



Engenharia da Resiliência: Paradigma aos Desastres Socioambientais

Marcia Lourenço¹, Danielle Paula Martins², João Alcione Sganderla Figueiredo³, Daniela Muller de Quevedo⁴

¹Universidade Feevale (marcialourenco@feevae.br)

²Universidade Feevale (daniellepm@feevale.br)

³Universidade Feevale (sganfigue@feevale.br)

⁴Universidade Feevale (danielamq@feevale.br)

Resumo

Em decorrência do acelerado crescimento da população mundial nas últimas décadas, percebe-se mudanças no ecossistema, em grande parte por ação antrópica, e como exemplo, cita-se as mudanças climáticas. Nesse contexto, desastres socionaturais relacionados aos recursos hídricos vêm ocorrendo mundialmente e chamam a atenção tanto da sociedade quanto da governança, desafiando-as para seu enfrentamento. Com base neste cenário, o estudo busca apresentar um estudo da Engenharia da Resiliência como um novo paradigma, o qual reforça a responsabilidade de integração da população, comunidade, moradores e administradores com o território físico das cidades, no que tange observação, ação, prevenção e aprendizagem da ocorrência de eventos extremos negativos. Junto a estes, a Engenharia de Resiliência é retratada como uma metodologia que envolve comunidades e gera mudança social, destacando a carência dos atores envolvidos em entenderem suas vulnerabilidades e estabelecer conhecimento para o bom desenvolvimento de planos de recuperação econômica e de emergência, com intuito de conceber comunidades sustentáveis.

Palavras-chave: Cidade Ecossistêmica. Desastre natural. Resiliência e Sustentabilidade.

Área Temática: Educação Ambiental.

Resilience Engineering: Paradigm to Socio-environmental Disasters

Abstract

As a result of fast world population growth in the last decades, changes on the ecosystem are perceived, mostly due to antropic action, and as an example, climate change is cited. In this context, socio natural disasters related to hydric resources have been occurring world widely, and have been calling attention of both the society and the government, challenging them to confront them. Based on this scenario, the study thrives to present a study of the engineering of the Resilience as a new paradigm, which reinforces the responsibility of the integration of the population, community, residents and administrators with the physical territory of the cities, regarding observation, action, prevention and learning of the occurrence of negative extreme events. Along with these, the engineering of the resilience is retrated as a methodology that involves communities and generates social change, highlighting the lack of actors involved in understanding their vulnerabilities and establishing knowledge to a good development of the both the economic recuperation and the emergency plans, with the objective of conceiving sustainable communities.

Keywords: Ecosystemic City. Natural disaster. Resilience end Sustainability.

Thematic Area: Environmental Education.



1 Introdução

O crescimento populacional, juntamente com a aumento da urbanização e o desenvolvimento agrícola, trouxeram consigo uma demanda crescente de água e terra, ocasionando desequilíbrio nos ecossistemas e alterações climáticas. As cidades evoluíram nos aspectos cultural e estrutural, desenvolvendo mais as atividades intelectuais do que as físicas, gerando mais “conforto” aos seus habitantes. Todavia, a vida nas cidades tornou-se mais atrativa que a vida no campo e sua população passou a crescer de forma mais robusta que a população rural.

As cidades, em aspecto mundial, além de mais urbanas, também estão mais interconectadas e, por sua vez, inconstantes, tornando-se um produto da presença e da atividade do homem, ou seja, um ambiente antrópico. Cabe ressaltar que em 1950 apenas 28% da população mundial vivia nas cidades e, entre 1950 e 2010, a população residente nas cidades passaram a crescer 0,36% ao ano, nessa esfera, projeta-se que a população urbana chegue a 69% da população mundial em 2050 (UNATED NATIONS, 2009).

Com efeito, o ambiente antrópico remete as cidades a um centro de matérias-primas, de alimentos e também de energia, utilizando uma elevada quantidade de recursos naturais para sua manutenção e perseverança. Por conseguinte, o estudo realizado por Elmquist et. al. (2012) aponta um cenário (âmbito mundial) nada favorável a taxa de urbanização, sinalizando para o enfrentamento de graves desafios, tais como:

- Carências de recursos naturais (inclusive de água) e degradação ambiental;
- Mudança do clima, manifestadas por aumentos no nível do mar, temperaturas mais elevadas, variação na pluviosidade e enchentes, secas, tempestades e ondas de calor mais frequentes e mais severas;
- Mudanças demográficas e sociais associadas à urbanização e ao crescimento populacional como as tendências contraditórias de aumento na riqueza e o aumento absoluto no número de pobres.

Em decorrência de tal problemática, as mudanças climáticas passaram a focar o elemento ÁGUA, consequentemente, a gestão de recursos hídricos (GRH) e a falta de água passaram a ser desafios enfrentado pela humanidade (FAN, 2014). O estudo realizado por Valeiro (2014) menciona as mudanças climáticas como principal elemento de impacto sobre os recursos hídricos, por meio de modificações dos padrões de precipitação e evapotranspiração. Cita-se, como resultado direto dos efeitos climáticos, eventos hidrológicos críticos, tais como: secas, enchentes, erosão, deterioração da qualidade das águas e diversidade dos ecossistemas. Todos estes efeitos e eventos contribuem para um ranking que apresenta o Brasil como sendo um dos 10 países com maior número de pessoas atingidas por desastres ambientais, quando comparado à uma escala mundial, figura como o país na América Latina com maior ocorrência de registros, proporcionalmente (ONU, 2015).

Sabendo que o Estado do Rio Grande do Sul é influenciado por fenômenos climáticos de interação oceano-atmosfera como El Niño e La Niña, os quais inferem no aquecimento e resfriamento das águas do oceano pacífico equatorial, respectivamente, sinaliza-se a ocorrência de inundações e secas severas em tal estado. Os autores Nedel et. al. (2012) e Rodrigues (2011), potencializa a importância de contabilizar os eventos extremos de curto e/ou longo prazo, devido ao seu potencial de causar impactos significativos. Contribuindo com a geração de banco de dados e idealizando esta leitura para gerar ações que evitem ou minimizem perdas humanas, materiais, econômicas e ambientais, assim como, geração de cenários.

Deste modo, a crescente urbanização traz consigo um palco de incertezas e de imprevisibilidade, no que tange o processo de evolução das cidades e, também, enquanto paradigma norteador das intervenções de planejamento urbano, cabendo plenamente o



conceito de resiliência para interpretar os conceitos evolutivos das cidades e corroborando nas soluções de planejamento.

Nessa contenda, no presente artigo, pretende-se articular os problemas enfrentados pelas cidades devido aos desastres socioambientais. Utilizando-se do paradigma dos desastres socioambientais, deseja-se confrontar a Engenharia da Resiliência (ER), apreendendo seus aspectos negativos como aprendizado, com a educação ambiental, com desejo de amenizar os desastres e conscientizar seus atores dessa responsabilidade e das ações a serem tomadas frente a situações de risco.

2 Metodologia

De acordo com o enfoque de interesse, este trabalho foi classificado do ponto de vista da natureza, do objetivo, do procedimento técnico e da abordagem do problema. O método utilizado é de natureza aplicada com abordagem qualitativa, tendo como alicerce o estudo bibliográfico. Entende-se que o estudo da Engenharia da Resiliência se torna possível quando voltado a educação ambiental com intuito de gerar informações relacionadas aos desastres socioambientais ocorridos nas cidades, com desejo de melhorar a relação homem, natureza e ecossistema.

Desta forma, pode-se dizer que o estudo é aplicado, pois careia a proposição da engenharia de resiliência com possíveis soluções relacionadas aos desastres ocorridos nas cidades. Assim, a ER é apresentada como um novo paradigma, a qual consiste em síntese, análise e tomada de decisões, qualidades fundamentais para sugerir solutos à uma sociedade impactada em problemas ambientais, os quais desestabilizam os ecossistemas.

Do exposto, o estudo é resultado de uma pesquisa bibliográfica que apanhou em saberes literários as palavras: cidades ecossistêmicas, desastre natural, resiliência e sustentabilidade. Como resultado, cita-se os estudos apresentados pelos autores: Barroca (2013), Beatley and Peter Newman (2013), Bianchi (2016), Buschbacher (2014), Elmqvist et. al. (2012), Fonseca et. al. (2013) Foresti (2015), Garcia (2016), Hollnagel (2014) e UNISDR (2012)

3 Resultados e Discussão

O conceito de Resiliência está vinculado a capacidade de um elemento retornar ao estado inicial após sofrer influência externa, já a abordagem Engenharia da Resiliência representa uma nova maneira de pensar sobre segurança. Seu campo de estudo admite que os sistemas estejam aptos a voltar ao seu estado normal após sofrer alguma oscilação/distúrbio; garantindo assim a segurança e melhor administração dos riscos, mesmo na presença de falhas.

Diferente da abordagem convencional de gestão de risco, a qual se concentra em uma visão de análise do passado, com ênfase no erro e no cálculo de probabilidades de falhas, a engenharia de resiliência ocupa-se na capacidade das organizações para criar processos robustos e maleáveis, a fim de monitorar e rever modelos de risco, fazendo uso de recursos proativos em face de rupturas ou produção contínua e pressões econômicas.

O estudo da engenharia de resiliência apropria-se da falha como um aprendizado, trazendo este indicador para explicar o que acontece quando ocorre uma falha e, principalmente, aprender com as “quase” falhas para entender as variabilidades do sistema e, dessa forma, prever e preparar uma ação frente às possíveis falhas (VARGAS et. al., 2006). O foco não restringe apenas em entender os resultados negativos, mas sim, o entendimento de todo o processo, gerando tendência e efetividade na prevenção de acidentes, independente se o desempenho for individual, coletivo ou organizacional.



As estratégias apontadas na ER focam na manutenção do sistema, de forma a deixá-lo o mais próximo do ponto de equilíbrio, destacando a confiabilidade e eficiência do sistema, apresentando maior vulnerabilidade a perturbações. Cabe destacar, a importância de gerir protocolos que sintetizem o estado do sistema em cada momento, desta forma, a adaptação, aprendizagem e auto-organização, explicam a necessidade de comportamentos complexos sem nenhum processo de controle, que são essenciais à resiliência.

Diante da complexibilidade do sistema, se faz necessário caracterizar os elementos e/ou indicadores que contribuam para configurar um sistema resiliente ou sua capacidade adaptativa. Hollnagel (2011) destaca quatro habilidades que configuram sistemas resilientes:

- Reação a eventos adversos – implica em reagir a distúrbios, foca o saber se posicionar frente a problemas reais;
- Monitoramento de processos em curso – limita-se em saber o que procurar no ambiente e no sistema, uma abordagem sobre a crítica;
- Antecipação de futuras ameaças – atenta em saber o que esperar, uma abordagem sobre as potências do sistema;
- Oportunidades e aprendizado de experiência – procura conhecer o que aconteceu, uma abordagem sobre os fatos.

Sem embargo, são processos e características estruturais que contribuem para a flexibilidade, a variabilidade de experiências e processos de comunicação e aprendizagem. A habilidade de reação a eventos adversos configura que organizações altamente resilientes são capazes de reagir ao novo e inesperado de forma a atenuar a perda ou maximizar o ganho, embora nem todos os sistemas resilientes reajam, imediatamente às mudanças, eles iniciam a marcha em direção a uma ação.

Tal habilidade comprehende em avaliar a situação, saber o *que* fazer, decidir o *que* fazer e quando *fazer*; levando o sistema às estratégias: proativa ou reativa. A primeira estratégia, proativa, implica em ter planos frente a reação de crise, já a segunda, implica na disponibilidade de recursos requeridos (pessoas e/ou equipamentos).

No que tange a habilidade de monitoramento de processos em curso o conceito gerenciamento tem forte correlação, pois tal habilidade destina-se a obter segurança e prevenir resultados adversos, impulsionando para um sistema proativo. Os sistemas proativos necessitam de indicadores que gerem informações sobre o que está acontecendo em estágios intermediários ao processo antecipando mudanças significativas, (FORESTI, 2015).

Antecipação de futuras ameaças ou oportunidades é mais complexa, nesta fase a percepção dos padrões sinaliza com antecedência que a capacidade adaptativa está em declive, e que suas reservas estão se exaurindo, necessitando mudanças e tomada de decisões. Neste contexto a educação ambiental tem papel fundamental, pois o despertar da sensibilidade humana para a percepção do ambiente é uma condição prevista como vocação do processo educativo.

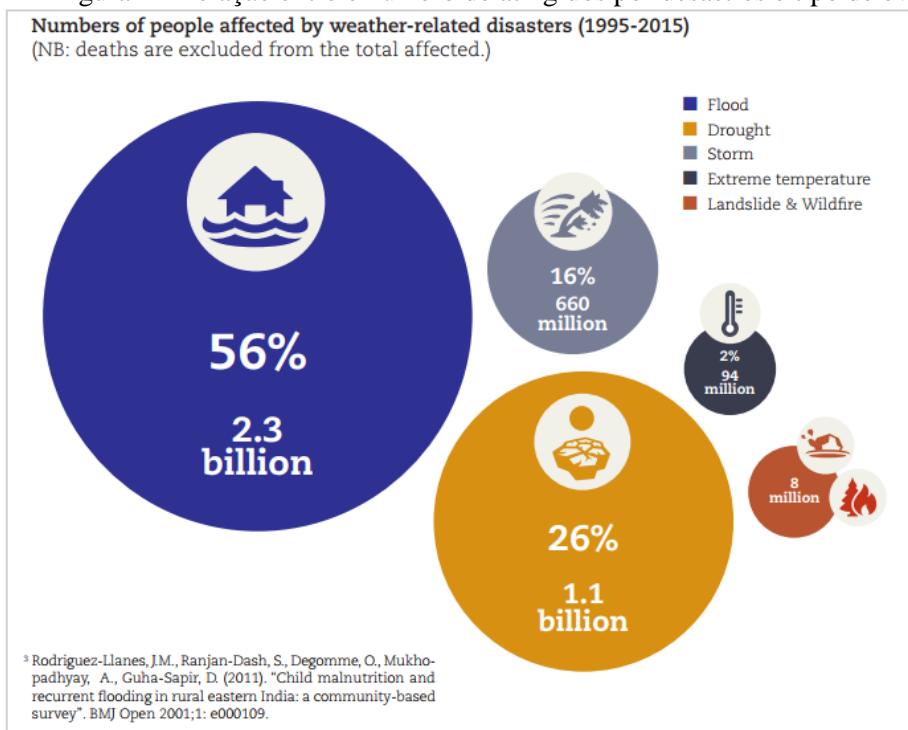
Ainda é importante destacar que a EA é componente obrigatório, apontada pela Política Nacional de Educação Ambiental, Lei 9.795/1999, enfatizada na Constituição Federal (1988) e assumida pelos países em acordos internacionais, desde 1977. A Lei 12.608/2012 institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil, que hoje no Brasil é a normativa que norteia o tema desastres, além de dar diretrizes para a gestão dos riscos que aumentam à vulnerabilidade, também orienta que exista um processo de comunicação das situações que podem provocar desastres.

O programa Cidades Mais Resilientes da ONU, foi criado no sentido de orientar municípios a criarem programas para Treinamento, Educação e Sensibilização Pública, desenvolvendo sistemas de Alerta, Alarme e Respostas Efetivas aos efeitos de desastres ambientais. Diante do tema água, que é um dos principais focos de atenção das comunidades vulneráveis às mudanças climáticas, observasse conforme figura 1 que as inundações



representam a maioria dos atingidos por desastres, o que somou um total de 2,3 bilhões de pessoas no período de 20 anos que foram avaliados pela UNISDR.

Figura 1 - Relação entre o número de atingidos por desastres e tipo de evento.



Portanto, oportunidades e aprendizado de experiência remete a capacidade de se adaptar ao novo. Desta forma, apresenta-se uma abordagem de processo, elucidado para reconhecimento de conflito de valores, encaminhado para uma estruturação do processo de comunicação, coordenação e cooperação entre todas as artes envolvidas nas tomadas de dedicação, administrando indicadores de performance qualificáveis e valores públicos qualitativos (FORESTI, 2015).

Por fim, há necessidade eminente de buscar soluções em nível global, potencializando o sucesso no entendimento da dinâmica do sistema, a qual pode contribuir para a governança adaptativa e a melhoria da gestão dos recursos naturais. Certamente, a promoção de liderança, comunicação e aprendizado social aumentam a resiliência e a capacidade de lidar com um futuro imprevisível (OLSSON et al. 2006).

3.1 Desastres Sócio-Naturais – Critérios de Resiliência

A caracterização de um sistema resiliente, por Hollnagel (2006), alude em um sistema ser capaz de ajustar seu funcionamento antes, durante ou após alterações e perturbações, de modo que possa sustentar as operações necessárias, mesmo depois de um acidente de grandes proporções ou na presença de stress contínuo. Essa definição fortalece a importância de buscar novas estratégias para enfrentar os desastres sócio naturais presentes no grau de variabilidade do comportamento da natureza, em distintos níveis de atuação: local, municipal, estadual e federal.

A UNISDR (2009), afirma que os perigos sócio naturais podem ser reduzidos ou evitados através de um monitoramento racional do uso do solo e dos recursos ambientais. A chuva é um dos desastres naturais mais frequentes no Brasil, caracterizando o acréscimo das precipitações hídricas, consequentemente as inundações. Após, apresenta-se o granizo (impacto meteórico) que é considerado um desastre natural relacionado com temperaturas



extremas. A junção da chuva e o granizo, fortalecem-se com os raios e vendavais, os quais abrolham os temporais.

Uma forma de amenizar tais desastres consiste em aplicar os recursos da ER em processos de segurança, visando a prevenção de resultados tormentosos e listagem de indicadores desses durante o processo, estabelecendo uma relação com o todo e não apenas com a situação que gerou tal ocorrência.

Os perigos sócio naturais podem ser pensados com auxílio da ER, entretanto, a redução de riscos de desastres também pode ser amenizada com esforço em equipe, fortalecendo a participação tanto da comunidade quanto do governo, aplicando as políticas públicas (dentro dos seus mecanismos de controle e desenvolvimento de atividades). As cidades devem compartilhar suas ameaças com a sociedade, com a academia e com o setor público, incentivando-os a contribuir com documentação e avaliações de cenários, com base em ameaças potenciais e séries históricas.

Prontamente, configurar um sistema resiliente em situações sócio naturais em ER é estar focado em: reação a eventos, monitoramento de processos em curso, antecipação de futuras ameaças e/ou oportunidades e aprendizado de experiência. Relação que fortalece a importância de planejar as medidas de redução de riscos e desastres como um todo, de forma a concentrar ações para as quais os recursos e capacidades locais já existam, demonstrando eficácia nos resultados.

Logo, espera-se motivação e interesse da sociedade de forma a criar consciência da importância da redução de riscos sócio naturais na cidade, tendo em vista que, quando as ações passam a ter consenso coletivo, as chances de que sejam postas em prática e sejam sustentáveis são muito maiores. O processo de planejamento, corrobora com reação da ER, de forma que a cidade pode avaliar os seus pontos positivos e negativos e ponderar as necessidades que precisam ser realizadas para alcançar resultados concretos e práticos.

Ao exposto, é de suma importância a fase do monitoramento, da situação do presente, pelo qual é possível entender e prever a ocorrência de futuros perigos, permitindo que uma comunidade ou poder público possa minimizar o risco de um desastre. Esse deve ser constante e robusto, deve se valer de dados estatísticos e de observações de tendência comportamentais e de consumo, objetivando captar ou se antecipar ao surgimento de novas fragilidades, que podem se tornar riscos recorrentes.

Percebe-se a fragilidade que as cidades estão expostas, pois hábitos, aparentemente nocivos, expõem uma sociedade a problemas relacionados à eficiência hídrica e energética, devido ao aumento da temperatura dessas. Logo, o monitoramento constante desses indicadores permite uma avaliação estatística e sinaliza para o uso de uma ferramenta de autoavaliação do governo local, para mensurar avanços ao longo dos anos.

Por fim, a ER é um procedimento de confiabilidade das infraestruturas críticas e, por consequência, um instrumento de gestão integrada dos recursos e das habilidades para superar as deficiências dos serviços tradicionais. Em alguns casos, instituições governamentais desenvolvem o conhecimento sobre o estado da resiliência urbana com o objetivo de torná-la normativa e universal, ou seja, parte do pressuposto que evitar os riscos não é somente lutar contra o perigo, mas, conviver com ele de forma a potencializar a redução dos impactos negativos.

4 Considerações Finais

O crescimento acelerado da população mundial e sua migração para áreas urbanas remetem a um modelo de Cidades que não podem ser pensadas como resultado de um processo linear ou determinado, mas sim, como processo complexo, altamente interligado,



6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 10 a 12 de Abril de 2018

não linear e com recursos finitos de ecossistemas para fornecer bens e serviços importantes para o desenvolvimento humano.

Certa da necessidade de propor novas formas de compreender a complexibilidade do sistema das Cidades, a resiliência, junto as técnicas de ER, inferem na modelagem dessas, articulando operadores cognitivos e estabelecendo o diálogo interdisciplinar para busca superar os limites entre ciência, técnica e arte.

O estudo alerta a urgência de capacitar pessoas e fortalecer competências e técnicas para suscitar documentos de orientação para redução de riscos, potencializando a necessidade de se ter uma estrutura física, humana e tecnológica preparada para tanto. Sem embargo, mobilizar esses importantes atores que vivem em áreas urbanas, desconsiderando seu tamanho, características, localização ou perfil de risco, mas que potencializando seu poder decisório, essencial para construir cidades resilientes. Noutra arena, o estudo da ER dos territórios urbanos encontra-se entre um sistema altamente complexo, porém, potencialmente frágil.

Referencias

BARROCA, Bruno; DINARDO, Maryline; MBOUMOUA, Irène. **De la vulnérabilité à la résilience: mutation ou bouleversement?** In EchoGéo, 24 | 2013, mis en ligne le 10 juillet 2013. Disponível em: <<http://echogeo.revues.org/13439>>. Acesso em: 20 mai. 2017.

BEATLEY, T., NEWMAN, P. Biophilic Cities Are Sustainable, Resilient Cities. **Sustainability** 2013, 5, 3328-3345; doi:10.3390/su5083328.

BIANCHI, R. C., ZACCARIAS, G. M. Cidades resilientes: a importância do Fortalecimento das comunidades. **Revista Ordem Pública e Defesa Social** – V9, n1, jan/jun, 2016, 247-258.

BUSCHBACHER, R. **A teoria da resiliência e os sistemas Socioecológicos:** como se preparar para um futuro imprevisível? IPEA boletim regional, urbano e ambiental | 09 | Jan. - Jun. 2014

ELMQVIST. T., FRAGRAS, M., GÜULNERALP, B., MARCOTULLI, P., MCDONALD, R., PARNELL, S. **Urbanização, Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos em Âmbito Global – Desafios e Oportunidades.** Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2012) Cities and Biodiversity Outlook. Montreal, 64 pages.

FAN, Fernando. COLLISCHONN, W. **Integração do modelo MGB – IPH com sistema de informação geográfica.** RBRH – Revista de Recursos Hídricos - **Brazilian Journal of Water Resource.** Vol 19 n.1 – Jan/Mar 2014, 243-254.

FONSECA, C. e Pereira, M. **Reflexões sobre o contributo dos instrumentos de gestão para a resiliência de áreas protegidas em Portugal.** Revista de Geografia e Ordenamento do Território, n.º 3 (Junho). Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território- Jun 2013. Pág. 67 a 91.

FORESTI, A. J. **Um arranjo interdisciplinar para a gestão de riscos de desastres socionaturais com base na Engenharia da Resiliência,** RS 2015. Tese apresentada, como requisito para obtenção do título de Doutora, ao Programa de Pós-graduação em Meio Ambiente, da Universidade do Estado do Rio Grande do Sul.



6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 10 a 12 de Abril de 2018

GARCIA, D. B. Resiliência e inércia social na lacuna entre ciência e prática em Ecologia.
Ecologia de Comunidades USP 2016.

HOLLNAGEL, E.; WOODS, D. D.; LEVESON, N. **Resilience engineering: Concepts and precepts.** Aldershot, UK: Ashgate, 2006.

HOLLNAGEL, E., PARIÈS, D. **Resilience Engineering in Practice. A Guidebook.** Ashgate Publishing Limited; 2011. Reprimed, 2011.

HOLLNAGEL, Erik. **Resilience engineering and the built environment, Building Research & Information**, 42, 2014 - Issue 2: Resilience in the built environment. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09613218.2014.862607>> Acesso em: 10 out. 2017.

NEDEL, A.; SAUSEN, T. M.; SAITO, S. M. Zoneamento dos desastres naturais ocorridos no Estado do Rio Grande do Sul no período 1989-2009: granizo e vendaval. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 27, n. 2, p. 119-126, 2012.

OLSSON, P. et al. Shooting the rapids: navigating transitions to adaptive governance of social-ecological systems. **Ecology and Society** 11(1): 18, 2006. [Online]. Disponível em: <<http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss1/art18/>>. Acesso em: 27 mai. 2017.

RODRIGUES, A. **Estatística Espacial e Análise de Cluster em dados de desastres naturais:** Mapeamento das estiagens e inundações no Rio Grande do Sul entre 2003 e 2009. 2011. 77f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Estatística), Instituto de Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

UNISDR. United Nations Office for Disaster Risk Reduction. **Como Construir Cidades Mais Resilientes:** Um Guia para Gestores Públicos Locais. Uma contribuição à Campanha Global 2010-2015. Construindo Cidades Resilientes – Minha Cidade está se preparando! Genebra, 2012.

UNITED NATIONS, **Department of Economic and Social Affairs, Population Division** (2015). World Urbanization Prospects: The 2015 Revision, Highlights (ST/ESA/SER.A/352)

UNITED NATIONS, **World Urbanization Prospects The** (2009) Revision, United Nations, Department of Economic and Social Affairs Population Division (pp. 1–56), New York.

VALEIRO, E. L. S. **Avaliação dos efeitos de alterações na precipitação devido a mudanças climáticas no regime hidrológico da bacia do rio Paraguaçu**, BA. 62 f (Dissertação - Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento) Universidade Federal de Alagoas AL, 2014

VARGAS C. V.; GUIMARÃES, L. B. M. A Engenharia de Resiliência e o Sistema de Controle de Tráfego Aéreo. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, XXVI, 2006, Fortaleza CE, Brasil, Out. 2006. **IN:** Anais eletrônicos do XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Fortaleza: Abepro, 2006. 1 CD-ROM.