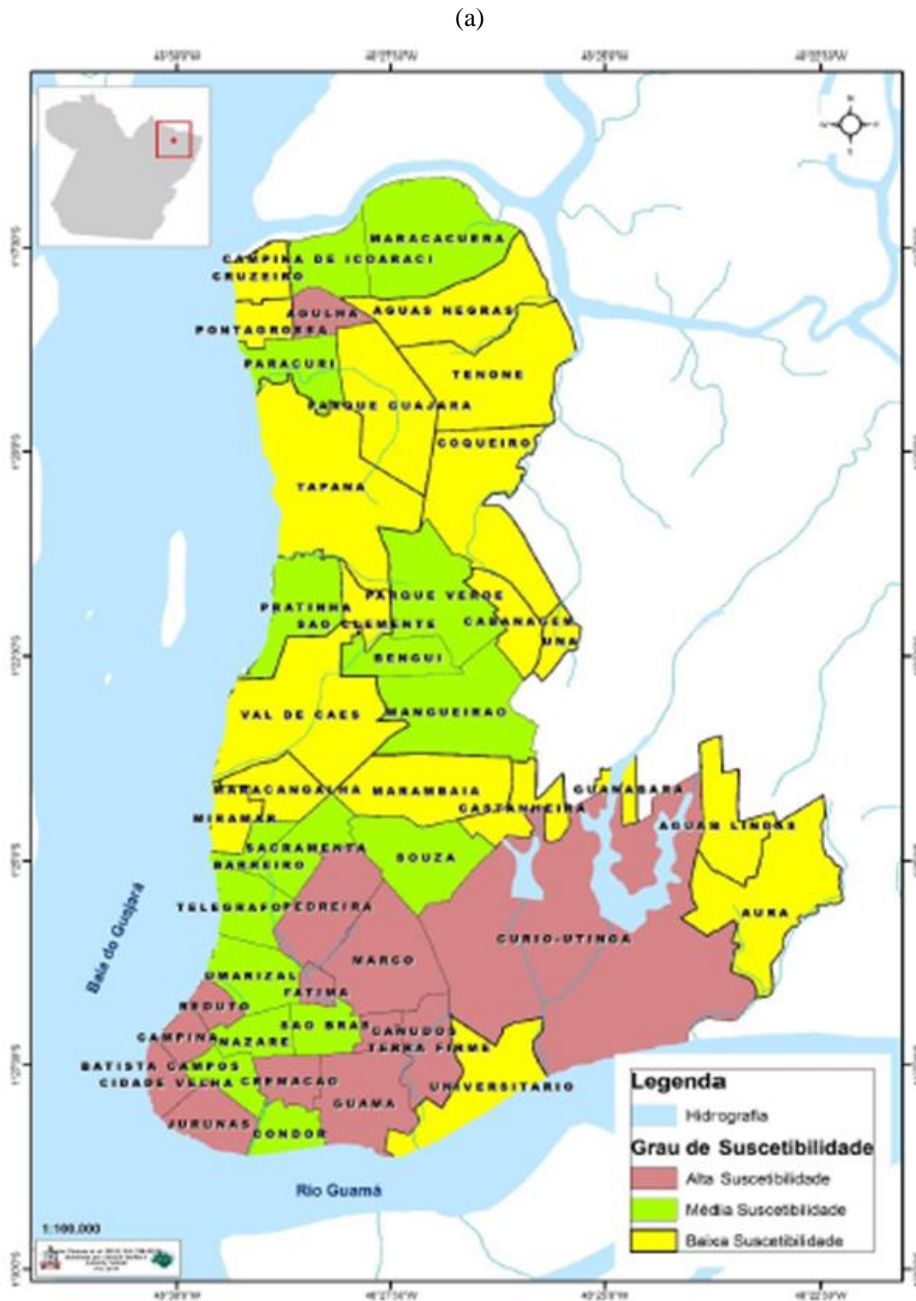
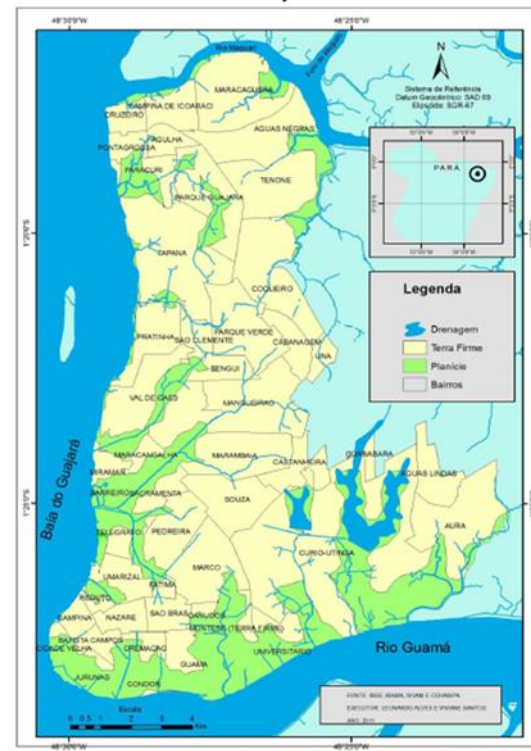


Figura 3 continua

(b)



Fonte: (a) Santos (2015); (b) Santos (2012).

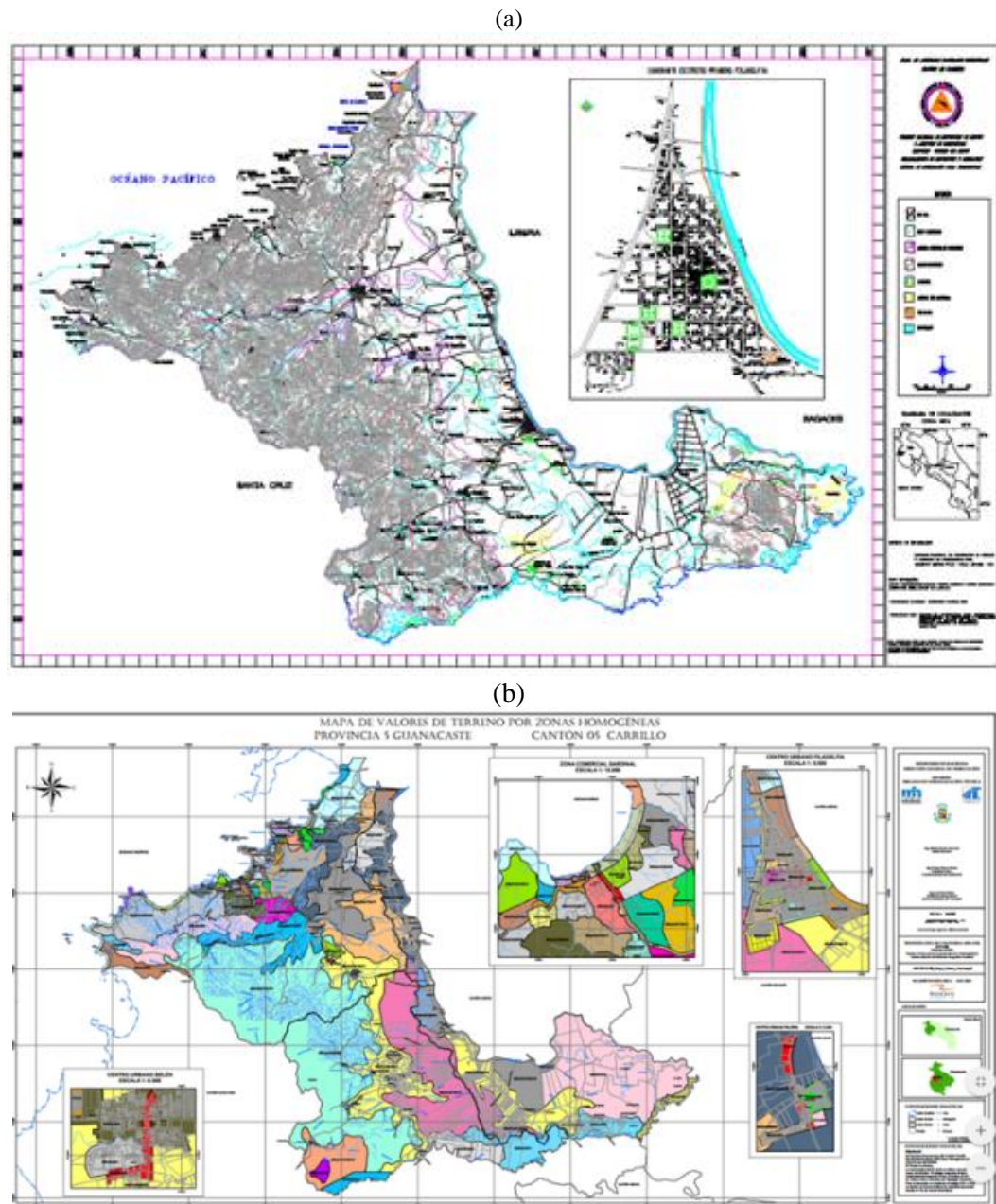
Cidade Carrillo, Costa Rica.

Os dados meteorológicos foram obtidos do Instituto Meteorológico Nacional (IMN), da estação localizada no aeroporto de Liberia $10^{\circ}35'20,40''$ N; $85^{\circ}33'07,70''$ O altitude 89 metros acima do nível médio do mar, período de 01 (primeiro) de janeiro de 2000 a 31 (trinta e um) de dezembro de 2016, os dados são diários.

Os dados oficiais do censo 2011 disponibilizados no sítio web dos Serviços de Informação e Divulgação Estatística (ASIDE) do Instituto Nacional de Estadística e Censo (INEC), os dados prontos identificando a população vulnerável econômica e socialmente.

Também foram utilizados mapas de Carrillo Figura 4, referentes a os Riscos de Carrillo (CNE, 2003) (a), Valores de Terreno por Zonas (DGT-ONT, 2010) (b).

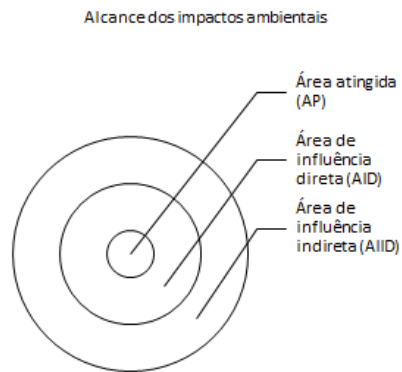
Figura 4 – Imagens da cidade de Carrillo de Guanacaste, Costa Rica, (a) riscos Carrillo de Guanacaste, Costa Rica, (b) valores de terreno por zonas, Carrillo de Guanacaste.



Fonte: (a) CNE (2003); (b) DGT-ONT (2010).

A Figura 5 Contextualiza os alcances do impacto ambiental, a classificação usada nos estudos internacionais relacionados com meio ambiente, e importante para identificar com facilidade da área estuda em tempo e espaço.

Figura 5- Alcance dos Impactos Ambientais

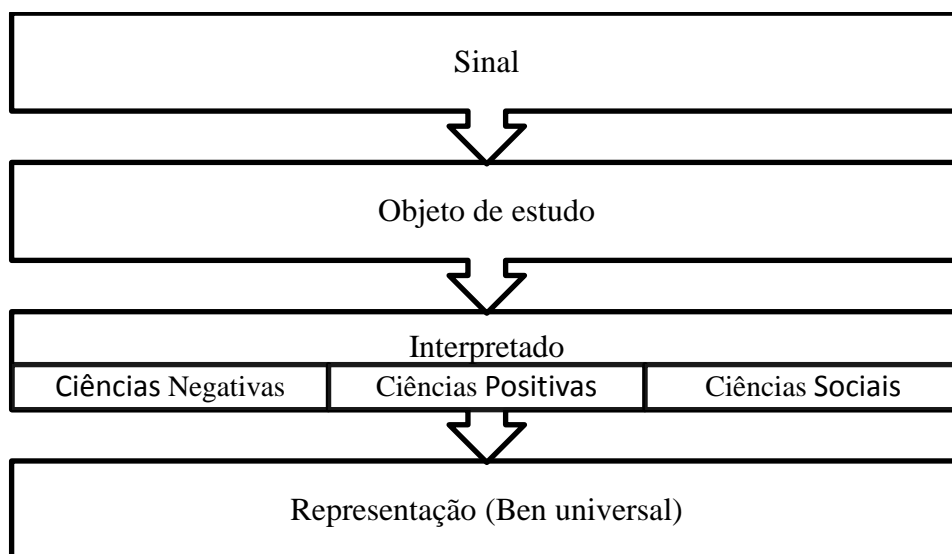


Fonte: Autor

2.2 Métodos

A Figura 6 apresenta o esquema do método de ABDUÇÃO que foi utilizado nesta pesquisa. O processo de abdução, contextualizado por diferentes autores, consiste na observação de um sinal, que se transforma no objeto estudo. O sinal é interpretado através das ciências negativas (como a matemática e a lógica), as ciências positivas (como a filosofia), e as ciências sociais, para gerar uma representação também intitulada bem universal (AGUAYO, 2011; ATENCIA, 2003; BAR, 2001; FARIAS; QUEIROZ, 2013; IMBERTH, 1992; MORRIS; GRASA; COMUNICACIÓN, 1994; NIÑO, 2007; NUBIOLA, 2004; RAMIREZ, 2010; RODRIGUEZ, 2003). Então, o sinal é o que chama a atenção do pesquisador, inquieta para obter respostas, que organizadas podem se converter em um bem universal. A resposta é construída pela interpretação do objeto estudo, através da demonstração matemática, lógica, filosófica, psicológica, não se limitando a quantificar e a olhar qualitativamente, mais representando a mistura deles na sua proposta (ATENCIA, 2003).

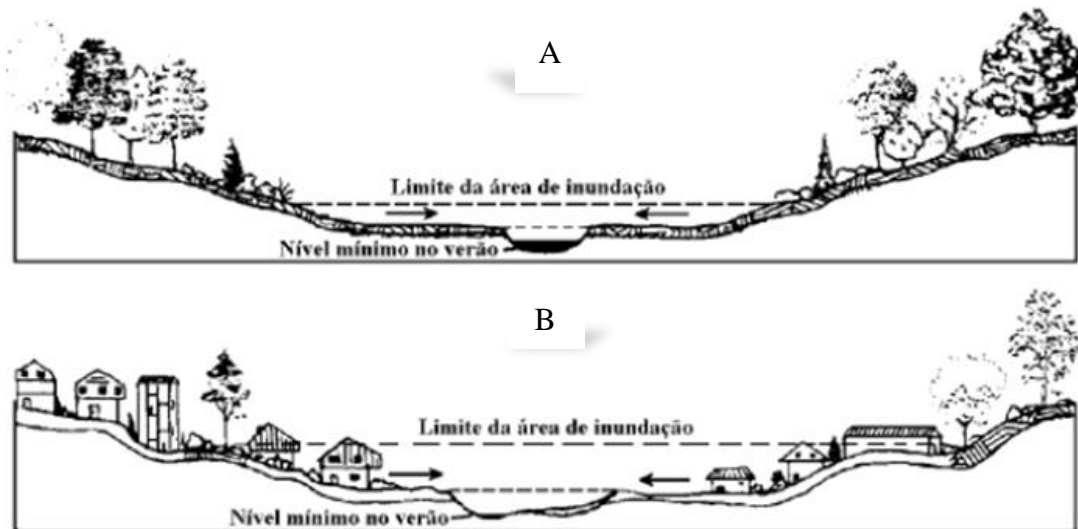
Figura 6- Esquema demonstrativo do Processo do método da abdução.



Fonte: Autor

Por exemplo, na Figura 7, Schueler (1987) chama a atenção ou se percebe uma “mudança” de uma área em dois cenários, em relação ao limite da área de inundação, sem (Fig. 7a) e com presença do desenvolvimento do gênero humano (Fig. 7b). Segundo Schueler, a mudança deve ser mostrada de maneira que, seja possível refazer os cálculos e chegar a um mesmo resultado, ou similar.

Figura 7- Variação do limite da área de inundação.



Fonte: SCHUELER (1987)

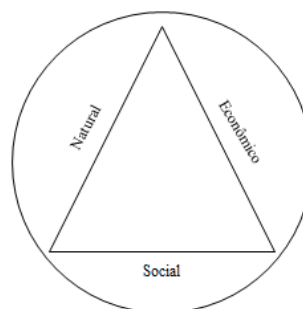
Os dados gerados por diferentes profissões, de mudanças ocorridas, são congregados e estudados, sob óticas distintas, propondo soluções para oportunidades que foram identificadas. Assim, neste trabalho as informações foram ordenadas da seguinte forma:

2.2.1 Considerações iniciais.

O meio ambiente é contextualizado como um todo. As ações propostas internacionalmente respondem a essa posição ou forma de pensamento, ou seja, meio ambiente igual ao relacionamento entre a condição ecológica, social e econômica. Desta maneira o ambiente é uma variável função das condições: Natural (N), social (S) e a econômica, que devem ser vista juntas (união (\cap)), resultando a condição Meio-Ambiente, então, $f(N \cap S \cap E)$, como é apresentado na Figura 8.

Figura 8- Contextualização do meio ambiente.

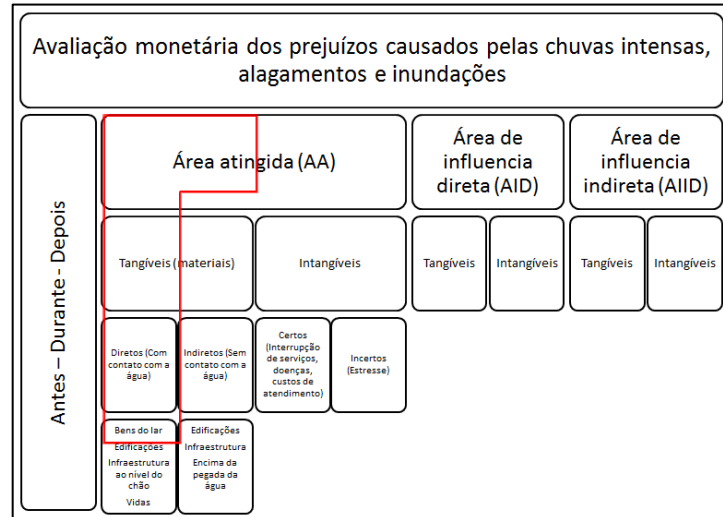
MEIO-AMBIENTE



Fonte: Adaptado de Brundtland (1987)

Os dados foram ordenados e classificados conforme as informações pertinentes e competentes de cada um, de maneira a permitir o cálculo monetário dos prejuízos ou danos causados, como são mostradas na Figura 9.

Figura 9- Contextualização dos prejuízos em função do tempo e áreas de impacto.



Fonte: Autor

Na avaliação foram consideradas três áreas de impacto: atingida (AA), de influência direta (AID) e a de influência indireta (AIID), que podem ser avaliadas, antes, durante e depois da ocorrência de um evento. Os prejuízos foram identificados como dano material ou tangível direto, que são os danos em consequência do contato com a água e que variam conforme da altura do nível máxima que a água alcançou em cada evento. Essa altura é chamada de pegada da água, ela pode determinar a magnitude da perda de bens materiais, ou danos causados à população. Os danos materiais indireto são as sequelas devidas apegada da água. Os danos intangíveis como à interrupção nos serviços pode que podem ser medido e avaliado monetariamente, foram considerado certo. Outros danos, como o estresse sofrido pelos moradores da área atingida ou pela preocupação de familiares distantes, foram intitulados como incertos.

Em função do tempo, os custos foram calculados como: antes (*a priori*), durante, e depois (*post*). O cálculo *a priori* é com base nos históricos e serve para o tratamento preventivo, corretivo; o cálculo durante ou no momento do evento, pode ajudar a acelerar as intervenções de emergência, dentre outras ações; o cálculo feito depois de um evento serve para orientação de que maneira os recursos devem ser aplicados, tanto de intervenção imediata, como de futuras obras e ações, sejam, preventivas ou corretivas.

2.2.2 Aplicação da metodologia contextualizada.

2.2.2.1 Tratamento dados naturais

As condições naturais nas cidades estudo foram avaliadas pelos eventos de precipitação, à altura da área em relação ao Nível Médio do Mar (NMM) e a distancia linear ao espelho d'água. Consequentemente ficam claras as qualidades da unidade de estudo.

Os eventos de precipitação foram analisados com dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e Instituto Meteorológico Nacional (IMN). Os dados foram agrupados por dia, mês e ano, no período de 01/01/2000 a 31/12/2016. A técnica do percentil foi utilizada para identificar as precipitações extremas, utilizando a equação 2 Percentil, conforme sugerido por XAVIER; XAVIER; ALVES, (2007). Foram considerados eventos extremos de precipitações diários os valores maiores ou iguais a 70 mm para Belém e, 87 mm para a cidade de Carrillo, valor correspondente nonagésimo nono percentil (99%).

$$P_x = \left[F_{i-1} + f_i \frac{X-L_i}{a} \right] \frac{100}{n} = \% \quad (2)$$

Onde:

$P_x =$	Percentil buscado	$L_i =$	Limite menor
$F_{i-1} =$	Frequência absoluta acumulada anterior à porcentagem buscada	$(a) =$	Amplitude do intervalo que contem a porcentagem
$f_i =$	Frequência absoluta simples do intervalo da porcentagem buscada	$(n) =$	Tamanho da mostra
$X =$	Porcentagem buscada		

A Figura 10 representa a topografia das cidades. A altura máxima observada foi distribuída em intervalos de cinco, foram identificadas as zonas com uma cota de 0 a 9 metros acima do nível médio do mar (NMM), utilizando a representação topográfica da cidade de Belém com altura de 0 a 48 metros acima do NMM (Figura 10a), e para a cidade de Carrillo, a cota definida de 0 a 24 metros acima do nível médio do mar (NMM), usando a representação topográfica da cidade de Carrillo com uma altura de 0 a 120 metros (Figura 10b). Observando que as regiões dentro destas cotas são receptoras, por sua condição natural, de águas provenientes das regiões mais altas. Portanto, são pontos suscetíveis a cheias, alagamentos e inundações, devido a fortes chuvas ou precipitação extrema.

Figura 10- Representação da topografia das cidades.

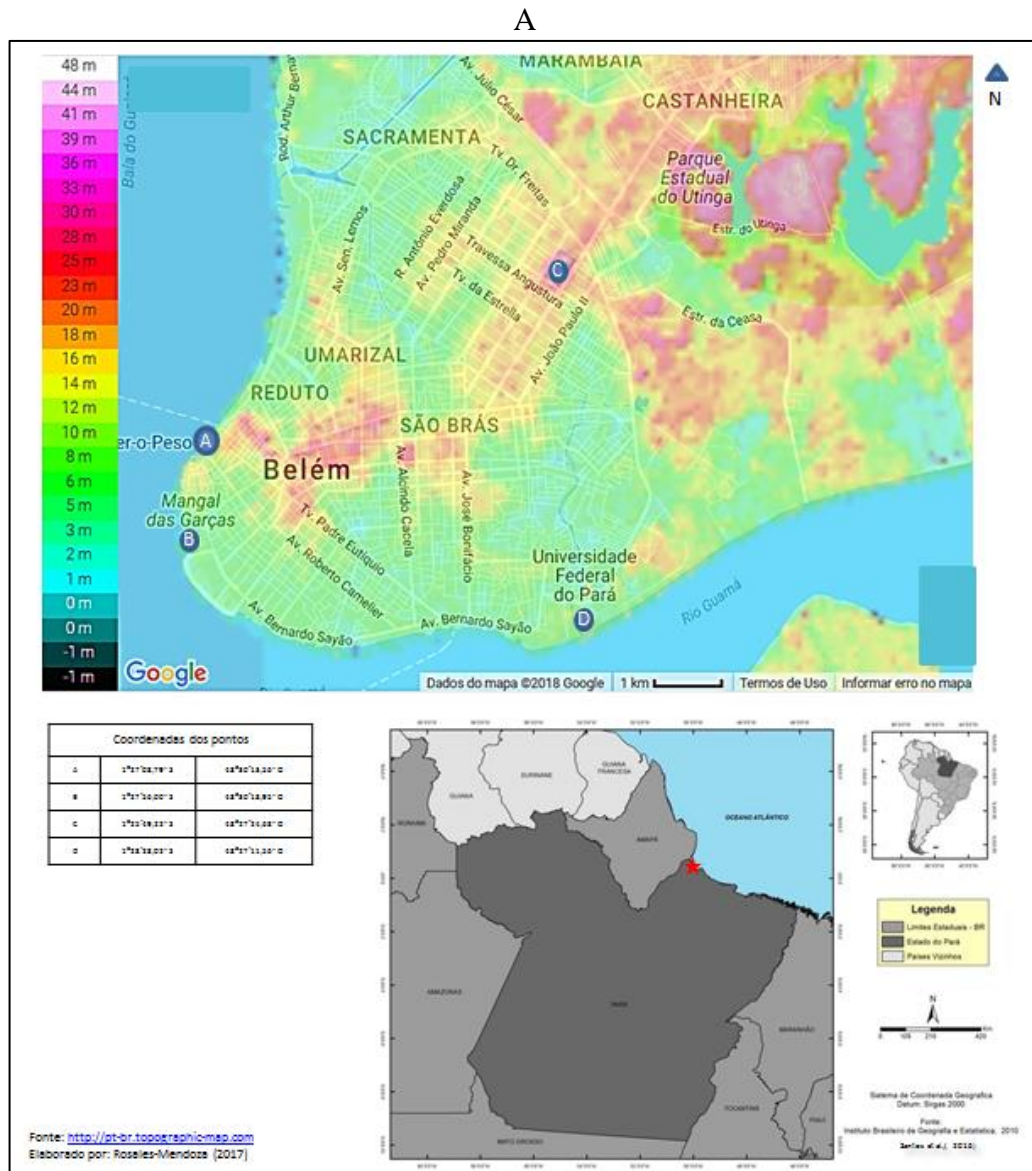
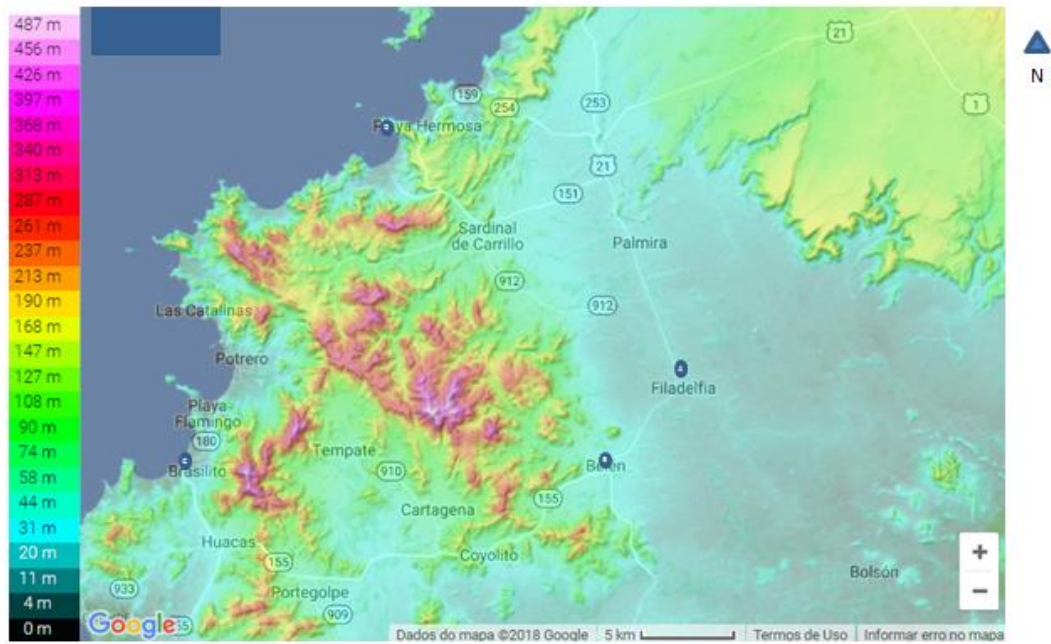


Figura 10 continua

B



Coordenadas dos pontos		
A	10°27' 32,65" N	85°55' 18,74" O
B	10°24' 24,60" N	85°55' 21,97" O
C	10°24' 28,46" N	85°47' 48,79" O
D	10°26' 55,86" N	85°47' 42,74" O

Fonte: <http://pt-br.topographic-map.com>
Elaborado por: Rossley-Mendoza (2017)



Fonte: Elaborado pelo Autor

Também foi considerada a distancia entre as construções e o espelho d'água, num raio de 50 metros linear, para risco de cheia, alagamento, e inundação. O raio maior de 50 metros e menor que 1000 metros, contemplaram áreas que poderiam sofrer pelo acontecido na área atingida. E localidades acima dos 1000 metros sofrem pouco o nada por causa de um evento.

A Tabela 1, Avaliação da Condição Natural apresenta os graus ou nível de importância por condição, definindo os intervalos de cada componente utilizando: a) altura da área em relação ao Nível Médio do Mar (NMM); b) distância linear entre o espelho d'água e a área ou zona de estudo; c) Evento Extremo de Precipitação (PRP). Desta maneira, permitiu fazer uma avaliação das condições naturais dos riscos que a população pode enfrentar nas referidas áreas, e se existe situação de perigo.

Tabela 1- Avaliação das Condições Naturais para cada cidade.

Condição		Natural					
Cor	Área	Altura da região em relação ao NMM		Distância linear ao espelho d'água		Evento de Precipitação diária	
		Belém	Carrillo	Belém	Carrillo	Belém	Carrillo
Alto (vermelho)	AA	≤ 9 metros acima do NMM	≤ 24 metros acima do NMM	P ≤ 50 metros	P ≤ 50 metros	PRP ≥ 70 mm	PRP ≥ 87 mm
Médio (amarelo)	AID	> 9; ≤ 40 metros acima do NMM	> 24; ≤ 40 metros acima do NMM	P > 50; ≤ 1000 metros	P > 50; ≤ 1000 metros	PRP > 25; < 70 mm	PRP > 11; < 87 mm
Baixa (verde)	AIID	> 40 metros acima do NMM	> 40 metros acima do NMM	P > 1000 metros	P > 1000 metros	PRP ≤ 25 mm	PRP ≤ 11 mm

Fonte: Autor

Para a interpretação dos resultados foi utilizado o código de cores verde, amarelo e vermelho. A cor verde indica grau de importância menor, ou seja, que as ações que se derivem da análise podem ser feitas paulatinamente, sem pressão; a cor amarela sugere um grau de importância médio, as ações de prevenção, correção, e de operacionalidade ou administrativas, podem se realizados com certa pressão. E a cor vermelha mostra o grau de importância maior, sugerem ações e atenção imediatas, urgentes e emergentes, especialmente ações de prevenção e correção.

Neste trabalho, foi elaborado um índice para fornecer uma proporção entre a altura da pegada d'água e a quantidade de chuva ocorrida, e que o valor encontrado permitisse o uso para as cidades analisadas (Belém e Carrillo). O desenvolvimento inicia mediante uma equação da proporcionalidade de Thales de Mileto foi calculada a razão para cada cidade, conforme na equação 2, onde (h_x) é a medida pontual da altura d'água na área de inundação e (PRP) é a precipitação.

$$\text{Razão da pegada d'água (RPA)} = h_x / \text{PRP} \quad (2)$$

Fonte: Autor

A razão foi analisada pela correlação dos fatores calculando o coeficiente de regressão, usando as equações (3, 4, 5 e 6) para cada cidade com os dados das precipitações extremas no período 2000-2016, seguido com todos os dados e depois com dados acima de 70 mm. Após foi construída uma Tabela com a variação da Razão da Pegada d'água para cada 10 mm até 300 mm, realizando as comparações dos resultados.

$$y = mx + n \quad (3)$$

$$y - \bar{y} = \frac{O_{xy}}{O_{x^2}} (x - \bar{x}) \quad (4)$$

$$m = O_{xyfi} = \frac{\sum xyfi}{N} - \bar{x}\bar{y} \quad (5)$$

$$n = O_{x^2fi} = \frac{\sum x^2fi}{N} \bar{x}^2 \quad (6)$$

Onde:

y = Altura da pegada d'água

m = O_{xyfi} =Covariância

x =Precipitação

n = O_{x^2fi} =Variância

\bar{y} = Meia altura da pegada d'água

N =Número de Dados

\bar{x} =Meia Precipitação

fi=Freqüência

Foi testado o efeito da localização da área de estudo com referencia ao nível médio do mar, no caso da cidade de Belém o ponto da medição encontrasse a 6 metros de altura, e a da cidade de Carrillo a 15 metros, a equação 7 foi aplicada.

$$\text{Altura na medição (h)} = \frac{\text{Medição no ponto}}{\text{Localização ponto de medição referida ao NMM}} \quad (7)$$

Fonte: Autor

Comparou-se os resultados de cada uma das opções da pegada d'água: a) a somatória das razões da pegada d'água; b) a média da somatória das razões das cidades; c) a somatória das razões da pegada d'água incorporando a referência da localização no ponto da medição com o nível médio do mar; e d) a média da somatória das cidades incorporando a referência da localização no ponto da medição com o nível médio do mar, para identificar a melhor proposta como indicador do impacto da pegada d'água (I_{pa}). Assim se aplicaram as equações (8, 9, 10 e 11).

$$I_{pa} = [(h_{MB} + h_{BC}) / (PRP_B + PRP_C)] \quad (8)$$

$$I_{pa} = \left[\frac{(h_{MB} + h_{BC}) / (PRP_B + PRP_C)}{N} \right] \quad (9)$$

$$I_{pa} = \left[\frac{\left(\frac{h_{MB}}{L_{pm \rightarrow NMM}} \right) + \left(\frac{h_{BC}}{L_{pm \rightarrow NMM}} \right)}{(PRP_B + PRP_C)} \right] \quad (10)$$

$$I_{pa} = \left\{ \left[\frac{\left(\frac{h_{MB}}{L_{pm \rightarrow NMM}} \right) + \left(\frac{h_{BC}}{L_{pm \rightarrow NMM}} \right)}{(PRP_B + PRP_C)} \right] / N \right\} \quad (11)$$

Onde:

h_{MB} =	Altura no bairro Marco-Belém	PRP_B =	Precipitação Belém
h_{BC} =	Altura no bairro Bambú-Carrillo	PRP_C =	Precipitação Carrillo
$L_{pm} \rightarrow NMM$ =	Localização do ponto da medição referido ao Nível Médio do Mar		
N =	Quantidade de observações		

Fonte: Autor.

A relação entre os alagamentos pela precipitação e o nível da maré, foi estudado por Santos (2010); Silva Junior et al., (2011), concluíram que o nível da maré, quando alto, exerce uma grande influencia nos eventos de alagamentos da cidade, principalmente, quando associado a eventos de precipitação maiores que 10 mm, sem influencia da maré alta, apenas com chuvas do tipo convectivas, com valores acima de 35 mm, em intervalos curtos de tempo, já são suficientes para gerar transtornos de alagamentos. Ou seja, 10 mm de influencia da maré alta são equivalentes a 0,006345 metros de altura da pegada d'água.

2.2.2.2 Tratamento dados socioeconômicos.

Para avaliar o fator social foi considerado os domicilio em situação vulnerável, ou seja, onde os moradores estão são carentes de serviços públicos, educação e possuem baixa renda. Portanto, os domicílios foram agrupados, a partir dos dados do censo 2010 (IBGE), para selecionar os que estão nas condições de vulnerabilidade. A somatória dos domicílios nessas condições foi dividido pelo total dos domicílios em cada bairro e pelo total de domicílios da cidade, para conhecer a porcentagem da população em condição de vulnerabilidade social. Para a cidade de Carrillo foi utilizado o censo 2011(INEC), que já fornece a porcentagem da população em condição de vulnerabilidade socioeconômica.

Os domicílios vulneráveis são residências informais (favelas), casas feitas sem estruturas para enfrentar situações de risco. Essas residências não estão situadas apenas nas zonas suscetíveis a cheias, alagamentos e inundações, mas também outras zonas como áreas de montanhas e do litoral. A taxa de desemprego é de 9,7%, escolaridade média de 8,3%. (DE COSTA RICA, 2015; CHINCHILLA, 2002; INDER, 2016, MAYKAL, 2017; ROSERO-BIXBY, 2002).

A Tabela 2 apresenta a avaliação do Fator Social, quando é maior das 20% significa que a população se encontra em alto risco, entre o 10% e 20% é risco médio, pode ter

desenvolvimento ou entrar em processo de decadência. Menor que 10% é risco baixo, um população saudável.

Tabela 2 - Avaliação da Condição Social.

Cor	Área	Domicílios	
		Belém	Carrillo
		%	
Alto (Vermelho)	AA	> 20%	> 20%
Médio (Amarelo)	AID	> 10%; ≤ 20%	> 10%; ≤ 20%
Baixa (verde)	AIID	< 10%	< 10%

Fonte: Autor

O valor monetário do bem material de um domicilia vulnerável é composto pela somatória do valor monetário dos bens móveis (artigos de utilidade doméstica) apresentado na Tabela 3. Inicialmente, foi usada a Tabela de referência, a proposta por Baró et al., (2012a), cujo os valores foram atualizados, para os dias atuais (9/11/2017). Amoeda local (Unidade Monetária Local - UML) das cidades de Belém (coluna b) e Carrillo (coluna d), foi convertida para dólar americano (USA), e chamados de Unidade Monetária de Referencia (UMR), os valores convertidos são apresentados nas colunas (c) e (e). A diferença entre os valores dos bens materiais móveis apresentados nas colunas (c) e (e) estão na coluna (f). O valor monetário total dos bens móveis utilizado na pesquisa é resultado da média dos totais das cidades, resultando no valor de 4264 UMR.

Tabela 3- Valores dos bens materiais móveis.

Tipo de Câmbio: 3,25 (a ₁) Brasil 569,84 (a ₂) Costa Rica	UML BR	UMR (b/a ₁)	UML CR	UMR (d/a ₂)	Diferencia no custo UMR (c-e) BR-CR
Ao dia: 09/11/2017	(b)	(c)	(d)	(e)	
Conjunto de mesa	693	213	135900	238	-25
Sofá três lugares	631	194	150000	263	-69
Rack	246	76	63000	111	-35
Mesa para computador	350	108	75000	132	-24
Guarda Roupa	316	97	135990	239	-141
Armário	664	204	194900	342	-138
Balcão para Pia	246	76	125000	219	-144
Camas	568	175	113000	198	-24
Treliche	617	190	175000	307	-117
Colchões	956	294	280000	491	-197
Ventilador	169	52	30000	53	-1
Lavadora	997	307	100000	175	131
Micro-ondas	804	247	45990	81	167
Fogão	500	154	109990	193	-39
Geladeira	1124	346	269900	474	-128
Caixa de Som	500	154	159990	281	-127
Televisa	400	123	124950	219	-96
Liquidificador	119	37	25000	44	-7
Roupa e acessórios	1980	609	462722	812	-203
Total	11880	3655	2776332	4872	-1217

Médio Valorem UMR	4.264
-------------------	-------

Fonte: Baró et al., (2012) adaptado pelo autor.

O valor monetário do bem imóvel foi calculado usando o Índice de Preço da Construção Civil do IBGE e INEC, ambos para setembro de 2017 (Tabela 4), onde foi feita a mesma conversão utilizada para os bens móveis. O valor monetário do bem imóvel e resultado da média entre as duas cidades, resultando no valor de 252 UMR, por metro quadrado de construção. Considerando uma moradia com 42 metros quadrados, o valor do bem imóvel é foi de 10.584 UMR.

Tabela 4- Valor médio do metro quadrado do domicilio vulnerável.

Tipo de Câmbio: 3,25 (a ₁) Brasil 569,84 (a ₂) Costa Rica Ao dia: 09/11/2017	UML BR (b)	UMR (b/a ₁) (c)	UML CR (d)	UMR (d/a ₂) (e)	Diferencia no custo UMR (c-e) BR-CR
Índice da Construção	1043	321	103765	182	139
Média Valorem UMR					252

Fonte: Autor

O valor monetário do bem material foi determinado somando os valores médios do bem móvel mais o imóvel (Equação 12), para poder ter um valor que pode ser convertido em qualquer tempo e localização da área de estudo.

$$V_{Bv} = A + B \quad (12)$$

Onde:

V_{Bv} = Valor do Bem Vulnerável

A = Bem Móvel

B = Bem Imóvel

O valor de bem material por domicílio em vulnerabilidade é de 14.848 UMR.

A condição social foi definida e avaliada neste estudo considerando a renda familiar, se for menor ou igual a um salário mínimo significa condição social de alto risco, principalmente se a família é constituída por mais de quatro membros. De dois até cinco salários mínimos por unidade familiar é médio risco, maior do que cinco salários mínimos são baixo risco (Tabela 5). Em todos os casos depois da avaliação inicial, a situação deve ser comprovada. Em consequência, o bem móvel e imóvel respondem ao poder aquisitivo dos moradores. O intervalo menor de 10.584 (UMR) no valor do bem imóvel mostra uma condição de vulnerabilidade econômica, maior de 10.584 até 31.752 (UMR) uma condição média e maior de 31.752 uma condição baixa. No caso de bens móveis, se a soma de valor dos bens móveis é igual ou menor que 4.264 (UMR) a uma condição é de vulnerável, maior de 4.264 até 12.792 (UMR) condição média e maior de 12.792 uma condição baixa.

Tabela 5- Avaliação da Condição Econômica.

Condição		Econômica					
Cor	Área	Renda		Imóvel		Móvel	
		Belém	Carrillo	Belém	Carrillo	Belém	Carrillo
		UML		UMR		UMR	
Alto	AA	≤ 1 Salario Base		≤ 10.584		≤ 4.264	
Médio	AID	Até 3 Salario Base		>10.584, ≤ 31.752		>4.264, ≤ 12.792	
Baixa	AIID	Maior de 3 Salario Base		>31.752		> 12.792	

Fonte: Autor

Com os conceitos apresentados foi desenvolvida a Equação (13) para Avaliação Monetária Material Meio Ambiente

$$AMA = [(NS^Q E^{V_{Bv}}) I_{pa}] PRP_{mo} \quad (13)$$

Onde:

AMA = Avaliação Monetária Meio-Ambiental

N = Condição Natural = 1

S^Q = Condição Social = Quantidade de domicílios vulneráveis

E = Condição Econômica = Valor do Bem Material Vulnerável

I_{pa} = Índice da pegada d'água

PRP_{mo} = Precipitação no momento da observação ou estudo.

Usando o I_{pa} multiplicado por o custo do bem material do domicilio vulnerável (14.848 UMR), foi determinado o custo por milímetro de precipitação, no valor de 94,23 UMR por milímetro de precipitação. A partir dos resultados foi calculado o coeficiente de regressão linear entre a precipitação (X) e os custos (Y). Assim, conhecendo X, o seja, a precipitação foi possível obter o valor monetário do dano material ou perda, por exemplo, se a precipitação foi de 148,6 mm a perda provável por domicilio é de 14.003 UMR, se a precipitação foi de 94,9 mm a perda foi de 8,942 UMR por domicilio.

O que motiva a pensar na proposta de uma modelagem na avaliação dos prejuízos dada pela Equação (14).

$$Y = X_0 + X_1B_1 + X_2B_2 + X_3B_4 \dots Dumy \quad (14)$$

Onde:

Y = Soma total das observações

X = A precipitação variável dominante.

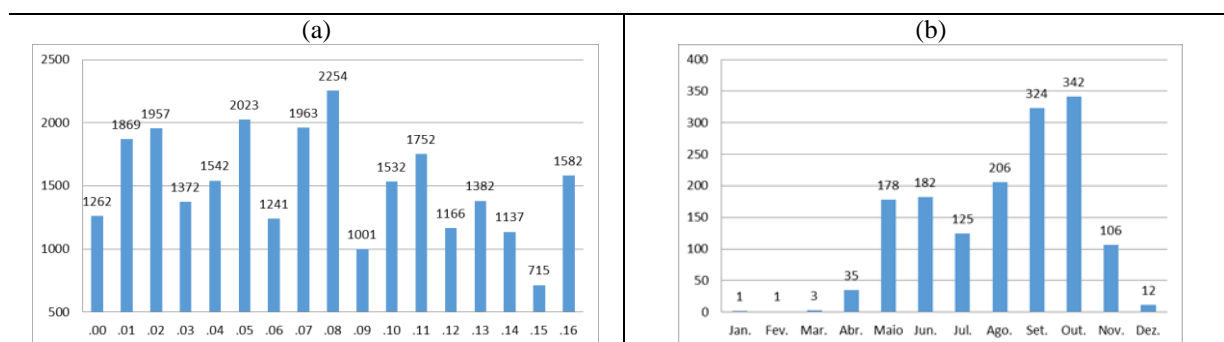
B = A quantidade de domicílios vulneráveis da cidade objeto de estudo por o valor monetário, do bem material do domicilio vulnerável e por Ipa.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Carrillo de Guanacaste, Costa Rica.

A Figura 11 mostra a variação da precipitação para Cidade de Carrillo-Guanacaste, Costa Rica, no período de 2000–2016, acumulada anual (a) e média mensal (b), pode ser verificado que a maioria das precipitações anuais esteve acima de 500 mm, com tendência a diminuir. Observa-se que o ano 2015 apresentou menor precipitação (715 mm), este ano esteve sob a influência El Niño (EN), enquanto que o ano 2008, que foi influenciado pelo fenômeno La Niña (LN) teve a maior precipitação (2254 mm). A variação da precipitação média mensal mostra dois períodos bem definido: a) um período seco, que vai de dezembro a abril, com meses com pouca (<10 mm) ou nenhuma precipitação, no caso os meses de janeiro, fevereiro e março, e; b) um período chuvoso com precipitações elevadas, valores >100 mm, chegando a 342 mm no mês de outubro, evidenciando que outubro é o mês com as maiores precipitações.

Figura 11 - Precipitação na Cidade de Carrillo-Guanacaste, Costa Rica (2000-2016): (a) Precipitação Acumulada Anual; (b) Precipitação Média Mensal no período.



Fonte: Autor

O IMN (2012) tem identificados os fenômenos de escala planetária que influenciam o clima de Costa Rica que são: El Niño Oscilação Sul (ENOS); Zona de Convergência Intertropical (ZCIT); Monção e a Oscilação Madden-Julian (OMJ). ENOS é um fenômeno cíclico, periódico, que surge devido as anomalias da temperatura do oceano Pacífico. A ZCIT é a faixa equatorial, onde, o Sol provoca uma atividade de evaporação e aquecimento elevados, e ocorre a convergência dos ventos alísios. A Monção é reconhecida pela significativa mudança na direção do vento, entre as estações do ano; e OMJ é um sistema acoplado oceano-atmosfera, a pressão na superfície e os ventos com tendência a mostrar um ciclo coerente, com frequência média de 45 dias (variação entre 30 a 60 dias). Autores concordam, que os índices de temperatura durante o inverno boreal na latitude norte mostram

um aquecimento que reduz o contraste da umidade entre as regiões, o que provoca o crescimento dos eventos de precipitação intensa. Ademais, a América Central é influenciada pelas Ondas Tropicais de Este e a atividade de ciclones tropicais das regiões Caribe-Atlântico Tropical e Pacífico Tropical Este (AGUILAR et al., 2005; ALEXANDER et al., 2012; ALFARO; GONZALEZ et al., 2008; HANSTERATH et al., 2001; INDER, 2016; KARMAUSKAS; BUSALACHI, 2009; LIZANO; ALFARO; PEREZ-BRICEÑO, 2014; MINAET-IMN, 2012a, 2012b; MINAET-IMN, 2017; PEREZ-BRICEÑO, 2014; QU et al., 2010; RAPP et al., 2014; XU et al., 2015).

Então, a precipitação de Cantón de Carrillo, Guanacaste é influenciada pela força de grande escala Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), pois quando a ZCIT está mais ao norte da linha do equador, nos meses de junho a novembro, ocorrem as maiores precipitação, quando a ZCIT está mais ao sul do equador (dezembro a maio), as chuvas são menores, ou não chove. Além disso, os fenômenos EN e LN, interferiram na quantidade da chuva ocorrida no período estudado, pois o ano de 2008 teve chuva em todos os meses do ano, diferente dos outros anos que sempre apresentam pelo menos um mês sem chuva (fevereiro).

O cálculo de percentil com k-eximo de 99% permitiu separar 26 eventos com valor maior que 88 mm, apresentado na Tabela 6, identificado que o dia 31 de outubro de 2001 teve o maior evento com 197 (mm) da precipitação, dentro dos meses identificados como de mais chuva na região.

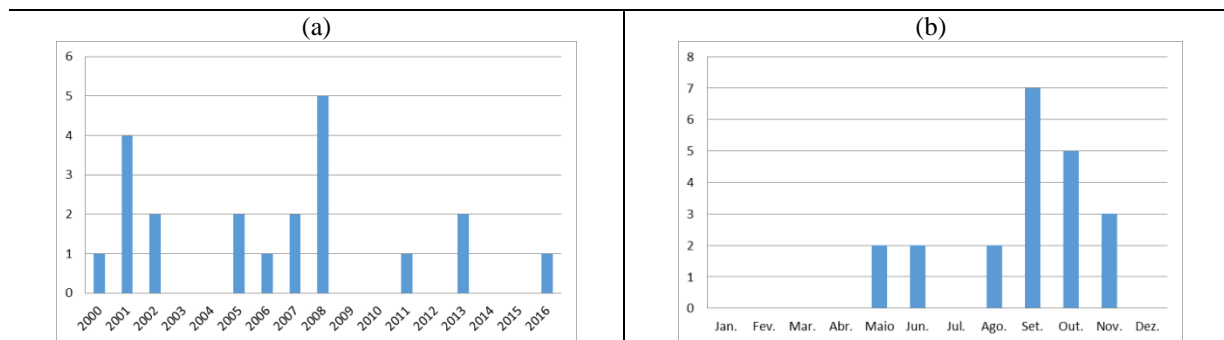
Tabela 6- Lista de eventos extremos maiores do limite base de precipitação Carrillo de Guanacaste, Costa Rica Período (2000 – 2016).

Data	PRP	Data	PRP	Data	PRP
30/10/2001	197,1	15/10/2011	115,0	02/09/2008	96,0
10/02/2001	178,0	05/06/2006	111,5	18/09/2002	94,6
24/05/2002	172,0	23/11/2016	109,4	19/09/2007	93,6
03/09/2008	133,8	15/08/2013	108,8	15/10/2008	90,9
31/10/2001	128,3	21/09/2005	104,5	14/10/2007	89,2
14/10/2008	123,7	24/09/2005	104,1	30/09/2000	88,5
28/09/2000	122,7	27/08/2008	102,2		
04/06/2013	121,8	25/05/2001	101,3		

Fonte: Autor

Ao analisar as precipitações extremas na cidade de Carrillo de Guanacaste, pode ser identificado que os anos 2001 e 2008 tiveram a maior concentração de precipitações extremas, e o mês de setembro teve a maior concentração de chuvas intensas, Figura 12.

Figura 12 - Precipitações Extremas na Cidade de Carrillo de Guanacaste, Costa Rica (2000-2016); (a) Precipitação extremas por ano; (b) precipitações extremas por mês.



Fonte: Autor

Alguns eventos extremos de precipitação foram noticiados pelo jornal local (NJL). Os principais veículos de comunicação como TELETICA, REPETEL, o jornal LA NACIÓN, DIARIO EXTRA, informaram constantemente sobre alagamentos, cheias, inundações, famílias atendidas em albergues, desaparecidos, etc. Estudos recentes mostram que as notícias servem para ajudar na avaliação dos impactos causados a população, identificando bairros atingidos devido às chuvas intensas (CAMPOS; SANTOS DA MOTA; QUADROS DOS SANTOS, 2015 e Santos, 2015).

A pegada d'água para cada um dos eventos de precipitação extrema, determinada, multiplicando a precipitação pelo Índice da pegada d'água (I_{pa}), com valor de 0,0065128 metros de altura por milímetro de precipitação, para identificar a possível pegada d'água de cada data, presentados na Tabela 7.

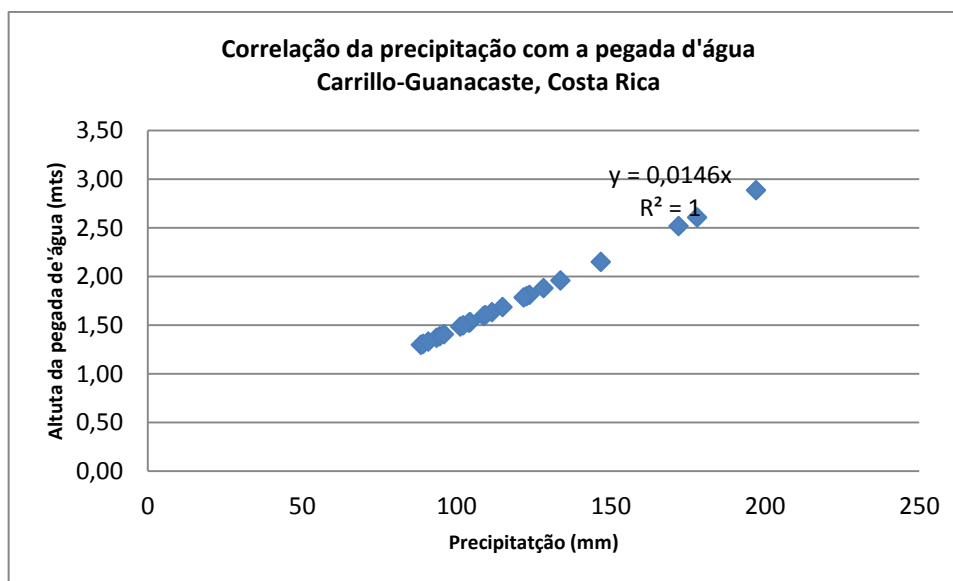
Tabela 7- Altura pegada d'água da cidade de Carrillo-Guanacaste, Costa Rica (2000-2016).

Data	Precipitação (mm)	Ipa
28/09/2000	122,7	0,78
30/09/2000	88,5	0,56
25/05/2001	101,3	0,64
30/10/2001	197,1	1,25
31/10/2001	128,3	0,81
01/11/2001	178	1,13
24/05/2002	172	1,09
18/09/2002	94,6	0,60
21/09/2005	104,5	0,66
24/09/2005	104,1	0,66
05/06/2006	111,5	0,71
19/09/2007	93,6	0,59
14/10/2007	89,2	0,57
27/08/2008	102,2	0,65
02/09/2008	96	0,61
03/09/2008	133,8	0,85
14/10/2008	123,7	0,79
15/10/2008	90,9	0,58
15/10/2011	115	0,73
04/06/2013	121,8	0,77
15/08/2013	108,8	0,69
23/11/2016	109,4	0,69

Fonte: Autor

Pode ser verificada que a pegada d'água é dependente da precipitação, a correlação de Pearson é de 0,98, ou seja, é funcionalmente exata, perfeita e positiva. Isso significa que a medida da altura da pegada d'água aumenta com a precipitação. Estas duas variáveis, precipitação e a pegada d'água, impactam tudo que está sobre o solo, a Figura 13 mostra a reta de regressão.

Figura 13 Retas de regressão da precipitação e pegada d'água Cidade de Carrillo.



Fonte: Autor

O uso da técnica de análise de correlação e regressão linear é importante para estimar parâmetros desconhecidos, e ainda prever a correlação entre uma ou mais variáveis dependentes ou independentes, possibilitando a tomada de decisão. Esta técnica foi utilizada em vários estudos como: a) criar um ambiente ergonômico ideal, para exercer atividades bancarias; b) determinar a influência das variáveis naturais e antrópicas nos padrões da temperatura de superfície; c) verificar os fatores socioeconômicos e de saúde associados à qualidade de vida de idosos em ambientes comunitários; e d) conhecer o contributo dos fatores antropométricos, bioenergéticos e biomecânicos para a performance de nadadores de elite no pico da performance na época de verão. (ALVES, 2016; COSTA et al., 2012; RODRIGUES et al., 2017; SAMPAIO, 2015; SUBRAMANIAN; COUTINHO; SILVA., 2007). Então a técnica amplamente, e se encontrou conveniente para o estudo presente.

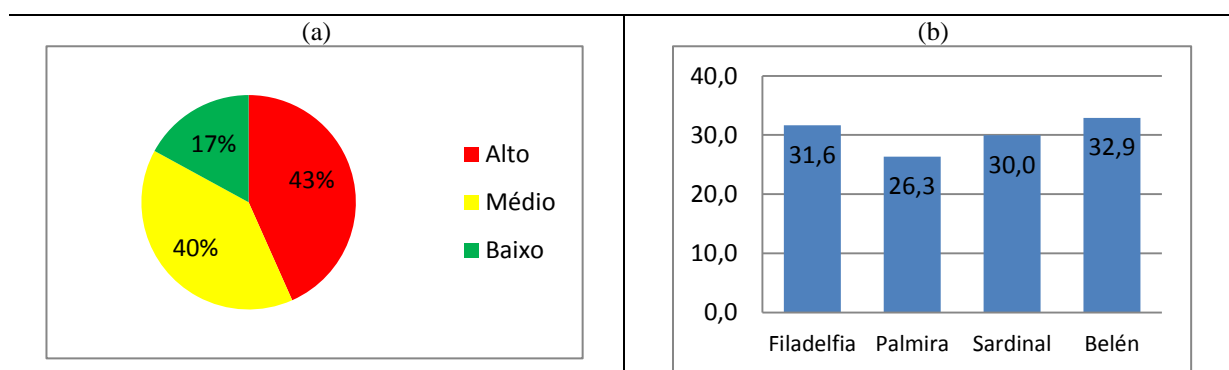
A topografia da cidade de Carrillo é variável (Figura 14), com áreas de até 1898 metros acima do Nível Médio do Mar (NMM), predomina uma condição de Valle principalmente nas zonas vulneráveis a alagamentos e inundações. Uma atenção para localidades próximas aos rios como o Tempisque, com espelho d'água a uma altura entre 24 e 26 metros acima NMM, próximo a populações estabelecidas em regiões a uma altura de 16 metros acima do NMM. Carrillo tem uma topografia irregular com planícies, montanhas e inclusive Vulcões na proximidade. A Figura 10b mostra a área vulnerável de cor cinza,

intitulada como área atingida, os dados encontrados foram comparados com as informações da Comissão Nacional de Emergência (CNE).

A condição topográfica das áreas com altura menor ao curso do canal da água (rio Tempisque) as converte em receptoras da água natural. Então, tem possibilidade de cheia, alagamentos e inundações, pois, os canais hidrográficos já tem uma carga da água, que com presença da chuva intensa, tem a tendência de ficar cheios, quando sobre passa sua capacidade de recepção acontece o alagamento, até se converter em uma inundação quando a capacidade de drenagem é saturada. Estas áreas têm pelo menos seis tipos de solo classificadas como áreas de alto risco de vulnerabilidade conforme a Tabela 5 (CIVELLI, 2005; CNE, 2014; INDER, 2016; JACOMINE, 2013). Na atualidade estas áreas em Carrillo, estão sendo invadidas, com construções de moradias informais que carecem dos serviços básicos e em condição de vulnerabilidade. (RODRIGUEZ, 2016; SÁNCHEZ et al., 2007).

O fator social para a cidade de Carrillo avaliado com a Tabela 2 mostra do total de 37.122 domicílios existentes, foi verificado que, segundo os dados do INEC (2011), 17% são baixo risco, 40% de risco médio e 43% em condição socioeconômica de alto risco. (Figura 14 a). Os 30,50% média dos domicílios da cidade estão em situação de vulnerabilidade socioeconômica, segundo INEC (2011), considerando os domicílios com necessidades básicas não supridas; o distrito administrativo de Palmira tem a porcentagem menor (26,3%) e Belén a maior que 32,9% (Figura 14 b).

Figura 14 - Avaliação do fator social dos domicílios da cidade de Carrillo-Guanacaste, Costa Rica: (a) Total de Domicílios; (b) Domicílios em condição de vulnerabilidade por distrito.



Fonte: Dados do INEC

Lembrado que os domicílios vulneráveis são residências informais (favelas), casas feitas sem estruturas para enfrentar situações de risco. Essas residências não estão situadas

apenas nas zonas suscetíveis a cheias, alagamentos e inundações, mas também outras zonas como áreas de montanhas e do litoral. A taxa de desemprego é de 9,7%, escolaridade média de 8,3%. No Planejamento Nacional de Desenvolvimento tem alguns programas para atender as famílias em vulnerabilidade socioeconômica executada pelo Instituto Misto de Ajuda Social (IMAS) e a Comissão Nacional de Reabilitação e Educação Especial (CNREE) no período 2015-2018 (CHINCHILLA, 2002; DE COSTA RICA, 2014; INDER, 2016, MAYKALL, 2017; ROSERO-BIXBY, 2002).

Então, 30,50% da população estão em situação de vulnerabilidade socioeconômica, segundo a metodologia utilizada neste estudo 43%, se encontra dentro do intervalo do risco alto de vulnerabilidade (INDER, 2016). A principal causa, possivelmente, é alta taxa de desemprego, acompanhada da pouca oferta laboral, onde as principais atividades comerciais até o dia de hoje são: criação de gado e cultivo da cana-de-açúcar, arroz, leiteira, serviços públicos e privados; nos últimos anos se incorpora as atividades de turismo e piscicultura (especialmente lagostim), a renda familiar é menor que um salário base, o seja, 526 UMR, limitando o poder aquisitivo e acesso a educação superior (BLANCO, 2016; CHANT; MORENO, 2005; CHEN, 2015; IÑAMAGUA-UYAGUARI et al., 2016; MARCHENA, 2015; VILABOA-ARRONIZ et al., 2012). A condição mostra vulnerabilidade socioeconômica das famílias e assinala a urgência de atendimento, principalmente para condição de mudanças climáticas, que força a ações de adaptação e prevenção dessas populações. (AGUILAR et al., 2005; BLANCO, 2016; CHANT; INDER, 2016; LOPEZ, 2013; MORENO, 2005; SAUMA,2011).

Sauma (2011) discute sobre a vulnerabilidade da população na região sinala que a mesma e resultado principalmente pela falta de fontes de trabalho, adicionando as necessidades básicas não satisfeitas e a desigualdades relevantes como a distribuição do solo e acesso a água, propõe um trabalho interinstitucional para soluções concretas. Por outra parte, Chant e Moreno (2005) já discutiam sob a desintegração familiar pela causa de falta de emprego na região.

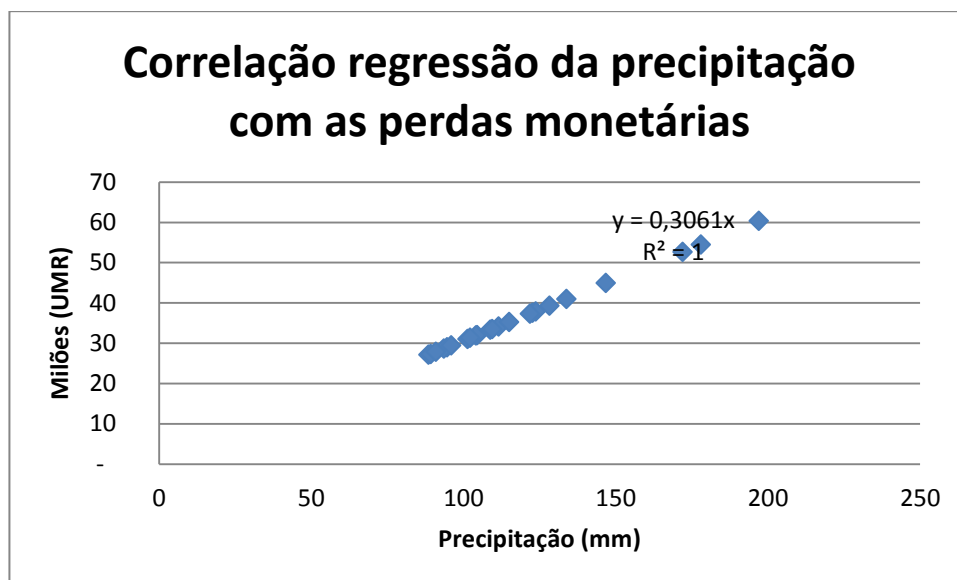
A CEPAL (1989; 2003; 2013) e colaboradores (AVILA; REESE, 2005; BITRÁN, 2009; GALLOPIN, 2003; REYNA 2006; VARGAS, 2002) investigam amplamente o tema da vulnerabilidade com visão interdisciplinar, procurando novos conceitos e metodologia de operacionalizar. Utiliza-se a vulnerabilidade para determinar o risco antes de uma catástrofe, assim mesmo os niveles de impacto e fragilidade, como a condição social da população para a redução de danos e prevenção de desastres. Alguns indicadores da vulnerabilidade social

utilizados são a baixa renda e a qualidade da infraestrutura física (domicílios, estradas, serviços públicos de energia e disponibilidade de água).

Ao observar as condições naturais e socioeconômicas, foi identificada a área vulnerável que é mais atingida por precipitações extremas (constantemente e periodicamente). Dentro das principais preocupações desta condição meio ambiental ficam as cheias, alagamentos e inundações pelo excesso d'água no período chuvoso e as doenças, como por exemplo, a dengue e outras doenças respiratórias (CARREÑO; CARDONA; BARBAT, 2005; FULLER; TROYO; BEIER, 2009; VARELA-MEJIAS; PEÑA-NAVARRO; ARANGUREM-CARO, 2017).

Aplicando a metodologia desenvolvida no estudo aos eventos externos acontecidos no período de 2000-2016, se determinou o possível custo das perdas materiais da população, por cada um dos eventos de precipitação extrema (Figura 15), À medida que a precipitação aumenta, maior é a perda material por excesso d'água, o que se interpreta como uma correlação perfeita negativa, portanto quanto maior a precipitação maior a perda material direta pelo contato com a água, a correlação de Pearson é de 1.

Figura 15 – Correlação da regressão da precipitação com as perdas monetárias.

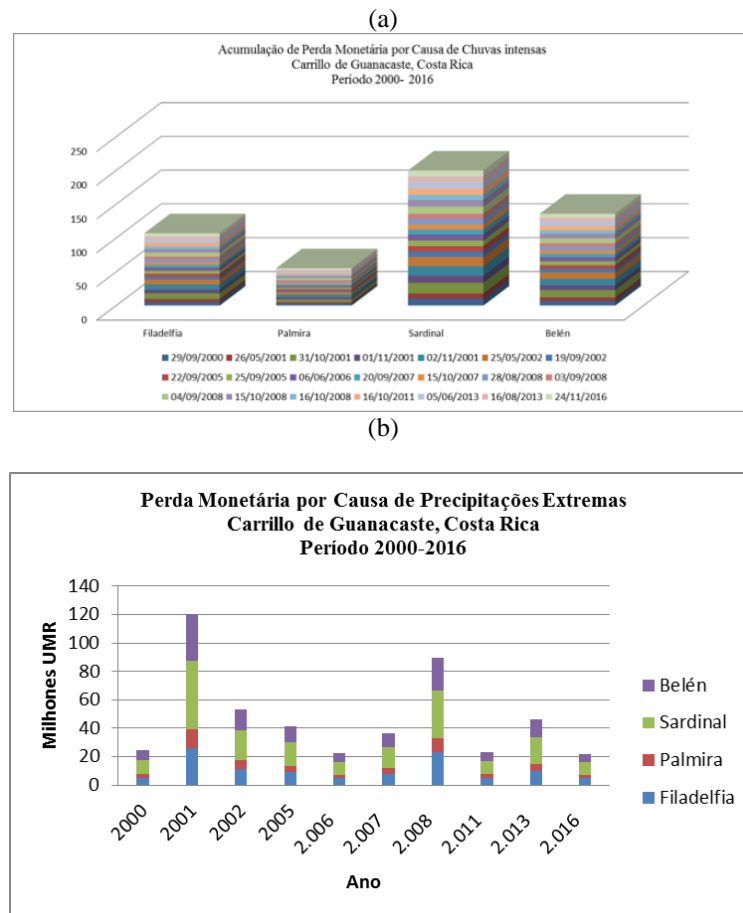


Fonte: Autor

Na Figura 16 (a) se mostra a acumulação das perdas causadas pelas precipitações extremas por distrito, para a cidade de Carrillo. Sardinal foi o distrito que acumulou as maiores perdas, pois tem a maior população (1271 domicílios), seguido de Belén com 864 domicílios. Na Figura 16 (b) se mostra a acumulação por ano, sendo o ano 2001, com 4

eventos extremos, é o que apresenta as maiores perdas, com os maiores eventos acontecido nos dia 31 de outubro e 2 de novembro de 2001, seguido do ano 2008, que tiver a maior quantidade de eventos extremos 5 em total acontecidos de agosto a outubro, detalhes se mostram na Tabela 8.

Figura 16 - Custo da perda monetária por causa das precipitações extremas 2000-2016: (a) Perdas monetárias por evento extremo de precipitação; (b) Acumulado por ano, por cada distrito.



Fonte: Autor

Na Tabela 8 se expõe os possíveis valores monetários da perda material direta, sofrida pelos moradores, nas áreas meio ambientalmente vulneráveis, calculados com a metodologia de avaliação desenvolvida na pesquisa. O valor se apresenta por dia, calculada com a Equação AMA, usando os dados de precipitações extremas no período de 2000-2016. A maior perda sofrida no período de estudo aconteceu o dia 31 de outubro de 2001, onde a precipitação foi de 197,1 mm, os danos materiais foram de 58.782.873 UMR, seguida no dia 1 e 2 de novembro do mesmo ano (2011), a perda de 38.264.042 e 53.086.511 UMR respectivamente, o seja, se a população nesse breve espaço de tempo de praticamente um dia recupera seus

bens materiais, imediatamente perderia seu investimento. A mesma observação para o mês de setembro de 2005, 2008; agosto, setembro e outubro de 2008.

Tabela 8 - Avaliação Monetária por Evento Extremo na Cidade Carrillo de Guanacaste, Costa Rica (2000-2016).

Data	Precipitação (mm)	AMA (UMR)
28/09/2000	122,7	36.593.904
30/09/2000	88,5	26.394.136
25/05/2001	101,3	30.211.593
30/10/2001	197,1	58.782.873
31/10/2001	128,3	38.264.041
01/11/2001	178	53.086.511
24/05/2002	172	51.297.078
18/09/2002	94,6	28.213.393
21/09/2005	104,5	31.165.957
24/09/2005	104,1	31.046.662
05/06/2006	111,5	33.253.629
19/09/2007	93,6	27.915.154
14/10/2007	89,2	26.602.903
27/08/2008	102,2	30.480.008
02/09/2008	96	28.630.927
03/09/2008	133,8	39.904.355
14/10/2008	123,7	36.892.143
15/10/2008	90,9	27.109.909
15/10/2011	115	34.297.465
04/06/2013	121,8	36.325.489
15/08/2013	108,8	32.448.384
23/11/2016	109,4	32.627.328
Total		771.543.854

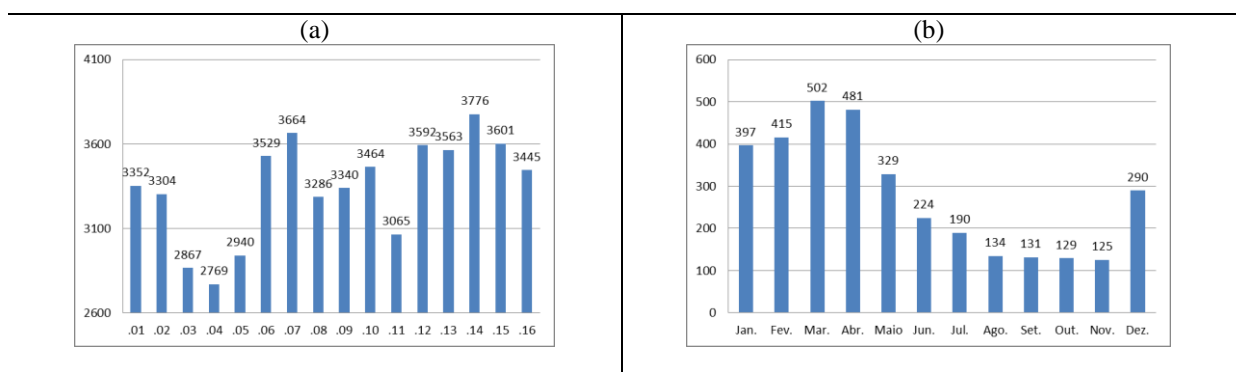
Fonte: Autor

O análise histórico comparativo, vem sendo usado. Geisler (2012) observou a extensão das áreas afetadas respondendo ao padrão das inundações na observação de quatro cenários com período de retorno de 5, 10, 25 e 50 anos, assim localiza áreas onde pode fazer um stock das construções e prever os possíveis danos no caso de um desastre. Greiner (2014) utilizou a régua linimétrica para auxiliar a redefinir as cotas topográficas permissíveis á ocupação das áreas inundáveis. Moraes et al., (2014) usou a modelagem hidráulica e hidrológica para a análise da suscetibilidade a inundações facilitando a localização de locais críticos quanto à ocorrência de alagamento. A discussão é ampla; e amplos os recursos para gerar uma ferramenta que coadjuve na prevenção, mitigação e administração do risco, a vulnerabilidade, e o território.

3. 2 Cidade de Belém do Pará, Brasil.

A Figura 17 mostra a variação da precipitação na Cidade de Belém do Pará, Brasil no período de 2000 - 2016, o comportamento da precipitação acumulada anual (a) e média mensal (b), pode ser verificado que a maioria das precipitações anuais esteve acima 2000 (mm), com tendência a incrementar. Observa-se que o ano 2003 apresentou menor precipitação anual de 2769 (mm) e 2013 com a precipitação maior 3776 (mm). Na Figura X pode observar-se que a média do ano 2003 foi de 231 (mm) esteve sob a influência de El Niño (EN) e La Niña (LA), enquanto que o ano 2013, que foi influenciado pelo fenômeno La Niña (LN) teve a maior precipitação média de 315 (mm). A variação da precipitação média mensal mostra dois períodos: a) um período de menor chuva que vai de maio a novembro, com meses com menor chuva (<300 mm) e; b) um período com maior chuva com precipitações com valores >300 mm, chegando a 507 mm no mês de maio, se evidencia que o mês de maio é onde acontecem as maiores precipitações.

Figura 17- Precipitação na Cidade de Belém do Pará, Brasil 2000 a 2016. (a) Precipitação Acumulada Anual. (b) Precipitação média mensal.



Fonte: Autor

As precipitações da cidade de Belém do Pará evidenciaram a influência do ENOS que alteraram significativamente as variáveis meteorológicas intensificando ou inibindo as atividades convectivas na região. Pois as temperaturas estiveram elevadas e precipitação abaixo da média no ano de El Niño, enquanto que no ano de La Niña a precipitação esteve acima da média do período. No entanto, as oscilações de escala anual e interanual parecem determinar a precipitação local. A chuva na região metropolitana de Belém apresenta variabilidade espacial e temporal. Também se observam instabilidade provocada pela associação à borda de um vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN). (FERREIRA, 2008; LIEBMAN; MARENGO, 2001; LOUREIRO et al., 2014; MAPA-INMET, 2017; MOTA, 2011; MOURA; VITORINO, 2012; MOURA; OLIVEIRA; OYAMA, 2015). Então, a

precipitação da cidade de Belém do Pará é influenciada pela forçam-te de grande escala Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) por quanto a ZCIT está mais ao norte da linha do equador, nos meses de julho a novembro, ocorrem as menores precipitações, quando a ZCIT está mais ao sul do equador de dezembro a maio, as chuvas são maiores. Além disso, o ENOS interfere na quantidade da chuva ocorrida, pois nos anos 2003 esteve sob a influência de El Niño (EN) e 2013 foram influenciados pela La Niña (LA).

O calculo de percentil com k-eximo de 99% permitiu separar 46 eventos com valor acima de 70 mm, apresentado na Tabela 8, pode ser identificado que o dia 24 de abril de 2005 teve o maior evento com 200 (mm) da precipitação.

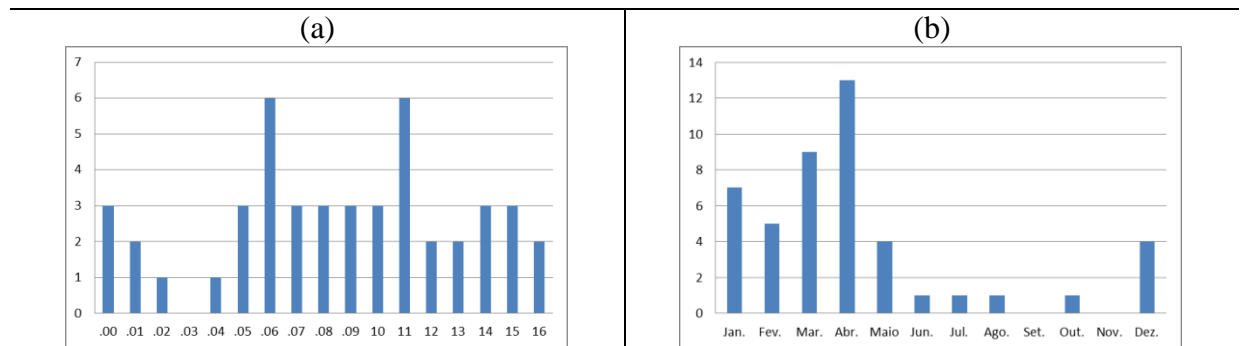
Tabela 9- Lista de Eventos Precipitações (PRP) Maiores do Limite Base Belém do Pará, Brasil Período 2000-2016.

Data	Precipitação	Data	Precipitação	Data	Precipitação
14/04/2000	133,7	27/01/2007	87,4	27/04/2011	75,9
17/04/2000	118,7	21/04/2007	98,2	12/05/2011	78
15/12/2000	79,2	01/12/2007	73,7	11/03/2012	81,9
29/03/2001	75,7	02/03/2008	92,1	08/07/2012	75,3
19/04/2001	75,5	31/03/2008	131,4	12/02/2013	161,2
15/04/2002	85,9	13/06/2008	78,4	19/03/2013	77,1
11/01/2004	82,9	19/01/2009	72,2	11/01/2014	75,5
24/04/2005	200,8	15/03/2009	77,6	28/02/2014	86,3
02/05/2005	74,9	25/04/2009	78,6	30/12/2014	74,1
06/10/2005	74,4	15/01/2010	76,2	27/02/2015	72,1
02/01/2006	72,5	06/05/2010	101,6	14/04/2015	81,2
01/03/2006	89,2	06/08/2010	72,4	29/04/2015	78,3
18/03/2006	85,3	21/01/2011	97,8	23/02/2016	70,2
29/03/2006	84	18/02/2011	115	26/05/2016	76,6
20/04/2006	96,7	13/04/2011	82,4		
11/12/2006	84,3	23/04/2011	100,3		

Fonte: Autor

Ao analisar as precipitações extremas na cidade, pode ser identificado que os anos 2006 e 2011 tiveram a maior concentração de precipitações extremas, no mês de abril é quem tem a maior concentração de eventos extremos, as precipitações altas acontecem no período de muita chuva (Figura 18 e Tabela 10).

Figura 18 – Ocorrência das precipitações extremas na cidade de Belém do Pará, Brasil 2000 a 2016. (a) Precipitações Extremas por Ano. (b) Precipitações extremas por Mês.



Fonte: Autor

Algumas datas com maiores volumes pluviométricas coincidiram com notícias do jornal local (NJL) como aconteceu nos estudos de (CAMPOS; SANTOS DA MOTA; QUADROS DOS SANTOS, 2015 e Santos, 2015) que identificaram e sinalaram os bairros de Cremação, Jurunas, Batista Campos, Pedreira, Guamá, Marco e Campina como os mais atingidos pela causa das chuvas intensas. No caso do dia 24 de abril de 2005, o noticiário G1 reportaram os bairros Cremação, São Bras e Marco com ruas alagadas.

A pegada d'água para cada um dos eventos de precipitação extrema foi determinada, multiplicando a precipitação pelo Índice da pegada d'água (I_{pa}), com valor de 0,0065128 metros de altura por milímetro de precipitação, também foi calculado o coeficiente de regressão linear apresentados na Tabela 10.

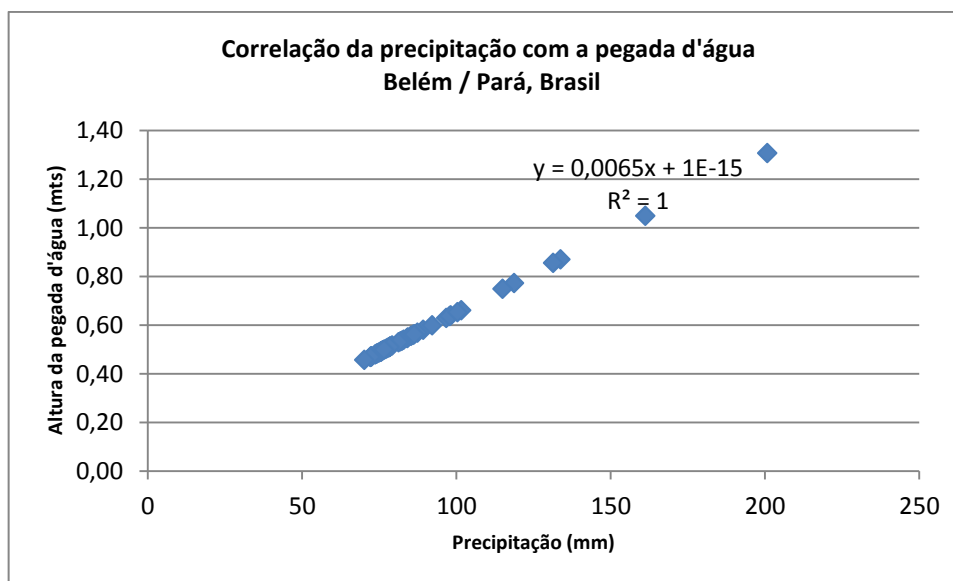
Tabela 10 - Altura da pegada d'água Belém do Pará, Brasil (2000-2016).

Data	Precipitação (mm)	Ipa	Data	Precipitação (mm)	Ipa
14/04/2000	133,7	0,85	15/03/2009	77,6	0,49
17/04/2000	118,7	0,75	25/04/2009	78,6	0,50
15/12/2000	79,2	0,50	15/01/2010	76,2	0,48
29/03/2001	75,7	0,48	06/05/2010	101,6	0,64
19/04/2001	75,5	0,48	06/08/2010	72,4	0,46
15/04/2002	85,9	0,55	21/01/2011	97,8	0,62
11/01/2004	82,9	0,53	18/02/2011	115	0,73
24/04/2005	200,8	1,27	13/04/2011	82,4	0,52
02/05/2005	74,9	0,48	23/04/2011	100,3	0,64
06/10/2005	74,4	0,47	27/04/2011	75,9	0,48
02/01/2006	72,5	0,46	12/05/2011	78	0,50
01/03/2006	89,2	0,57	11/03/2012	81,9	0,52
18/03/2006	85,3	0,54	08/07/2012	75,3	0,48
29/03/2006	84	0,53	12/02/2013	161,2	1,02
20/04/2006	96,7	0,61	19/03/2013	77,1	0,49
11/12/2006	84,3	0,53	11/01/2014	75,5	0,48
27/01/2007	87,4	0,55	28/02/2014	86,3	0,55
21/04/2007	98,2	0,62	30/12/2014	74,1	0,47
01/12/2007	73,7	0,47	27/02/2015	72,1	0,46
02/03/2008	92,1	0,58	14/04/2015	81,2	0,52
31/03/2008	131,4	0,83	29/04/2015	78,3	0,50
13/06/2008	78,4	0,50	23/02/2016	70,2	0,45
19/01/2009	72,2	0,46	26/05/2016	76,6	0,49

Fonte: Autor

Pode ser verificada que a pegada d'água é dependente da precipitação, a correlação de Pearson é de 0,98, ou seja, é funcionalmente exata, perfeita e positiva. Isso significa que a medida da altura da pegada d'água aumenta com a precipitação. Estas duas variáveis, precipitação e a pegada d'água, impactam tudo que está sobre o solo, a Figura 18 mostra a reta de regressão. O uso da técnica de análise de correlação e regressão linear, é importante para estimar parâmetros desconhecidos e ainda prever a correlação entre variáveis dependentes e uma ou mais variáveis independentes, possibilitando a tomada de decisão, como foi feito no estudo para criar um ambiente ergonômico ideal para exercer atividades bancárias, também para determinar a influência das variáveis naturais e antrópicas nos padrões da temperatura de superfície; de mesmo modo para verificar os fatores socioeconômicos e de saúde associados à qualidade de vida de idosos comunitários; e inclusive para conhecer o contributo dos fatores antropométricos, bioenergéticos e biomecânicos para a performance de nadadores de elite no pico de forma na época de verão. (ALVES, 2016; COSTA et al., 2012; RODRIGUES et al., 2017; SAMPAIO, 2015, SUBRAMANIAN; COUTINHO; SILVA, 2007). Então a técnica pôde-se usar amplamente, e encontrou-se conveniente para o estudo presente.

Figura 19- Reta de regressão da precipitação e pegada d'água Cidade de Belém do Pará, Brasil.



Fonte: Autor

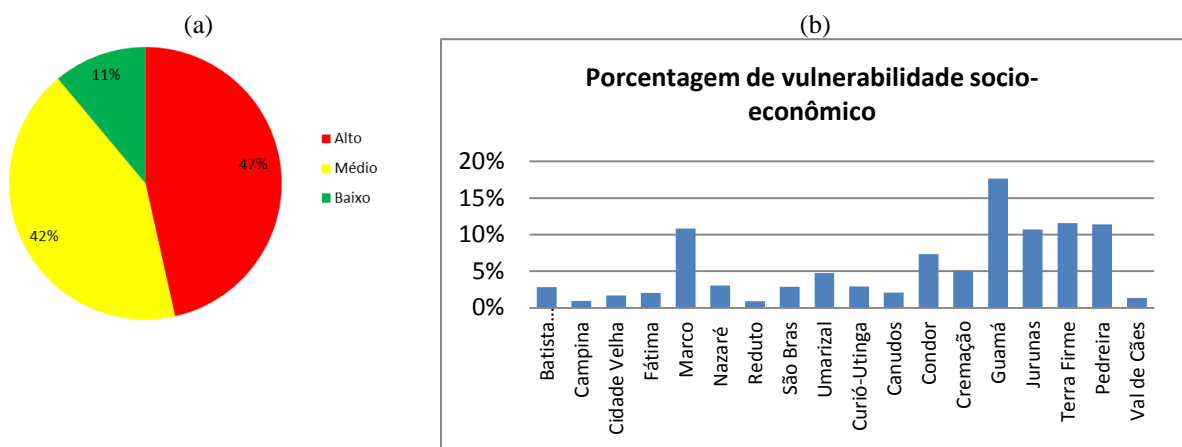
A topografia da cidade de Belém tem áreas com populações estabelecidas em regiões a uma altura de 16 metros acima do NMM, com proximidade do rio Guamá cujo espelho d'água fica a Nível Médio do Mar. A Figura 1 mostra a área vulnerável de cor azul celeste, intitulada dentro da metodologia da pesquisa, como área de alto risco e identificada como atingida constantemente. As mesmas regiões com a suscetibilidade a alagamentos foram encontradas por Santos (2015), no trabalho sobre a frequência da precipitação em Belém (PA).

A topografia da cidade de Belém é de planície caracterizada dentro da classificação de Ministério do Meio Ambiente (MMA) Neosolo Flúvico ou solo aluvial, de textura variável com camada de deposição de rochas sedimentares não consolidadas ou aluviões chamadas Gleissolo. Os solos apresentaram características químicas significativamente diferentes, em função dos sistemas de uso do solo e das profundidades (LOPES, 2006). Segundo a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRMN) a hidrologia apresenta características de depósito aluvial, formação barreira e pirabas composto por areia, arenito, silte, conglomerados e argila, com produtividade (disponibilidade) de água moderada, fornecendo para abastecimento local em pequenas comunidades e irrigação em áreas restritas. A área com altura menor ao curso do canal da água as converte em receptoras da água, naturalmente tem possibilidade de cheia, alagamentos e inundações. (DA SILVA; SILVA; CAVALCARI, 2005; IBGE, 2007; JACOMINE, 2013; LOPEZ et al., 2006).

Então, os canais hidrográficos já tem uma carga da água que com presença da chuva intensa, tem a tendência de ficar cheios, quando sobre passa sua capacidade de recepção acontece o alagamento, até se converter em uma inundação quando a capacidade de drenagem é saturada. Na atualidade estas áreas em Belém ficam invadidas, com construções de moradias informais que carecem dos serviços básicos e em condição de vulnerabilidade.

Na avaliação do Fator Econômico para a cidade de Belém, do total de 691.781 habitantes que geram rendimento mensal (salário), foi verificado que, segundo os dados do IBGE (2010), 11% são baixo risco, 42% de risco médio e 47% em condição de alto risco. (Figura 20 a). Os 43% de domicílios da cidade do total de 365.633 estão em situação de vulnerabilidade social, ou seja, domicílios com carência de serviços básicos; Guamá, Terra Firme, Pedreira, Juruna e Marco são os bairros, que apresentam a porcentagem mais alta de vulnerabilidade (Figura 20 b).

Figura 20- Avaliação do Fator Socioeconômico Belém do Pará, Brasil. (a) Vulnerabilidade econômica da cidade. (b) Vulnerabilidade socioeconômica por bairro.



Fonte: Autor

Os domicílios vulneráveis são residências informais (favelas), casas feitas sem estruturas para enfrentar situações de risco a maioria se encontra nas áreas atingidas constantemente. Tanto as zonas como os bairros foram identificados com diferentes técnicas e intitulados como vulneráveis. Apesar de o limite definido como distância mínima dos espelhos d'água (rios, nascentes) não é respeitado. Também se observam a impermeabilização do solo e a disposição inadequada dos lixos, como fatores que somam ao risco e a vulnerabilidade (CAMPOS; SANTOS DA MOTA; QUADROS DOS SANTOS, 2015;

CARVALHO et al., 2014; CARVALHO PONTES; MEIGUINS DE LIMA; SILVA JUNIOR, 2017; PEGADO et al., 2014; SANTOS 2010; SANTOS, 2015; SANTOS et al., 2017; SILVA; DE FARIAS; PILLETTI, 2016). Em consequência, é importante contemplar espaços com infraestrutura urbana adequada para a população local. (SADECK et al., 2017).

Então 43% da população estão em situação de vulnerabilidade socioeconômica, segundo a metodologia utilizada neste estudo 58%, se encontra dentro do intervalo de alto risco de vulnerabilidade (Tabela 9). Dentro das possíveis causas que o desenvolvimento da região foi sustentado pelo extrativismo, e comandado por elites regionais cosmopolitas e internacionalizantes, com a presença de alguns segmentos industriais. A inserção da modalidade de industrialização ocorreu sem o benefício da geração de postos de trabalho urbanos e da geração de salários nos patamares típicos da indústria, e também sem gerar as condições de organização social dos trabalhadores. O porto de Belém continua sendo a principal fonte de conexão comercial, seguido do aeroporto e terceiro pela estrada, a comercialização de grãos e transporte de pessoas, a oferta de serviços públicos e privados são as principais fontes de ingressos. (ALMEIDA, 2010; BECKER, 2009; MMA, 2010; PEREIRA, 2014; PONTE 2015).

Logo, as condições socioeconômicas estão unidas as oportunidades da comercialização e serviços tanto públicos como privados, próprios de uma cidade metrópole, em consequência apresenta as oportunidades de desenvolvimento das grandes cidades no mundo, e porem os mesmos riscos.

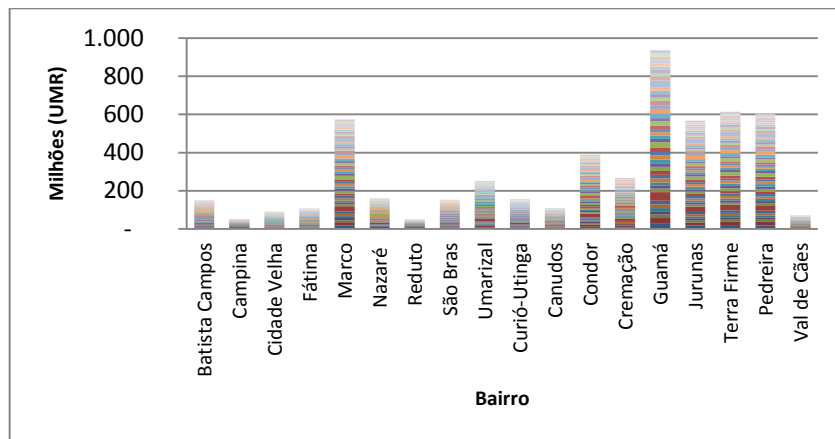
Segurado; Cassenote; Luna, (2016) chama a atenção a doenças como dengue, transmitidas por intermédio do inseto vetor. Leptospirose, A infecção humana por leptospiras depende do contato direto da pele ou mucosas com coleções de água nas quais se encontra urina de animais infectados. Em ambientes urbanos, considera-se relevante do ponto de vista epidemiológico a exposição acidental que ocorre após contato com água ou lama, por ocasião da ocorrência de fortes chuvas ou enchentes. A parte do dano material que sofrem os moradores nas áreas ambientalmente frágeis somasse a possibilidade de doenças.

Ao observar as condições naturais e socioeconômicas foi identificada a área vulnerável que é mais atingida por precipitações extremas (constantemente e periodicamente). Os bairros identificados por a metodologia neste trabalho confirmam e reafirmam os bairros sinalados nos estudos de Campos; Santos da Mota; Quadros dos Santos (2015) e Santos (2015), e recentemente os informados por Sadeck et al., (2017).

Aplicando a metodologia desenvolvida no estudo, foram avaliados os eventos extremos no período 2000-2016, se determinou o custo aproximado das perdas materiais diretas sofridas pelos moradores das áreas atingidas, por cada um dos eventos extremos (Tabela 16). Confirma-se a correlação perfeita negativa entre a precipitação e a perda material, devido a que na medida em que a precipitação aumenta; maior é a perda material.

Na figura 21 se mostra a acumulação das perdas causadas pelas precipitações extremas por bairro na cidade de Belém. Guamá é o bairro que acumulo maiores perdas, pois tem a maior população (2414 domicílios), seguido de Terra Firme com 1583 domicílios, Pedreira 1556 domicílios e bairro Marco 1479 domicílios. Na Figura 21 se mostra a acumulação por ano, sendo o ano 2011 com 6 eventos extremos, é o que apresenta as maiores perdas, seguido do ano 2006.

Figura 21- Moradias com Vulnerabilidade Socioeconômica por Bairro, Belém do Pará, Brasil.



Fonte: Autor

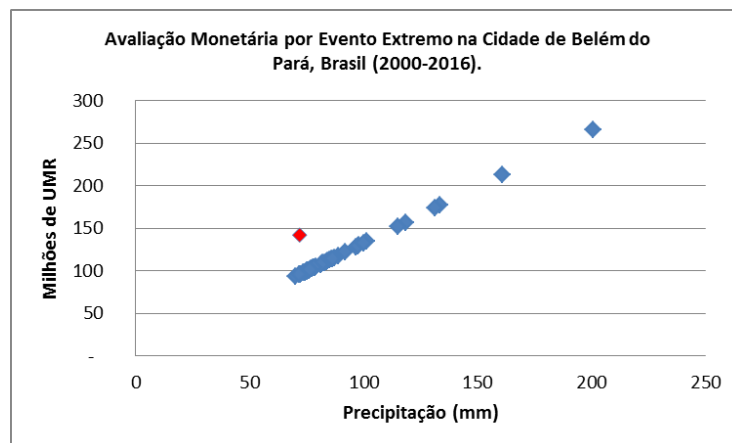
Figura 22- Perda Monetária Anual por Causa de Precipitações Extremas, Belém do Pará, Brasil. Em UMR.



Fonte: Autor

Na Figura 23 se expõe os possíveis valores monetários da perda material direta, sofrida pelos moradores, nas áreas meio ambientalmente vulneráveis, calculados com a metodologia de avaliação desenvolvida na pesquisa. O valor se apresenta por dia, calculada com a Equação AMA, usando os dados de precipitações extremas no período de 2000-2016. A maior perda sofrida no período de estudo aconteceu o dia 24 de abril de 2005, onde a precipitação foi de 200,8 mm, os danos materiais foram de 258.693.925 UMR, seguida no dia 1 e 2 de novembro do mesmo ano (2011), a perda de 38.264.042 e 53.086.511 UMR respectivamente, o seja, se a população nesse breve espaço de tempo de praticamente um dia recupera seus bens materiais, imediatamente perderia seu investimento. A mesma observação para o mês de setembro de 2005, 2008; agosto, setembro e outubro de 2008. Confirma-se a correlação perfeita negativa entre a precipitação e a perda material, devido a que na medida em que a precipitação aumenta maior é a perda material Figura 23.

Figura 23 – Avaliação monetária por evento extremo



Fonte: Autor

A diferença entre os resultados dos cálculos de AMA local (ponto vermelho) e internacional (ponto azul) na Figura 5 tem o comportamento esperado. O cálculo feito com uma precipitação de 72 mm utilizando o AMA local, ou seja, usando a pegada d'água medida no ponto de alagamento tem o resultado de aproximadamente 142 milhões de UMR e o cálculo feito com AMA internacional, o seja, utilizando o índice de impacto da pegada d'água 0,0065128, o resultado é de 95 milhões de UMR mostrando uma diferença de aproximadamente 49%, porcentagem que fica dentro do normal o permitido segundo a leitura de resultados do cálculo.

Independentemente de usar AMA local ou internacional, revela se a necessidade de articular ações visando à redução de riscos nas áreas urbanas, associadas à vulnerabilidade

podem facilitar ações de prevenção, redução e administração do risco. A avaliação monetária de importância é uma ferramenta na tomada de decisões, pois ela permite avaliar o custo benefício nas ações. Avaliações são feitas há muito tempo, uma das principais preocupações é o alto custo que representa a avaliação mesma, porém é conveniente o uso das estimativas, além disso, a CEPAL tem um trabalho rigoroso na avaliação e considerações da vulnerabilidade nas zonas suscetíveis a eventos extremos. A maioria concorda que as ações competem tanto a administração local, como aos poderes executivo, legislativo e judiciário, ademais, a população deve ser informada de maneira permanente. (BITRÁN, 2009; CEPAL, 2013; GROSSO, 2010; NAGEM, 2008; PMB, 2016; PONTES et al., 2017; REYNA, 2006; SILVA et al., 2016; SILVA et al., 2017; SILVEIRA, 2013; TAVARES, 2008; TRAVASSOS, 2012; TUCCI; BERTONI, 2003).

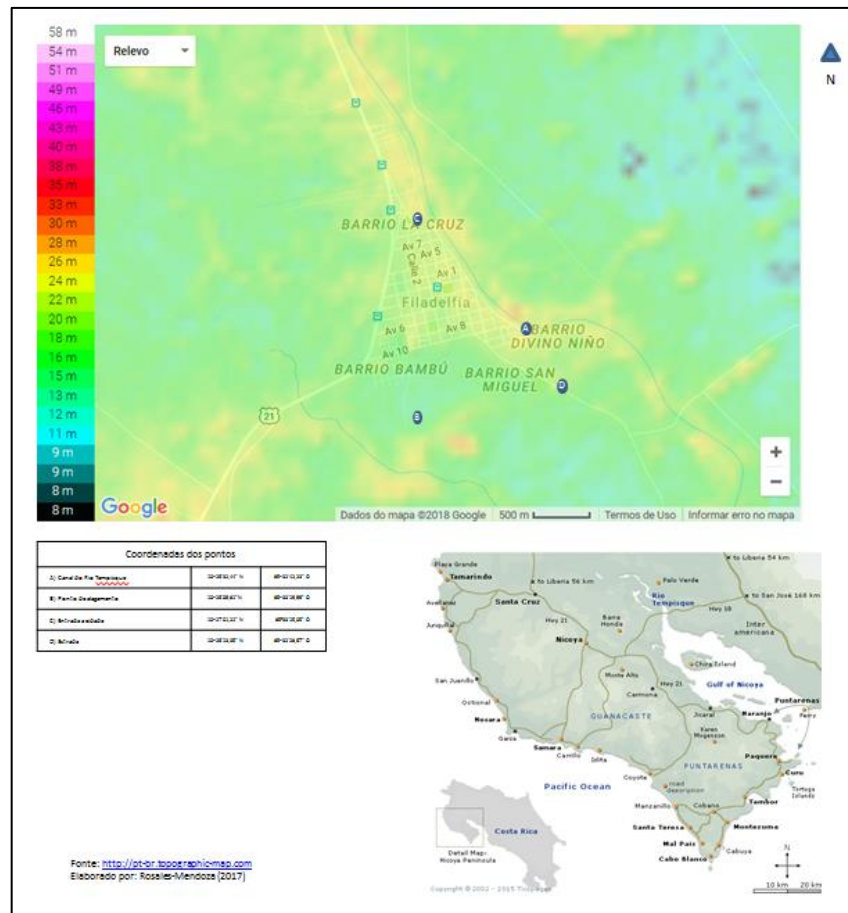
3.3 Estudos de casos

3.3.1 Estimação monetária dos prejuízos tangíveis causados pelas chuvas intensas no Bairro Bambú no distrito de Filadélfia, Carrillo.

Na espera de uma alta precipitação para poder observar os dados de inundação no relacionamento com a “pegada d’água”, o evento aconteceu o dia 5 de outubro de 2017 aconteceu uma forte precipitação resultado das condições normais da zona (período chuvoso-inverno) que foi acrescentado o fato de ser atingida pela tormenta tropical NATY, a precipitação segundo o IMN foi de 148,6 (mm). Em consequência muitas áreas foram atingidas com cheias, alagamentos e inundações, uma delas o Bairro Bambú.

A Figura 24 mostra a localização bairro Bambú, Carrillo-Guanacaste, Costa Rica, a condição topografia (a) e o desenvolvimento neste espaço (b). A condição topográfica desta área específica mostra que o espelho d’água fica entre a altura de 24 e 26 metros de altura acima NMM, e o bairro Bambú fica a uma altura menor de 16 metros acima do NMM. Ele é um assentamento informal, no entanto contam com serviços básicos de energia e abastecimento d’água potável, as construções são humildes tipificadas no estudo como altamente vulneráveis, com aproximadamente 221 domicílios e 884 pessoas.

Figura 24 - Localização bairro Bambú, Carrillo-Guanacaste, Costa Rica.



Elaborado: Autor

Nesse dia a altura máxima da marca da água na parede reportada no ponto (10°26'19,27"S 85°03'19,27" O) foi de 2,10 metros, à água permaneceu estancada por três dias, informação pessoal pelo representante da CNE. Utilizando a equação Avaliação Monetária Material Meio-Ambiental (AMA), multiplicou-se a precipitação do dia por a unidade de estudo por o valor do bem por o índice da pegada d'água, assim determinasse que o prejuízo monetário do bairro fosse aproximadamente 3.094.579 Unidades Monetárias de Referência (UMR), aproximadamente 14.002 UMR por domicílio.

As condições naturais e socioeconômicas do bairro o qualificam com alta vulnerabilidade e de alto risco, o quer dizer, que a condição da localização do bairro favorece a acumulação das águas, uma da precipitação, outra de uso domiciliar e terceiro a água procedente do rio Tempisque que ao sofrer alagamento, a escorrência vai direto ao bairro, já que fica 8 metros de altura menor que a margem do rio, adicionando a composição do solo que impede a fácil drenagem d'água estancada. O que parecia ser um filme de ficção tornou-se realidade e pior pode voltar a acontecer. Ante esta realidade seja conveniente o traslado do

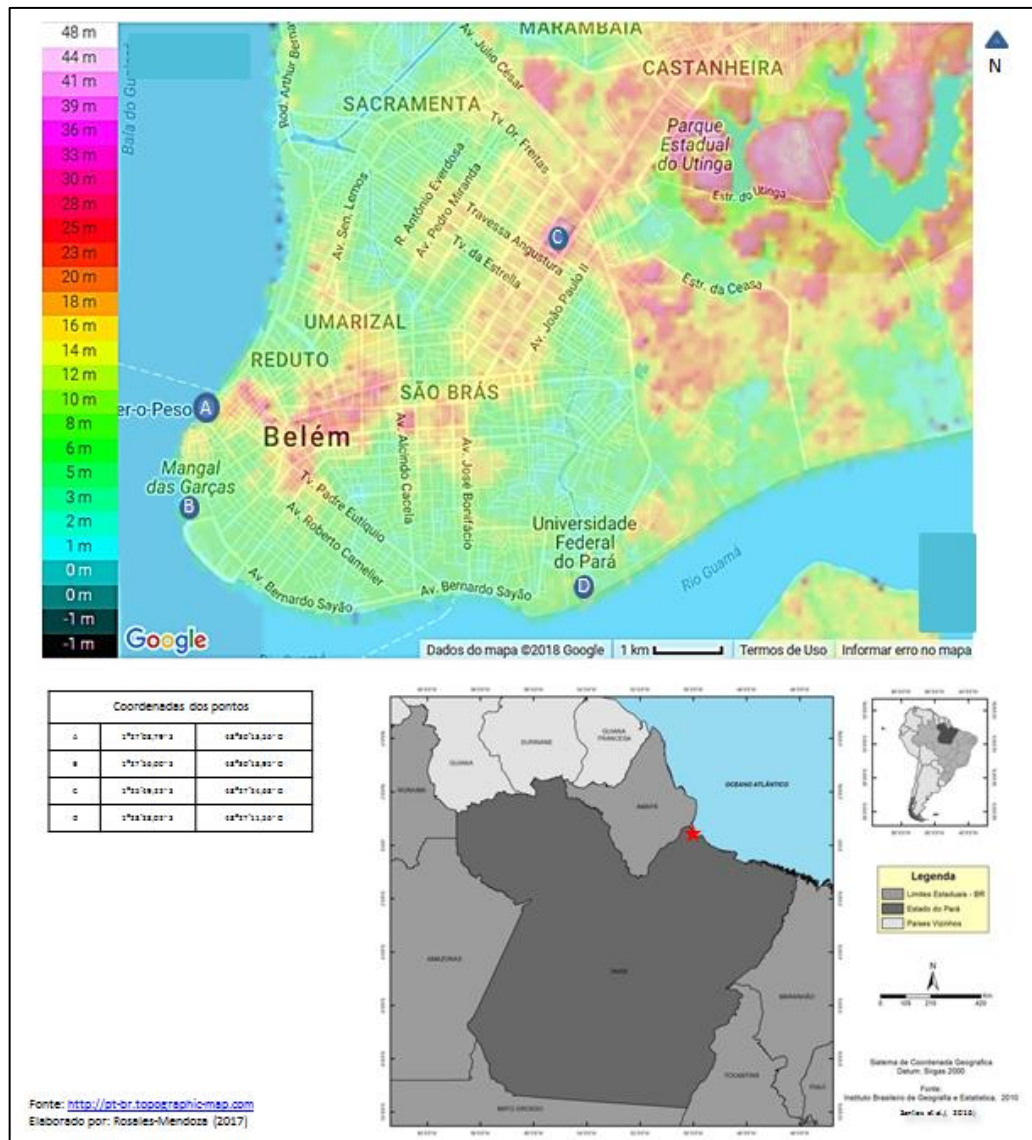
bairro a uma zona com menor vulnerabilidade e utilizar imediatamente o terreno para outra obra que pode evitar uma nova população. Essa obra poderia ser uma planta de água potável d'água por exemplo.

3.3.2 Estimação monetária dos prejuízos tangíveis causados pelas chuvas intensas na cidade de Belém do Pará, Brasil.

Para o dia 24 de janeiro de 2017 aconteceu uma forte precipitação resultado das condições normais da zona (período chuvoso), no entanto, de acordo com INMET por causa da ZCIT, estados do Norte e do Nordeste receberam os maiores volumes de chuva informou climatempo.com.br. Outros jornais informaram dos alagamentos em diversos pontos da cidade metropolitana, invadindo a casa de alguns moradores. A prefeitura informou de ações da limpeza nos canais para melhorar o escoamento da água da chuva e obras de infraestrutura para acabar com alagamentos em vários bairros como Batista Campos, Guamá, Val de Cans, Curió-Utinga, Pedreira, Marco, Jurunas, Terra Firme, Entroncamento e Cremação (jornal g1.globo.com.br, diarionline.com.br, climatempo.com.br, ormnews.com.br). O INMET reportou 94,8 mm na medição automática nesse dia.

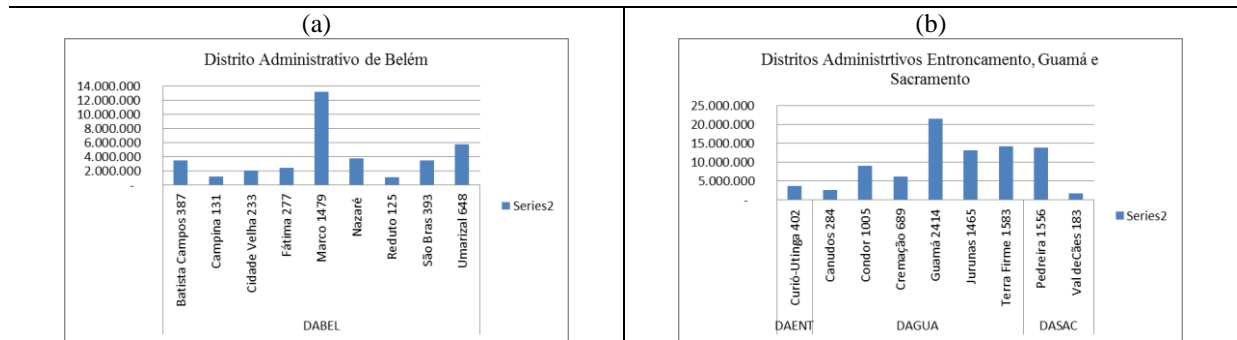
A Figura 25 mostra a localização da cidade de Belém do Pará, a condição topografia (a) e o desenvolvimento neste espaço (b). A condição topográfica desta área específica mostra que o espelho d'água fica entre a altura de 0 e 16 metros de altura (NMM). Os bairros com prejuízos em listados por distrito administrativo na Figura 26: Distrito administrativo de Belém (a) e bairros nos distritos administrativos de Entroncamento, Guamá e Sacramento. A característica principal o espelho d'água. Os moradores em assentamento informal, no entanto contam com serviços básicos de energia e abastecimento d'água, as construções são humildes tipificadas no estudo como altamente vulneráveis, aproximadamente 13.672 domicílios aproximadamente 56.688 pessoas.

Figura 25- Localização Bairros Alagados Belém do Pará, Brasil.



Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 26- Prejuízo por Distrito Administrativo Cidade de Belém do Pará, Brasil.



Fonte: Autor

A Tabela 11 mostra o custo total do prejuízo monetário dos bens materiais dos moradores dos bairros atingidos pela precipitação extrema, também a quantidade de moradias em condição de vulnerabilidade possivelmente afetadas.

Tabela 11 - Prejuízo por Distrito Administrativo Cidade de Belém do Pará, Brasil.

Avaliação Monetária Material Meio Ambiente			
Cidade de Belém do Pará, Brasil			
Evento 24 de Janeiro de 2017			
Totales Expressado em Unidade Monetária de Referencia (UMR)			
Distrito Administrativo	Bairro	Domicílios	Total Bairro
DABEL	Batista Campos	387	3.457.083
	Campina	131	1.170.227
	Cidade Velha	233	2.081.396
	Fátima	277	2.474.449
	Marco	1479	13.211.952
	Nazaré	418	3.734.007
	Reduto	125	1.116.629
	São Bras	393	3.510.681
	Umarizal	648	5.788.604
DAENT	Curió-Utinga	402	3.591.078
DAGUA	Canudos	284	2.536.981
	Condor	1005	8.977.696
	Cremação	689	6.154.858
	Guamá	2414	21.564.335
	Jurunas	1465	13.086.889
	Terra Firme	1583	14.140.987
DASAC	Pedreira	1556	13.899.795
	Val de Cães	183	1.634.745
Total		13672	122.132.391

Fonte: Autor

Fonte: Autor

Utilizando à equação Avaliação Monetária Material Meio-Ambiental (AMA), multiplicou-se a precipitação do dia por a unidade de estudo por o valor do bem por o índice da pegada d'água, assim determinasse que o prejuízo monetário por bairro como se mostra na Tabela 17. Possivelmente a população do bairro Guamá sofreu maior perda seguida de Terra Firme, Pedreira, Marco e Jurunas, a avaliação total da cidade fosse aproximadamente 122.106.834 Unidades Monetárias de Referencia (UMR), aproximadamente 8.931 UMR por domicílio.

4 CONCLUSÕES

O comportamento da precipitação entre as duas cidades é inverso, no período em que uma de elas tem maior precipitação à outra tem menor ou nenhuma precipitação. O período de maior precipitação na cidade de Belém vai de dezembro a maio, chamada de estação chuvosa ou inverno Amazônico, enquanto que a cidade de Carrillo, neste período, está na estação seca, com meses sem precipitação. Quando a cidade de Carrillo passa à estação de chuva, considerado inverno local, os meses que tem a maior precipitação são setembro e outubro, nesta época a cidade de Belém fica com menor quantidade de precipitação, estação menos chuvosa. Chamando atenção que em Belém todos os meses ocorrem precipitações, ao contrário de Carrillo que tem meses sem precipitação (janeiro e fevereiro). Essa situação é resultado do deslocamento da ZCIT que modula as chuvas nessas regiões.

A pesar das diferenças marcadas nas estações de precipitação as duas cidades também são influenciadas pelo fenômeno de EN/LN, três milímetros é a diferença na precipitação do evento extremo maior entre as cidades. Os eventos extremos acontecem com maior continuidade na cidade de Belém, praticamente dois de cada um na cidade de Carrillo aproximadamente.

A condição do solo pela composição, estrutura e precipitações altas constantes, favorece a acumulação da água por espaços de tempo, no caso de Belém a estrutura do solo ajuda a fácil drenagem da água, até chegar às áreas ribeirinhas, que ficam com nível freático alto e são suscetíveis ao comportamento da maré. As impermeabilizações de solo pela construção de estradas e moradias reduzem a capacidade natural de absorção e incrementam a escorrência aos canais, que já ficam comprometidos por causa do lixo depositado neles. No caso de Carrillo, as precipitações maiores se centram principalmente nos meses de setembro e outubro, onde não aconteceram os eventos extremos. A localização da população em áreas baixas menores inclusive do corpo de água como o rio Tempisque comprometem seus moradores na exposição do risco, como é o caso do bairro Bambú, que sofreu inundação com 2,1 metros de altura, o passado 5 de outubro de 2017. Ambas cidades enfrentam focos de vetores de doenças pela causa da água estancada.

As duas cidades apresentam mais de 40% de vulnerabilidade econômica, a diferença de 100 anos de fundação das cidades, não mostra uma redução da taxa de vulnerabilidade. Considerando que o fator relevante no cálculo neste estudo da vulnerabilidade foi o salário mínimo, em consequência o acesso ao trabalho e a educação poderiam ajudar a diminuir essa vulnerabilidade, no suposto que, uma vez educada a pessoa pode ter acesso a uma melhor

remuneração e acesso a emprego, Então, tanto a empresa privada como a pública devem harmonizar nesse interesse, e assim atender esse pendente histórico da redução da pobreza.

As constantes precipitações extremas movimentam o comercio, pela necessidade que tem os moradores de trocar constantemente os artigos do domicilio, como também por outros danos que sofrem outros bens sejam tangíveis ou intangíveis, ademais a administração pública local se encontra forçada ao investimento, nesta realidade o pobre fica sempre pobre. As precipitações extremas tem maior continuidade na cidade de Belém que em Carrillo, no entanto, a altura da pegada de água e maior em Carrillo, até 2,10 metros. As zonas atingidas em geral ficam dentro do ordenamento territorial como inabitáveis, mesmo assim, são invadidas colocando-se em situação do risco, o que revela um desacato direto das autoridades, como também uma “necedade” ou talvez uma atividade lucrativa ilegal do mesmo nível do narcotráfico ou pior.

O processo do estudo de uma região, zona, cidade, bairro para determinar o valor do prejuízo monetário material sofrido pelo contato direto com a água, permite conhecer a condição natural, social e econômica da área de estudo. Identificando fortalezas, debilidades e riscos que pode enfrentar uma população ao quer ter proveito dela, informação valiosa para o planejamento urbano. Mesmo assim, não estive nesta fase do planejamento gera ferramentas importantes para a tomada de decisões de prevenção, redução, administração do risco.

A equação AMA para o cálculo do prejuízo monetário sofrido pela população após um evento de precipitação extrema, além do Índice da Pegada da Água (I_{pa}), pode ser aplicado em qualquer região desde que se conheça a quantidade de domicílios atingidos e a precipitação ocorrida.

Uma limitação da equação AMA é que não valoram a permanência, força e velocidade d'água, fatores importantes na valoração do prejuízo da perda material direta na área atingida. Tampouco inclui a valoração intangível, já que em esta aproximação limitou seu calculo aos danos materiais em contato direto com a água na área atingida e só aos bens dos moradores, ficando pendente a avaliação do comercio e serviços, e das áreas de impacto de influencia direta e indireta do evento.

Uma debilidade identificada no procedimento fica o acesso à informação oportuna, principalmente na fase de recolecção de dados históricos da precipitação de uma cidade, que permite conhecer o comportamento e identificar períodos de vulnerabilidade, possibilitando a

prevenção. Informação que deve ser pública e irrestrita, compatível com sistema de processamento de dados de uso comum, devido ao interesse público.

O processo elaborado neste trabalho tem que ser testado, e sometido a juízo, de maneira tal que se pode gerar um modelo de aplicação universal. O uso e repetição do processo seguido até o momento e uma tentativa por fornecer uma ferramenta para a tomada de decisões, tanto, para a prevenção, redução, administração do risco nas cidades.

A oportunidade de teste do Índice da pegada d'água I_{pa} em diferentes cidades e casos facilitará sua correção, ou pelo contrario, seu uso pode comprovar sua eficiência e assertividade, neste sentido conforme mais cidades ou observações formem parte dele pode comprovasse a necessidade de trocar seu valor ou não. Outra oportunidade de trabalho “inter-saberes” participação da cidadania, e gerar um sistema que permita comprovar a altura máxima alcançada d'água ante um evento extremo de chuva intensa, que poderia ser satélite com comprovação no solo ou vice-versa. Avaliar o impacto na área de influencia direta e indireta do evento na área atingida. Avaliar a viabilidade e conveniência de incluir no calcula valores relacionados com intangíveis sem comprometer a certeza do valor final.

Foram identificadas e verificadas as precipitações extremas nas cidades de Belém do Pará, Brasil e Carrillo de Guanacaste, Costa Rica. Para um total de 46 eventos extremos na cidade de Belém e 21 na cidade de Carrillo.

Foram identificadas as zonas mais atingidas pelas cheias, alagamentos e inundações dentro dos municípios e determinaram se intervalos para administração do risco de vulnerabilidade, com seus respectivos identificadores.

Foi elaborada a Equação AMA, para avaliar as perdas diretas dos bens materiais dos moradores nas áreas atingidas, como também o coeficiente de regressão em função da precipitação facilitando uma estimação imediata. Todo a partir da metodologia da abdução que propõe um bem universal e a sua vez fornece de questionares para novas pesquisas.

A avaliação proposta reúne componentes de interesse mundial no atendimento dos eventos extremos, assim mesmo aporta ferramentas para atenção da pobreza como população vulnerável, ademais atende e observa condições de mudanças climáticas e aquecimento global.

Se comprova que o método de abdução é tão útil como os métodos de indução e dedução, usados frequentemente nas pesquisas científicas, a exigência de incorporar aspectos tanto de ciências duras ou negativas, positivas e sociais nos procedimentos e técnicas favorece

ao trabalho inter- saberes, isto é, que inclui a participação de todos, independentemente do tempo o lugar, a debilidade fica em acessar a esse SABER.

5 RECOMENDAÇÕES

Nas cidades estudo poderia avaliar-se a possibilidade de traslado de bairros em condição extrema de vulnerabilidade, considerando o custo oportunidade e principalmente avaliando a vida humana. Nesta área vulnerável uma vez desocupada pode ter propósitos amigáveis com sua condição natural e que pode transformar-se em uma zona de saneamento Meio-Ambiental. No processo de saneamento pode gerar oportunidades para todos.

O estudo deve continuar para encontrar a forma certa de avaliar os danos materiais indiretos e intangíveis, tanto na área atingida, como nas áreas de impacto indireto e de influência indireta. E assim poder calcular a Avaliação Monetária Meio Ambiental Integral (AMAI) dos prejuízos causados por eventos extremos.

REFERÊNCIAS

- AGUAYO, P.W. La teoría de la Abducción de Pierce: lógica, metodología e instinto. 2011. **Ideas y valores**, v. 60, n. 145, p. 33, 2011.
- AGUILAR, E; et al. Change in precipitation and temperature extremes in Central America and Northern and South America, 1961-2003. **Journal of Geophysical Research**, v. 110, n. D23, 2005.
- ALEXANDER, M. A.; et al. ENSO's Impact on the gap wind regions of the eastern tropical pacific ocean. **Journal of Climate**, v. 25, p. 3549-3565, 2012.
- ALFARO, E. J.; PÉREZ-BRICEÑO, P. M. Análisis del impacto de fenómenos meteorológicos en Costa Rica, América Central, originados en los mares circundantes. **Revista de Climatología**, v. 14, p. 1-11, 2014.
- ALMEIDA, C. M. R. **As águas e a cidade de Belém do Pará: história, natureza e cultura material no Século XIX**. Teses (Doutorado em História) Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. 2010.
- ALVES, E. D. L. Influência das variáveis naturais e antrópicas nos padrões da temperatura de superfície: análise por meio de regressão linear múltipla. **R. Ra'e GA**, v. 38, p. 345-364, Dez. 2016.
- ARGUEDAS, A. et al. Prevención, vigilancia y control de enfermedades causadas por influenza y otros virus respiratorios en Costa Rica. **Acta Médica Costarricense**, v. 54, n. 4, p. 252-261, 2012.
- ATENCIA, P. Peirce y la teoría de los signos. 2003. **Línea**], http://unizar.es/arenas/Paloma_Atencia_Peirce_y_la_Teoria_de_los_Signos. PDF, Acesso em: 6 de Jan. 2016.
- AVILA, E. C.; REESE, M. R. **Elementos conceptuales para la prevención y reducción de danos originados por amenazas socio naturales**. United Publications, 2005.
- BAR, A. R. Abducción. La inferencia del descubrimiento. **Cinta de Moebio**, n. 12, p. 1-7, Dez. 2001.
- BARÓ-SUÁREZ, J. E. S.; et al. Costo más probable de danos por inundación en zonas habitacionales de México. **Tecnología y ciencias del Agua**, v. 2, n. 3, p. 201-218, Jul.-Set. 2011.
- BARO, J. E. S.; et al. Metodología para la valoración económica de danos potenciales tangibles directos por inundación. **México. Universidad Autónoma del Estado de México**, 2012.
- BASTOS, T. X. et al. Aspectos climáticos de Belém nos últimos cem anos. **Embrapa Amazônia Oriental-Documents (INFOTECA-E)**, 2002.
- BITRÁN, D. **Metodologías para la evaluación del impacto socioeconómico de los desastres**. CEPAL, 2009.
- BK (COORD.). BECKER. **Um projeto para a Amazônia no século 21: desafios e contribuições**. CGEE, 2009.
- BLONG, R. Residential building damage and natural perils: Australian examples and issues. **Boulding Research and Information**, v. 32, n. 5, p. 379-390, 2004.

BRONDIZIO, E.S.; MORAN, E.F. Human dimensions of climate change: the vulnerability of small farmers in the Amazon. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 363, n. 1498, p. 1803-1809, 2008.

CAMPBELL-LENDRUM, D.C.; CORVALÁN, C. Climate change and developing-country cities: implications for environmental health and equity. **Journal of Urban Health**, v.84, n. 1, p. 109-117, 2007.

CAMPOS, T. L. DE O.; SANTOS DA MOTA, M. A. QUADROS DOS SANTOS, S. R. Eventos extremos de precipitação em Belém-PA: uma revisão de notícias históricas de jornais. **Ambiente & Água – Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 10, n. 1, 2015.

CARREÑO, M. L. T.; CARDONA, O. D. A.; BARBAT, H. A. **Sistema de indicadores para la evaluación de riesgos**. Centre Intenational de Metodes Numerics en Enginyeria (CIMNE), 2005.

CARVALHO, J. C.; et al. **Enchentes, alagamentos e inundações**: causas, consequências e soluções. 2014.

CARVALHO PONTES, M. L. C.; MEIGUINS DE LIMA, A. M.; SILVA JUNIOR, J. A.; SADECK, C. C. A. Dinâmica das áreas de várzea do município de Belém/PA e a influência da precipitação pluviométrica na formação de pontos alagamentos. **Caderno de Geografia**, v. 27, n. 49, p. 285-303, Abr.-Jun, 2017.

CHEN, M. S. Turismo en el pacifico costarricense: Un análisis de la oferta y demanda. **Diálogos Revista Electrónica de Historia**, v. 15, n. 2, Set.-Jan. 2014.

CIVELLI, G.; et al. Geología de la hoja de Tierra Morenas. **Revista Geológica de América Central**, v. 33, p. 99-110, 2005.

COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (CEPAL), N. U. **The water resources of Latin America and the Caribbean: Water-related natural hazards**. 1989.

----- **Manual para la estimación de los efectos socioeconómicos de los desastres naturales**. División de planificación de programas y operaciones. 1991.

----- **Manual para la evaluación del impacto socioeconómico y ambiental de los desastres**. 2003.

----- **Manual para la evaluación de desastres**. 2014.

COSTA, M. J.; et al. Contributo dos fatores antropométricos, bioenergéticos e biomecânicos para a performance de nadadores de elite no pico de forma na época de verão. **Motricidade**, v. 8, n. 1, p. 27-34, 2012.

CHANT, S. “Desintegración familiar” o “Transición familiar”? Perspectivas sobre cambio familiar en Guanacaste, Costa Rica. **Diálogos Revista electrónica de historia**, v. 5, n. 1, p. 25, 2005.

CHINCHILLA, A. R. Biblioteca Virtual en Población y Salud del Centro Centroamericano de Población. **Revista e-Ciencias de la Información**, v. 1, n. 1, 2011.

DA MOTTA, R. S. Manual para valoração econômica de recursos ambientais. IPEA/MMA/PNUD/CNPq, 1998.

DA SILVA, F. H. B.; SILVA, M. S. L.; CAVALCARI, A. C. Descrição das principais classes de solos. In: **EMBRAPA Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento – MAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa de Solos – CNPS**, Unidade de Execução de Pesquisa e Desenvolvimento de Recife - UEP/Recife. Belém. 2005.

DE COSTA RICA, Gobierno. **Plan Nacional de Desarrollo 2015-2018 “Alberto Cañas Escalante”**. 2015.

DIARIO EXTRA. INS recibe 110 reclamos por tormenta Nate, Por daños a vehículos, casas, comercios y bienes. Disponível em: <http://www.diarioextra.com/Noticia/detalle/344149/ins-recibe-110-reclamos-por-tormenta-nate-> Acesso em: 7 de Out., 2017.

DOS SANTOS F. A. A.; ROCHA E.J.P. Alagamento e inundação em áreas urbanas estudo de caso: cidade de Belém. **Revista GeoAmazônia**, v 02, n. 1, p. 33-55. 2014

DUTTA, D., HERATH, S., MUSIAKE, K., 2003, A mathematical model for flood loss estimation. **Journal of Hydrology**, v. 277, n. 1-2, p. 24-49, 2003.

EM-DAT The International Disaster Database. Center for Research on the Epidemiology of Disasters – CRED. Disponível em: <http://www.emdat.be/database> Acesso em: 3 de Jan., 2016

ESTADOS UNIDOS DE NORTE AMERICA, The National Environmental Policy Act of 1969 (NEPA), 1969.

ESTRADA, F. Análisis económico del control de crecidas, apuntes del curso de planificación hidrológica y medio ambiente. **CEDEX**. Ministerio de Obras Públicas y Medio Ambiente. Madrid. 1996.

EUROPEA, U. Directiva 2001/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de junio de 2001 relativa a la evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiental. **Diario Oficial de las Comunidades Europeas**, v. 21, p. 30-37, 2001.

FARIAS, P. L.; QUEIROZ, J. Os diagramas de C. S. Peirce para as dez classes de signos. **Trans / Form / Ação**, v. 36, n. 3, p. 155-172, Set.-Dez. 2013.

FERREIRA, D. B. S. **Eventos extremos da zona de convergência intertropical sobre o atlântico durante o período chuvoso da Amazônia Oriental**. 2008, 65f. Dissertação (Mestre em Ciências Ambientais)- Área de Concentração: Física do Clima, Programa Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade Federal do Pará, Belém-PA, 2008.

FULLER, D. O.; TROYO, A. BEIER, J.C. El Niño Southern Oscillation and Vegetation dynamics as predictors of dengue fever cases in Costa Rica. **Environmental Research Letters**, v. 4, n. 1, p. 014011, 2009.

GEISSLER, H. J. **Avaliação de cenários de inundações no planejamento, uso e ocupação do solo urbano**. 2012. 160 f. Tese (Doutor em Engenharia Civil)- Departamento de Engenharia Civil, Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2012.

GONZÁLEZ, J.A.; et al. Parámetros físico químicos en aguas costeras de la Isla del Coco, Costa Rica (2001-2007) **Revista de Biología Tropical**, v. 56, n. 2, p. 49-56, 2008.

GREINER, C. **Avaliação do referencial de nível das inundações da cidade de Lajeado / Rs com relação à régua linimétrica do Porto De Estrela / Rs**. 2015. 88 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharei em Engenharia Ambiental)- Centro Univeristário UNIVATES. Lajeado, 2015.

- GROSSO, C. **Complexidade e dinamicidade do ambiente urbano**: exposições, vulnerabilidade e riscos. Seminário Latino Americano Geografia Física, 6, Seminário Iberoamericano de Geografia Física, 2. Anais: ... Universidad de Coimbra. 2010.
- HASTENRATH, S. The Intertropical convergence zone of the eastern pacific revisited. **International Journal of Climatology**, v. 22, n. 3, p. 347–356, 2002.
- HUTTON, G., et al. **Evaluation of the costs and benefits, the water and sanitation improvements at the global level**. 2004
- IMBERTH, E. A. Filosofía de la abducción: Peirce y Poe. **Nueva Revista de Filosofía Hispánica**, v. 40, n. 2, p. 699-705, 1992.
- INSTITUTO NACIONAL DE DESARROLLO RURAL (INDER). **Caracterización: Territorio Santa Cruz-Carrillo (2015-2016)**. CTDR, v. 1, Jun. 2016.
- IÑAMAGUA-UYAGUARI, J. P.; et al. Impactos económicos y ambientales de las estrategias de alimentación en lecherías de Costa Rica. **Agron. Mesoam.**, v.27, n. 1 2016.
- JACOMINE, P. K. T. A Nova classificação brasileira de solos. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, v. 5, p. 161-179, 2013.
- JAMES, L. D.; LEE, R. R. Economics of water resources planning. **Economics of water resources planning.**, 1971.
- KARNAUKAS, K. B.; BUSALACCHI, A. J. The role of SST in the east Pacific warm pool in the inter-annual variability of Central American rainfall. **Journal of Climate**, v. 22, n. 10, p. 2605-2623, 2009.
- KOTTEK, M.; et al. World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. **Meteorology Zeitschrift**, v. 15, n. 3, p. 259-263. 2006.
- LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA, Convenio Sobre. Cambio climático y diversidad biológica. 2007. URL: <http://biodiv.org.pdf>, Acesso em: 7 de Jan., 2016.
- LA NACION. **Noticia 5 Outubro de 2017**. Tormenta tropical Nate em Costa Rica. Disponível em: <http://www.nacion.com/sucesos/desastres/azote-de-la-tormenta-nate-en-costarica/FVOPBR6LXFFZHLIXENT3CPK53A/story/> Acesso em: 6 de Out., 2017
- LANNA, Antonio Eduardo et al. Inserção da gestão das águas na gestão ambiental. In: **Interfaces da Gestão de Recursos Hídricos**: desafios da Lei de Águas de 1997. Secretaria de Recursos Hídricos, p. 75-108, 2000.
- LEKUTHAI, A.; VONGVISESSOMJAI, S., Intangible flood damage quantification, **Water resources management**, v. 15, n. 5, p. 343-362, 2001.
- LEZCANO, L. M., **Análise do efeito do risco de cheia no valor de imóveis pelo método dos preços hedônicos**. Dissertação (Mestrado)- Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil. 2013.
- LIEBMANN, B.; MARENGO, J. A. Interannual variability of the raint season and rainfall in the Brazilian Amazon basin. **Journal of Climate**, v. 14, n. 22, p. 4308-4318, 2001.
- LIMA, J. C. **Avaliação dos riscos e danos de inundação e do impacto da adoção de medidas não-estruturais em Itajubá/MG**. 2003, 110f. Dissertação (Mestrado)- Escola de Engenharia, Universidade Federal de Mato Grosso, Belo Horizonte, MG, Brasil. 2003.
- LIZANO, O. G. R.; ALFARO, E. J. M. Dinámica atmosférica y oceánica en algunos sitios del área de conservación Guanacaste (ACG), Costa Rica. **Revista Biológica Tropical**, v. 62, n. 4, p. 17-31, Dez. 2014.

LOPES, E. L. N.; et al. Características químicas de um Gleissolo sob diferentes sistemas de uso nas margens do rio Guamá, Belém-PA. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Série Ciências Naturais**, v. 1, n1, p. 127-137, 2006.

LÓPEZ, M. R. F. **Las concesiones de la prestación del servicio de agua potable por parte de sujetos privados desde la perspectiva del derecho ambiental: el caso de Sardinal de Carrillo, Guanacaste**. 177 f. Monografía (Licenciatura)- Universidad de Costa Rica, 177 p., 2013.

LOUREIRO, R. S.; et al. Estudo dos eventos extremos de precipitação ocorridos em 2009 no Estado do Pará. **Revista brasileira de meteorología**, v.29, p. 83-94, 2014.

MARCHENA, J. S. El nacimiento de las corporaciones azucareras en Guanacaste, 1890-1970. **Diálogos revista electrónica de historia [en línea]**, v.16, n. 2. Jul.-Dez. 2015

MAYKALL, A. B. **INFORME ESTADO DE LA NACIÓN EN DESARROLLO HUMANO SOSTENIBLE 2017**, 2017.

MINISTERIO DA AGRICULTURA PECUARIA E ABASTECIMENTO (MAPA) e INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Panorama geral das condições meteorológicas e os principais eventos extremos significativos ocorridos no Brasil em 2016. Coordenação geral de meteorologia aplicada, Desenvolvimento e pesquisa (CGMADP)**. Brasília-DF, 2017.

MINISTERIO AMBIENTE, ENERGIA, MINAS Y TELECOMUNICACIONES- INSTITUTO METEOROLOGICO NACIONAL (MINAET-IMN). **Compendio sobre algunos fenómenos meteorológicos em Costa Rica**. 2012a.

MINISTERIO AMBIENTE, ENERGIA Y TELECOMUNICACIONES (MINAET)- INSTITUTO METEOROLOGICO NACIONAL. **Sobre algunos fenómenos meteorológicos en Costa Rica**. 2012b.

MINISTERIO AMBIENTE, ENERGIA, MINAS Y TELECOMUNICACIONES- INSTITUTO METEOROLOGICO NACIONAL (MINAET-IMN). **Riesgo ante Eventos Hidro meteorológicos em Liberia, Carrillo, Matina**. 2017.

MINISTERIO MEDIO AMBIENTE (MMA), Mudanças climáticas e suas implicações para o nordeste. Workshop sobre cenários climáticos do semiárido e implicações para o desenvolvimento do nordeste Fortaleza – CE, Nov. de 2004, **Seminário sobre mudanças climáticas: implicações para o nordeste e conferência regional sobre mudanças climáticas e o nordeste fortaleza – CE**, 2, Nov. de 2008, 2010.

MORAES, I. C.; et al. Comparação de metodologias na definição de fluxos acumulados a partir de modelos digitais de elevação do terreno aplicado a suscetibilidade de inundações. **RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 19, n. 2, p. 223-235, Abr.-Jun. 2014.

MORRIS, C.; GRASA, R.; COMUNICACIÓN; 14 **Fundamentos de la teoría de los Signos**. Paidós, 1994.

MORRIS, C. Hechos sobre la salud y el medioambiente. **Green Facts**, 2012.

MOTA, M. A.I. S. **Entendendo a variabilidade do clima regional do Nordeste Paraense**. Relatório técnico projeto CTAGRO. Belém. 2011.

MOURA, M. N.; VITORINO, M. I. Variabilidade da precipitação em tempo e espaço associada à zona de convergência intertropical. **Revista brasileira de meteorologia**, v. 27, n. 4, p. 475-483, 2012.

- NAGEM, F. R. **Avaliação econômica dos prejuízos causados pelas cheias urbanas**. Teses (Mestrado)- Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ-Brasil. 2008.
- NASCIMENTO, N.; et al. The assessment of damage caused by floods in the Brazilian context. **Urban Water Journal**, v. 4, n. 3, p. 195-210, 2007.
- NIÑO, D. **Abducting Abduction**. Avatares sobre la comprensión de la abducción de Charles S. Peirce. 2007. 97f. Tese (Doctoral), Departamento de Filosofía, Universidad Nacional de Colombia, p. 449, 2007.
- NUBIOLA, J. CS Peirce y la abducción de Dios". 2004.
- OLIVEIRA, F. P.; OYAMA, M. D. Antecedent atmospheric conditions related to squall-line initiation over the northern coast of Brazil in July. **Weather and Forecasting**, v. 30, n. 5, p. 1254-1264, 2015.
- PAOLI, C.; CALVO, L.M. **Determinación de danos y las Relaciones Hidrológicas en Inundaciones Urbanas**. Caso de la Ciudad de Buenos Aires. Oxaca, Mexico, Congreso Latinoamericano de Hidráulica, 18, Anais: ..., p. 535-544, 1988.
- PEGADO, R. S.; et al. Risco de cheia e vulnerabilidade: uma abordagem às inundações urbanas de Belém-PA no Brasil. **Territorium** v. 21, p. 71-76. 2014.
- PEREIRA, E. A. D. Uma leitura da concepção geográfica de Eidorfe Moreira. **GEOgraphia**, v. 16, n. 31, p. 24-50, 2014.
- PIERCE, C. S.; et al. **La ciencia de la semiótica**. Nueva Visión. 1974.
- PONTE, J. P. X. Belém do Pará: cidade e água. **Cadernos Metrópole.**, v. 17, n. 33, p. 41-60, Maio, 2015.
- POSTEL, S.; CARPENTER, S. Freshwater ecosystem services. In: Daily, G. C. (ed.). **Nature's Services: Societal dependence on natural ecosystems**. V. 195, p. 195-214, 1997.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE BELÉM (PMB), **Orla da Estrada Nova, relatório de impacto ambiental-RIMA**. Secretaria Municipal de Urbanismo. Jun. 2006.
- QU, T.; et al. The abduction of equatorial 13 C water in the Pacific indentified by a simulated passive tracer. **Journal of Physical Oceanography**, v. 40, n. 10, p. 2282-2297, 2010
- RAMIREZ, A. F. Abducción y Prueba. IV Jornadas "Peirce en Argentina" **Anais**: Agos. 2010.
- RAPP, A. D.; et al. Climatology of storm characteristics in Costa Rica using the TRMM precipitation radar. **Journal of hydrometeorology**, v. 15, n. 6, p. 2615-2633, Dez. 2014.
- REPTEL, **Tormenta tropical "Nate " deja una nueva víctima mortal**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=3drzsgMeFBg> Acesso em: 7 de Out. 2017
- REYNA, A. El uso de los sistemas de información geográfica (SIG) en el análisis demográfico. **Notas de población**, 2006.
- RODRIGUEZ, D. M. La Teoría de los signos de Charles Sanders Peirce: semiótica filosófica. **Buenos Aires: Universidad Católica Argentina**, 2003.
- RODRIGUES, L. R.; et al. Qualidade de vida de idosos comunitários e fatores associados. **Revista de Enfermagem UFPE on line**, v. 11, n. 3, p. 1430-1438, Mar., 2017.

RODRIGUEZ, L. Valorizando los efectos de las emigraciones y las remesas: una comunidad costarricense ante la (re) estructuración de jerarquías de género y clase. **Cuadernos de antropología**, v. 26, n. 1, p. 47-62, 2016.

ROSETO-BIXBY, L. **Estimaciones y proyecciones de población por distrito y otras áreas geográficas**. Costa Rica 1970-2015. 2002.

ROUSELL, E. C.; et al. **The benefits of flood alleviation: a manual of assessment techniques**, 1980.

RYAN, D. et al. **Toma de decisiones y cambio climático: acercando la ciencia y la política en América Latina y el Caribe**. 2016.

SADECK, C. C. A.; et al. A percepção social e a gestão do risco natural de cheias em áreas urbanizadas em Belém-PA. **Revista de Geografia (RECIFE)**, v. 34, n. 1. 2017. Disponível em: <http://www.revista.ufpe.br/revistageografia> Acesso em: 6 de Jan. 2017.

SALGADO, J.C.M., **Avaliação econômica de projetos de drenagem e de controle de inundações em bacias urbanas**, 1995. 126f. Dissertação (Mestrado)- COPPE/Universidade Federal de Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 1995.

SAMPAIO, N. A. S. Aplicações da correlação e regressão linear. **AEDB. BR**, 10 p. 2015. Disponível em.: <https://www.aedb.br/wp-content/uploads/2015/05/52.pdf> Acesso em: 10 de Out. 2017.

SÁNCHEZ, A.; et al. Crecimiento inmobiliario desordenado y condiciones e impacto ambientales. Crecimiento inmobiliario y desastres naturales, **AMBIENTICO**, n. 69, 18 p., 2007.

SANTILLÁN, O. D.; et al. Determinación de zonas de riesgo hidrológico, de acuerdo con el impacto social y la severidad de las inundaciones. **Memorias del congreso latinoamericano de hidráulica**, 18, p. 425-433, 1998.

SANTOS, F. A. A. **Alagamento e inundação urbana: modelo experimental de avaliação de risco**. 2010. 97f. Dissertação (Mestre em Ciências Ambientais)- Programa Pós Graduação em ciências ambientais (PPGCA), Universidade Federal do Pará (UFPA), 2010.

SANTOS, M. L. S.; et al. Influência das condições da maré na qualidade de água do rio Guamá e Baía do Guajará. **Boletim Técnico Científico do Cepnor/tropical Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 14, n. 1, p. 17-25, 2015.

SANTOS, J.S. **Frequência de precipitação e impactos decorrentes associados à chuva na cidade de Belém-PA**. 2015. 76f. Teses (Mestrado)- Universidade Federal do Pará, 76 p., 2015.

SANTOS, M. R.; VITORINO, M. I.; PIMENTEL, M. A. S. Vulnerabilidade e mudanças climáticas: análise socioambiental em uma mesorregião da Amazônia. **Ambiente & Água – An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 12, n. 5, Sep.-Out. 2017.

SAUMA, P. Las desigualdades Intra-regionales y la Reducción de la Pobreza en la Región Chorotega. **Revista de Ciencias Económicas**, v. 29, 2011.

SATTERTHWAITE, D.; et al. Adapting to climate change in urban areas: the possibilities and constraints in low – and middle – income nations. **LIED**, 2007.

SCHUBART, M.O.R. **O zoneamento ecológico -econômico e a gestão dos recursos hídricos**. Gestão de recursos hídricos e gestão de uso de solo. 1997.

- SCHUELER, T.R., **Controlling urban runoff: a practical manual for planning and designing urban BMPs**. Water Resources Publications, 1987
- SEGURADO, A. C.; CASSENOTE, A. J. LUNA, E. A. Saúde nas metrópoles – doenças infecciosas. **Estudos Avançados**, v. 30, n. 86, p. 29-49, 2016.
- SILVA, A. J. S.; DE FARIAS, G. B. DE L.; PILLETTI, E. A. **Causas de alagamento** no bairro do Taíra, em Bragança-Pará. 2016.
- STONE, D. et al. The challenge to detect and attribute effects of climate change on human and natural systems. **Climate Change**, vol. 121, n.2, p. 381-395. 2013.
- STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **Eos, transactions American Geophysical Union**, v.38, n. 6, p. 913-920, 1957.
- SUBRAMANIAM, A.; COUTINHO, A. S.; SILVA, L.B. Aplicação de método e técnica multivariados para previsão de variáveis termo ambientais e perceptivas. **Revista Produção**, v. 17, n. 1, p. 52-70, Jan.-Abr. 2007.
- TASSARA, E. T. DE O.; RUTKOWSKI, E. W. **Mudanças climáticas e mudanças socioambientais globais: reflexões sobre alternativas de futuro**. 2008.
- TAVARES, M.G.C. A formação territorial do espaço paraense: dos fortes à criação de municípios. **Revista ACTA Geográfica**, v. 2, n. 3, p. 59-83, Jan.-Jun., 2008.
- TELETICA, Número de muertos por tormenta tropical Nate aumenta a 10 en Costa Rica, Disponível em: https://www.teletica.com/175346_numero-de-muertos-por-tormenta-tropical-nate-aumenta-a-10-en-costa-rica Acesso em: 6 de Out. 2017.
- TRAVASSOS, L. Inundações urbanas: uma questão socioambiental. **Revista de gestão ambiental e sustentabilidade**, v. 1, n. 1, Jan.-Jun. 2012.
- TUCCI, C.E.M. e BERTONI, C. E.M. **Inundações urbanas na América do Sul**. Ed. Dos Autores, 2003.
- USACE (U.S. Army Corps of Engineers), **National economic development procedures manual: urban flood damage**, IWR Publications. 2006.
- VARELA-MEJIAS, A.; PEÑA-NAVARRO, N.; ARANGUREM-CARO, L. F. Necrosis aguda del hepatopáncreas: una revisión de la enfermedad em penaeus vannamei. **Agronomía Mesoamericana**, v. 28, n. 3, p. 735-745, Set.-Dez., 2017.
- VARGAS, J. E. **Políticas públicas para la reducción de la vulnerabilidad frente a los desastres naturales y socio-naturales**. United Nations Publications, 2002.
- VILABOA-ARRONIZ, J.; et al. Los sistemas ganaderos con criollo lechero tropical (Reyna) en Costa Rica. **Agronomía Mesoamericana**, v. 23, n. 1, p. 1467-1780, 2012.
- XAVIER, T. M.; XAVIER, A. F. S.; ALVES, J. M. B. Quantis e eventos extremos aplicações em ciências da terra e ambientais. **Fortaleza: RDS**, 2007.
- XU, H.; et al. Effects of Central American mountains on the eastern pacific winter ITCZ and moisture transport. **Journal of Climate**, v, 18, n. 18, p. 3856-3873, 2015.

BIBLIOGRAFIA

- ARROYO, L.N.; et al. Crecimiento inmobiliario desordenado y condiciones e impacto ambientales. Crecimiento inmobiliario y desastres naturales, **AMBIENTICO**, n. 69, 2007.
- BASTOS, M. N. C.; et al. Alterações ambientais de origem natural e antrópica na vegetação litorânea do nordeste do Pará. In: PROST, M.T.; MENDES, A. (Orgs) **Ecossistemas costeiros: impactos e gestão ambiental**. Belém, p. 25-34, 2013.
- BECKER, B.K.; COSTA, F.A.; COSTA, W.M. Problematizando os serviços ambientais para o desenvolvimento da Amazônia. In: **Um projeto para a Amazônia no século XXI: Desafios e contribuições**. CGEE, 2009.
- BLANCO, E. O. Medio ambiente y desarrollo: efectos de las actividades productivas y la legislación ambiental sobre la naturaleza y las condiciones de vida de la población, en la región Chorotega de Costa Rica. 1990-2014. **Diálogos Revista Electrónica de Historia**, v. 17, n. 2, p. 3-30, 2016.
- BOCCO, G.; SÁNCHEZ, R. A.; RIEMANN, H. Evaluación del impacto de las inundaciones en Tijuana (Enero de 1993), uso integrado de percepción remota y sistemas de información geográfica. **FRONTERA NORTE**, v. 5, n. 10, p. 53-83, Jul.-Dez. 2017.
- BOYLE, S. J.; TSANIS, I.K.; KANAROGLU, P. S. Developing geographic information systems for land use impact assessment in flooding conditions. **Journal of Water Resources Planning and Management**, v. 124, p. 89-98 1998.
- CAPRARIO, J. **Desenvolvimento de um Instrumento para o mapeamento de áreas suscetíveis a alagamentos e inundações urbanas**. 2017. 223 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental)-Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2017.
- CENTRO INTERNACIONAL PARA LA INVESTIGACIÓN DEL FENOMENO DEL NIÑO (CIIFEN). Índice Oceánico de El Niño. Fuente: NOAA/NWS/CPC.
- CIIFEN 2013. Disponible en: http://www.ciifen.org/rcc/productos/47-ONI_scompleta.jpg
Acceso em: 3 de julio de 2017
- CORRÊA, R. S.; DE SOUZA, A. N. Valoração de danos indiretos em perícias ambientais. 2013. **Revista Brasileira Criminalística**, v. 2, n. 1, p. 7-15, 2013.
- COUTINHO, E. C.; et al. Riscos socioeconômicos e ambientais em municípios banhados pelos afluentes do rio Amazonas. **Ambiente & Água – An interdisciplinary journal of applied science**, v. 12, n. 5, p. 15-20, Sep.-Out. 2017.
- DEPARTAMENTO DE PESCA, Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Depósito de documentos de la **FAO**. acesso 16 de novembro de 2017.
- HIDRATA, E.; et al. Alagamentos na cidade de São Paulo. **Boletim de Ciências Geodésicas**, sec. artigos, Curitiba, v. 19, n. 4, p.602-623, out-dez, 2013.
- GALLOPIN, G. **Sostenibilidad y desarrollo sostenible: un enfoque sistémico**. CEPAL, 2003.
- JÓIA, P. R. e ANUNCIACÃO, V. S. Inundações urbanas e vulnerabilidade socioespacial na cidade de Aquidauana. **Geografia (Londrina)**, v. 22, n. 2 p. 05-23, Maio-Ago. 2013.
- MCBEAN, G.A. Climate change and extreme weather: a basis for action. **Natural Hazards**, vol. 31, p. 177-190. 2004.

- MANTOVANI, J. R. A. **Uso de geotecnologias para elaboração de um modelo de mapeamento de áreas suscetíveis à inundação e / ou alagamento, na bacia hidrográfica do Córrego Indaiá-MS.** 2016. 151 f. Dissertação (Mestrado em Geografia)- Programa Pós-Graduação em Geografia, Campus Três Lagoas, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Três Lagoas. 2016.
- MARANDOLA JR, E.; e HOGAM, D.J. Natural hazards: o estudo geográfico dos riscos e perigos. **Ambiente & Sociedade**, vol. 7, n. 2, p. 95-110. 2004.
- MELLER, A.; PAIVA, E. M. C. Simulação hidrodinâmica ID de inundações em sistema de drenagem urbana. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 12, p. 1-11, 2007.
- MESSNER, F., et al. Evaluating flood damages: guidance and recommendations on principles and methods, **T09-06-01**, 2007.
- MINERVINO, A. C. **Distribuição dos eventos, danos humanos e materiais relacionados com desastres hidrológicos no Brasil, 2010-2014.** 2015. 77 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva)- Programa Pós-Graduação em Saúde Coletiva, Universidade de Brasília. 2015.
- NETO, A. A. D. e DIAS, R. **Análise descritiva de registros de avaliação de danos de desastres da SEDEC.** Congresso baiano de engenharia sanitária e ambiental. 4 Anais:... AVADAN/SEDEC. 2016.
- OSORIO, J. D. M.; e CORREA, F. R. Valoración económica de costos ambientales: marco conceptual y métodos de estimación. **Semestre Económico**, v. 7, n. 13, Jan.-Jun., p. 159-193, 2004.
- ROSA, L.; ALVES, M. C.; SÁNCHEZ, L. **Uso de composições de bandas do satélite Landsat 5 TM para caracterizar a dinâmica da variação de áreas alagadas no pantanal Mato-Grossense.** Anais:... Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 15 - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, p. 52-92, Abr.-Maio, 2011.
- STEINER, L. **Avaliação do sistema de drenagem pluvial urbana com aplicação do índice de fragilidade. estudo de caso: microbacia do rio Criciúma, SC.** 2011. 106 f. Trabalho Conclusão do Curso (Bacharel Engenharia Ambiental)- Curso de Engenharia Ambiental, Universidade do Extremo Sul Catarinense. 2011.
- SEMINARIO, H. M. Presupuestos Filosóficos del Desarrollo Sustentable. **Revista de la Facultad de Ciencias Económicas**, v. V, n. 17, p. 182-200, [200-].
- SILVEIRA, R. B. **Inundações e alagamentos no município de Itapoá-SC; impactos socioambientais nas áreas urbanas, o caso de 2008.** 2013. 119f. Monografia (Bacharel em Geografia), Departamento de Geociências da Universidade Federal de Santa Catarina. 2013.
- VAL, D. U. **Dinámica y evolución de las llanuras aluviales de los ríos manzanares y tajo, entre las ciudades de Madrid y Toledo.** 2008. 435 f. Teses (Doctoral)- Departamento de Geodinámica. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense de Madrid. 2008.