

VULNERABILIDADE E RESILIÊNCIA: POTENCIAIS, CONVERGÊNCIAS E LIMITAÇÕES NA PESQUISA INTERDISCIPLINAR¹

DIEGO PEREIRA LINDOSO²

Introdução

A produção de conhecimento científico na interface homem-natureza que seja relevante à tomada de decisão adaptativa é uma necessidade premente e cada vez mais urgente frente ao risco representado pelas mudanças ambientais globais. No cerne dessa demanda encontram-se duas perguntas: *Como os sistemas acoplados homem-natureza são afetados por perturbações externas? Como eles se adaptam?* A busca por respostas conduz a um território de pesquisa interdisciplinar, cuja topografia é explorada por várias tradições das ciências humanas e naturais.

As abordagens da vulnerabilidade e da resiliência se colocaram na vanguarda dessa busca. Na primeira, adaptação é entendida como redução de vulnerabilidade, seja ao moderar sensibilidades, seja no fortalecimento da capacidade adaptativa. Na segunda, adaptação é entendida como construção de resiliência (ADGER et al., 2005). O que as une é o esforço de fornecer uma compressão do funcionamento dos sistemas socioecológicos para tomada de decisão informada visando à redução de riscos socioambientais. O que as separa é a forma de abordar o problema e as distinções teóricas e metodológicas.

O presente trabalho se propõe à uma reflexão crítica destas abordagens no intuito de contribuir para o debate sobre a utilidade delas na construção de um campo de pesquisa interdisciplinar que vem se configurando na interface entre ambiente-sociedade, especialmente no âmbito das mudanças ambientais globais. Para tal, lança mão de uma ampla revisão da literatura que contribuiu para o desenvolvimento de cada abordagem e do diálogo entre elas (JANSSEN et al., 2006).

Como será visto, há um movimento de convergência entre os arcaísmos teórico-conceituais da resiliência e da vulnerabilidade, o que resulta em um léxico científico rico, porém confuso em sua diversidade de conceitos e interpretações para um mesmo conjunto de termos e noções. As divergências e incongruências teórico-metodológicas entre resiliência e vulnerabilidade, inerentes a naturezas tão distintas das ciências de ori-

1. Agradeço o apoio da equipe CDS/UnB vinculada à Rede Clima, em especial ao Saulo Rodrigues Filho e Flávio Eiró. Pesquisa realizada no âmbito da bolsa de pós-doutorado Prêmio CAPES de Tese 2014.

2. Doutor em desenvolvimento sustentável, Centro de Desenvolvimento Sustentável (CDS), Universidade de Brasília (UnB)

gem, também serão discutidas. As pesquisas em sustentabilidade e em mudança climática serão usadas como pano de fundo para desenvolver a discussão.

1. Interface Ambiente e Sociedade: objeto comum

Há um crescente reconhecimento de que, para compreender e antecipar o comportamento de sistemas sociais e ecológicos, é necessário levar em conta a dinâmica que emerge nas interações entre ambos (GALLOPÍN, 2006). Na literatura, o reconhecimento analítico de uma natureza na qual homem e o ecossistema são empiricamente indissociáveis é sintetizado nos termos *sistemas socioecológicos*, *sistemas acoplados homem-ambiente* (ou *sistemas acoplados homem-natureza*), usados como sinônimos (TURNER et al., 2003).

Neste trabalho, o termo adotado é sistema socioecológico (SSE). Tal escolha se justifica porque é um termo amplamente utilizado na produção científica sobre resiliência, vulnerabilidade e sustentabilidade. Entretanto, aqui cabe uma ressalva. Na literatura da vulnerabilidade, o emprego de *sistema socioecológico* não implica em compromissos teóricos, apenas destaca que as condições e os processos observados são produtos da interação entre subsistemas humanos e naturais. Em contrapartida, na abordagem da resiliência, o emprego do termo vai além: assume uma série de premissas teóricas quanto ao comportamento do sistema analisado.

Se por um lado o paradigma tem a virtude de aproximar as dimensões ambiental e humana, a concepção do SSE será sempre uma construção social, não podendo ser confundido com a realidade em si (CANNON; MÜLLER-MAHN, 2010). Em outras palavras, o recorte é geralmente centrado naquelas relações homem-natureza que são relevantes da perspectiva humana. Neste contexto, há inúmeras formas de conceber um SSE, cada qual diferindo na ênfase dada ao comportamento humano, relações sociais, processos biofísicos/ecológicos, processos econômicos etc (ANDERIES; NORBERG, 2008).

O conceito de SSE não é consenso na literatura (STAJONOVIC et al., 2016). Para os críticos, a perspectiva de sistemas despolitiza as relações sociais e as naturalizam, ignorando a influência da subjetividade das interações humanas, como a agência, simplificando a complexidade da dinâmica social (WELSH, 2014). A despeito das críticas, o conceito de SSE, como ferramenta heurística, pode funcionar como um espaço produtivo para o encontro interdisciplinar (BINDER et al., 2013) e por esse motivo é destacado no presente trabalho. Os recortes dados aos SSE pelas abordagens da vulnerabilidade e resiliência, apesar de distintos, são, em grande medida, complementares, como será visto a seguir.

2. Abordagem da Vulnerabilidade

A abordagem da vulnerabilidade tem suas raízes na escola risco-perigo (*risk-hazard*), derivando, posteriormente, a pesquisa sobre *Desastres Naturais* (MARANDOLA; HOGAN, 2004). Esta, por sua vez, recebeu influência da ecologia política e da economia política a partir da década de 1970, fundamentando a abordagem da vulnerabilidade (ALCANTÁRA-AYLA, 2002). A vulnerabilidade se consolida como um campo inter-

disciplinar, tendo encontrado, nas décadas de 1980 e 1990, arena fértil na pesquisa sobre mudanças ambientais globais (GALLOPÍN, 2006).

A pesquisa sobre vulnerabilidade de sistemas socioecológicos, antes de compor uma linha teórica coesa, comporta um conjunto de perspectivas que transitam entre abordagens mais sociais e abordagens mais biofísicas. As primeiras, agrupadas sob o escopo da *vulnerabilidade social*, abordam a vulnerabilidade como uma construção social: de raízes históricas e causas econômicas, políticas e culturais que reduzem a capacidade dos sistemas em prevenir ou responder de forma satisfatória a impactos externos (ADGER; KELLY, 1999). Assumem que a vulnerabilidade pode ser estudada independente do vetor de distúrbio ambiental, ou seja, é produto exclusivo das características socioeconômicas e políticas internas ao sistema. Trabalhos que adotam a perspectiva da vulnerabilidade social refletem influência predominante da ecologia política, da economia política e da pesquisa em *entitlement*. Análises recorrentes da vulnerabilidade social abrangem as causas sociais estruturantes que subjazem em temas como insegurança alimentar, pobreza, epidemias de fome (DERCON; KHRISNAN, 2000).

No outro extremo, encontra-se a *vulnerabilidade biofísica*, para a qual o distúrbio natural ou biofísico é central na construção da vulnerabilidade: esta é resultado da interação de um lugar/população e um fator de exposição específico (ex. secas) (BURTON, 1997). Trabalhos dessa abordagem estão sob a esfera de influência da tradição *risco-perigo*, explícita no léxico utilizado (*risco*, *perigo natural*, *desastre natural*, *álea*). Contudo, abordagens híbridas nas quais as vulnerabilidades social e biofísica são integradas vêm se proliferando na pesquisa sobre mudanças ambientais globais (IAWAMA et al., 2016; BLAIKIE et al., 1994).

Na literatura sobre mudança climática, em particular, vulnerabilidade é definida como “o grau em que um sistema é suscetível aos ou incapaz de lidar com os efeitos adversos da mudança climática”, incluindo variabilidade climática e extremos climáticos (SMIT et al., 2001). É apresentada como função de três atributos: exposição, sensibilidade e capacidade adaptativa (LINDOSO et al., 2011). *Exposição* diz respeito à fonte de perturbação, sendo, portanto, elemento externo ao sistema sob análise (FÜSSEL; KLEIN, 2006). Frequentemente, *exposição* é caracterizada segundo sua natureza, duração, magnitude e frequência do estímulo (SMITHERS; SMIT, 1997). Já *sensibilidade* refere-se às características internas do sistema que o tornam mais ou menos susceptível a um determinado estímulo. Pode ser entendida como a propensão do sistema em ser modificado/afetado, sofrer impactos, danos ou perdas quando exposto a um distúrbio (ADGER, 2006; GALLOPÍN, 2006; O'BRIEN et al., 2004).

Diferentes interpretações para a relação entre sensibilidade, exposição e vulnerabilidade são encontradas na literatura, refletindo que a dicotomia entre vulnerabilidade social e biofísica ainda está presente. Alguns autores consideram exposição como parte integrante da vulnerabilidade e indissociável da sensibilidade (O'BRIEN et al., 2004). Outros argumentam que um sistema só é vulnerável se houver um fator de exposição como referência (FORD et al., 2006). Entretanto, há aqueles, como Gallopín (2006), que abordam *exposição* como elemento independente da sensibilidade e externo à vulnerabilidade. O autor defende sua perspectiva, argumentando que externalizar a exposição

da vulnerabilidade é um artifício útil para a tomada de decisão, uma vez que facilita a intervenção política em aspectos gerais da vulnerabilidade em vez de elaborar uma política específica para cada contexto de exposição.

Por fim, *capacidade adaptativa* é uma propriedade dos sistemas socioecológicos, determinada por fatores internos e externos (FÜSSEL, 2007). Pode ser definida como a habilidade de administrar, acomodar e recuperar-se de distúrbios ambientais (SMIT; WANDEL, 2006). De acordo com Smit et al. (2001), a capacidade adaptativa reflete o grau em que ajustes em processos, estruturas e práticas podem moderar danos ou reduzir impactos da mudança climática. Já para Klein et al. (2003), capacidade adaptativa está relacionada à habilidade de planejar e se preparar para uma ameaça, assim como de implementar medidas técnicas antes, durante e depois do distúrbio. Em alguns trabalhos sobre vulnerabilidade, capacidade adaptativa é associada à noção de direitos (*entitlements*), empregada para fazer referência a disponibilidade de opções (recursos) e condições de acesso a estas opções por meio de arranjos institucionais e/ou recursos individuais (ADGER, 2006; ADGER; KELLY, 1999).

2.1 Sistemas socioecológicos segundo as abordagens da vulnerabilidade

Nas abordagens da vulnerabilidade, as relações ambiente-sociedade são enfatizadas a partir das interações que determinam sensibilidades ou influenciam a capacidade adaptativa. O subsistema social costuma ser a unidade-referência: aquela que está sujeita a impactos e é simultaneamente agente e alvo de ações adaptativas. É referida como *unidade de exposição* ou *unidade adaptativa*. Geralmente compreende populações, grupos sociais, lugares, setores, regiões geográficas ou unidades político-administrativas (LINDOSO et al., 2011; O'BRIEN et al., 2004; O'BRIEN; LEICHENKO, 2000). Menos frequentes são os trabalhos que adotam ecossistemas e/ou elementos da biodiversidade como *unidade expositiva* (MARENGO, 2007; JOHNSON et al., 2007; KLAUSMEYER et al., 2011).

Já o subsistema ecológico costuma ser pano de fundo na relação ambiente e sociedade. Normalmente, os fatores ambientais são tomados como causa ou condição *a priori* na análise, de modo que os processos ecológicos nos quais se inserem, ou dos quais são dependentes, são ignorados ou explorados superficialmente (TURNER, 2010). A forma mais comum de considerar o subsistema ecológico (ou ambiental) na análise da vulnerabilidade é como vetor de exposição: fonte de distúrbio e estresse para o subsistema humano. Na literatura, os principais *vetores de exposição* são distúrbios naturais, como os climáticos. Contudo, vetores de exposição também podem ser biológicos (epidemias), tecnológicos (acidentes nucleares e industriais), sociais (guerras), econômicos (globalização) ou mesmo vetores complexos (desertificação, fome) (O'BRIEN; LEICHENKO, 2000).

O subsistema ecológico também entra na análise da vulnerabilidade como fator de sensibilidade. É o caso de características do solo e topografia, aspectos ambientais que interagem de forma particular com cada vetor de exposição, produzindo sensibilidades distintas (O'HARA; RIVAS, 2005). Sensibilidades também resultam da interação entre características socioeconômicas da *unidade expositiva* com o vetor de exposição, tais quais aspectos etários (HUYNEN et al., 2001) e perfil da renda (LINDOSO et al., 2011).

Contudo, a abordagem da vulnerabilidade não se restringe a caracterizar distúrbios e propensões a impactos. Busca também compreender condições e relações da capacidade adaptativa. Aqui, elementos do subsistema ecológico costumam ser analisados como fonte de opções adaptativas, como, por exemplo, recursos hídricos estocados nos troncos de baobás em anos de seca extrema, no Sudão (IBNOUF, 2011). Já o subsistema social é visto tanto como fonte de opções adaptativas (tecnologias e comportamentos) quanto analisado como meio (recursos financeiros e instituições) que viabiliza o acesso às opções adaptativas (O'BRIEN et al., 2004).

3. Resiliência socioecológica

O termo resiliência foi originalmente empregado na Física do século XIX para descrever a propriedade de certos materiais de retornarem ao estado de equilíbrio após sofrer um distúrbio (FOLKE, 2006). Na Ecologia, o termo aparece na década de 1970, como contraponto ao paradigma da estabilidade ecológica (HOLLING, 1973), desenvolvendo-se nas décadas seguintes em um corpo teórico robusto, estabelecendo-se como paradigma central da ecologia de ecossistemas (O'NEILL, 2001).

Rapidamente, a noção de resiliência rompe as fronteiras da ecologia, e é apropriada em trabalhos da antropologia (VAYDA; MCCAY, 1975), psicologia ambiental (LAMSON, 1986), geografia humana (ZIMMERER, 1994), ciências políticas (DIETZ et al., 2003) e ciências sociais (ADGER, 2000). Do diálogo entre ciências humanas e naturais, emerge o conceito de resiliência socioecológica, central na teoria dos sistemas complexos adaptativos (NORBERG; CUMMING, 2008) e paradigma-chave da emergente “ciência da sustentabilidade” (TURNER, 2010).

A resiliência socioecológica vai além de um conceito. É uma teoria científica sobre o funcionamento de sistemas complexos. Como hipótese, é baseada em um conjunto de premissas sobre o comportamento dos sistemas. Primeiro, a premissa dos multiestados de estabilidade: o sistema - seja ele natural, humano ou socioecológico - pode existir em diferentes configurações (*domínios de estabilidade ou estados alternativos de estabilidade*), cada qual caracterizado por estruturas e relações de retroalimentação específicas entre os componentes do sistema (FOLKE, 2006). Segundo, a posição do sistema no domínio de estabilidade pode ser mensurada por meio de *variáveis de estado*: parâmetros que oscilam em resposta a distúrbios. Terceiro, caso perturbações externas empurrem as variáveis de estado para limiares específicos (*thresholds* ou *tipping points*), ele passa por um processo de mudança catastrófica (*catastrophic shift*), também chamado de mudança de regime (*regime shift*), transitando para um novo domínio ou estado de estabilidade (SCHEFFER et al., 2001). Neste, os componentes do sistema podem até permanecer os mesmos, mas uma nova estrutura, relações e retroalimentações são estabelecidas (GALLOPÍN, 2006). Quarto, para que o sistema retorne ao domínio de estabilidade anterior, não basta restabelecer as condições imediatamente anteriores à mudança de regime; é necessário retornar as variáveis de estado a valores anteriores mais extremos, atingindo novos limiares (*thresholds*), resultando em uma nova mudança de regime, assim, o domínio de estabilidade precedente é estabelecido. A esse padrão no qual a transição do domínio de

estabilidade A para B ocorre em condições diferentes da transição de B para A recebe o nome de *histerese* (SCHEFFER et al., 2001).

Neste contexto, resiliência é descrita como a capacidade do sistema em tolerar distúrbios e, ainda assim, permanecer no mesmo domínio de estabilidade (NORBERG; CUMMING, 2008). Também se relaciona à capacidade de auto-organização, de aprendizado e de adaptação durante e após o distúrbio (CARPENTER et al., 2001).

Na pesquisa em sistemas socioecológicos, Walker et al. (2006) definem resiliência como “a capacidade do sistema em absorver distúrbio e se organizar enquanto passa por mudança de modo a manter essencialmente as mesmas funções, estrutura, identidade e retroalimentações”. Para se referir à capacidade do sistema em transitar entre domínios de estabilidade quando desejável, lança-se mão do termo *transformabilidade* (WALKER et al., 2006). Já a habilidade dos sistemas em mover-se dentro de um domínio de estabilidade é chamada de *capacidade adaptativa* (ANDERIES; NORBERG; 2008). Walker et al. (2004) empregam o termo *adaptabilidade* de forma semelhante, definindo-a como a capacidade dos atores de um sistema em influenciar à resiliência. Norberg e Cumming (2008) apresentam capacidade adaptativa de sistemas socioecológicos como função: (i) do conjunto de opções adaptativas disponíveis e (ii) da capacidade do sistema em transitar entre as opções quando necessário. Na literatura, capacidade adaptativa é relacionada à diversidade, ao aprendizado, à inovação, à reorganização e ao desenvolvimento (CARPENTER et al., 2001).

3.1 Sistemas socioecológicos na abordagem da resiliência

Na abordagem da resiliência, a interface homem-natureza é vista a partir das relações de retroalimentação que caracterizam o sistema. Também é analisada a partir dos processos de rearranjo estrutural e auto-organização pelos quais passa o sistema socioecológico em resposta a perturbações. Processos ecológicos, sociais e econômicos são autônomos em suas regras de funcionamento, porém interdependentes no tempo e espaço. Não há uma tradição clara quanto à hierarquia de importância entre o subsistema social e o subsistema ecológico, ao contrário da abordagem da vulnerabilidade, que costuma priorizar a perspectiva humana. O nível de detalhamento que cada subsistema recebe na análise depende da natureza, interesses, capacidade técnica e objetivos da pesquisa. Diante das raízes na biologia, grande parte da produção científica sobre resiliência traz ecossistemas como objeto da pesquisa (SCHEFFER et al., 2001).

Em linhas gerais, o arcabouço analítico da resiliência parte da existência de uma *unidade adaptativa* confrontada com um ambiente em ininterrupta mutação, fonte de distúrbios, que leva o sistema a estar constantemente respondendo e se ajustando ao seu meio. Um ponto central é a perspectiva de que nenhum ecossistema é eterno dado o tempo suficiente; a sucessão de configurações ecológicas é inexorável à dinâmica da natureza (O'NEIL, 2001). A predileção por um ou por outro domínio de estabilidade é uma questão subjetiva humana. A escolha entre estados desejáveis e indesejáveis, segundo critérios humanos, é uma delimitação clara na transição da abordagem neutra e amoral da resiliência ecológica para a abordagem normativa e política presente na resiliência

socioecológica. Assim, a “normatização” da abordagem da resiliência foi passo importante para que passasse a ser relevante na pesquisa social. É nesse contexto que a abordagem da resiliência socioecológica se desdobrou (sem se desvincular) do olhar ecológico e se aproximou - do ponto de vista analítico - da abordagem da vulnerabilidade.

4. Convergências conceituais

Ao explorar nuances da interface homem-natureza, foi inevitável o surgimento de tentativas de integração entre as abordagens da *vulnerabilidade* e da *resiliência socioecológica* (CANNON; MÜLLER-MAHN, 2010). Iniciativas nesse sentido partiram tanto de cientistas sociais, que viram na noção de resiliência uma metáfora poderosa (BENÉ et al., 2016), quanto de ecólogos, que incorporaram o conceito de vulnerabilidade ao respectivo marco teórico e passaram a considerar sistemas sociais como estudos de caso (LUERS, 2005). Comunidades científicas, sociais e naturais, vêm gravitando em torno das duas abordagens (JANSSEN et al., 2006), realizando trabalhos em coautorias e empreendendo experiências epistemológicas híbridas interessantes (TURNER et al., 2003).

Pioneiro, o geógrafo Peter Timmerman foi um dos primeiros a refletir sobre potenciais conexões entre o conceito de resiliência e o de vulnerabilidade humana (TIMMERMAN, 1981). Desde então, a ponte entre as abordagens foi fortalecida, sendo muitas vezes apresentadas como convergentes, a despeito das raízes em domínios do conhecimento tão diferentes (ADGER, 2006; SMIT; WANDEL, 2006).

Alguns autores apresentam o conceito de resiliência como o inverso da vulnerabilidade (FOLKE et al., 2002). Outros, como Gallopín (2006), entendem resiliência como um conceito mais restrito, uma propriedade interna dos sistemas socioecológicos, referindo-se à capacidade do sistema em manter-se dentro de um domínio de estabilidade. Já a vulnerabilidade é um conceito amplo, determinada por fatores externos (exposição) e propriedades internas do sistema socioecológico (sensibilidade e capacidade adaptativa). O espaço da vulnerabilidade abrange uma paisagem de estabilidade (composta por vários domínios de estabilidade), o que impossibilita qualquer perspectiva que coloque os dois conceitos em grau de equivalência. Como alternativa, o autor sugere o conceito de *robustez*¹ como inverso da vulnerabilidade.

Capacidade adaptativa vem funcionando como conceito-ponte entre as duas abordagens (JANSSEN; OSTROM, 2006), comumente intercambiada com o termo resiliência no arcabouço da vulnerabilidade (DOW, 1992; KASPERSON et al., 2005; TURNER et al., 2003). Entretanto, alguns defendem uma relação hierárquica entre resiliência e capacidade adaptativa. Klein et al. (2003), por exemplo, apresentam resiliência como propriedade da capacidade adaptativa. Tal interpretação vai de encontro àquela adotada pelos teóricos da resiliência socioecológica, para os quais há uma relação hierárquica oposta: capacidade adaptativa como propriedade da resiliência (FOLKE et al., 2002; CARPENTER et al., 2001). Por sua vez, entre cientistas naturais, houve apropriação inversa, incorporando a noção de vulnerabilidade na pesquisa em resiliência ecológica (LUERS, 2005).

O léxico envolvido na pesquisa em resiliência e vulnerabilidade é muito mais amplo e rico em interpretações e reinterpretações do que o apresentado aqui, agregando maior

complexidade à comunicação entre cientistas e entre estes e os usuários não-científicos da informação. A falta de consenso conceitual e a liberdade de escolhas em como relacionar termos e definições traz o risco de mal-entendidos e apropriação equivocada do conhecimento científico.

A perspectiva da incomensurabilidade semântica entre paradigmas rivais, desenvolvida por Kuhn (1975), é uma via de interpretação que ajuda a compreender a cacofonia resultante e a impossibilidade de comparar ou obter um arcabouço teórico-conceitual comum às abordagens da vulnerabilidade e da resiliência socioecológica. Enquanto há termos que podem ser usados em ambas sem perda de sentido, há outros, como resiliência, cuja “tradução” se faz impossível sem perdas, seja pela dificuldade de que o “tradutor” científico domine profundamente ambos os léxicos, seja por diferenças fundamentais nas linguagens científicas que permitam traduções equivalentes de conceitos (SILVA, 2013).

Aqui, cabe uma ressalva: a incomensurabilidade de Kuhn foi aplicada na análise de paradigmas rivais durante revoluções científicas dentro de uma mesma linha epistêmica. No caso da comparação entre os marcos conceituais da resiliência socioecológica e vulnerabilidade, há um fator que agrega maior complexidade: cada abordagem é formada por diversos paradigmas concorrentes com suas incomensurabilidades internas que se somam às incomensurabilidades semânticas e metodológicas, mais amplas entre as linhas epistêmicas oriundas em raízes tão distintas quanto as ciências sociais e naturais podem ser.

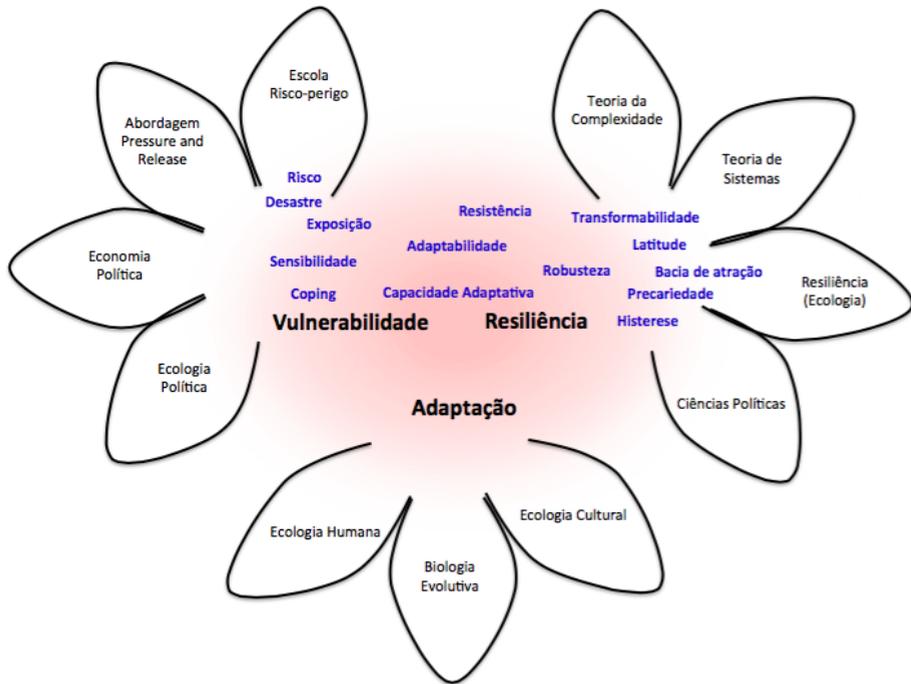
A pesquisa sobre adaptação às mudanças ambientais globais e, em particular, a mudança climática, é um espaço científico privilegiado, no qual o diálogo entre as abordagens da vulnerabilidade e da resiliência vem ocorrendo de forma mais intensa, com experiências integradoras interessantes que podem estabelecer um terreno suficientemente comum para comunicação científica interdisciplinar (LINDOSO; RODRIGUES-FILHO, 2016). A Figura 1 busca sintetizar, de forma simplificada, essa confluência de termos, conceitos e noções que gravitam em torno de três grandes núcleos conceituais: adaptação, vulnerabilidade e resiliência.

As pétalas representam abordagens disciplinares ou interdisciplinares de primeira ordem. No centro, o espaço vermelho não delimitado representa o território interdisciplinar no qual a pesquisa em mudanças climáticas vem se desenvolvendo. Apesar de ser possível rastrear a origem dos termos e conceitos em tradições disciplinares, sua localização no diagrama representa a sua relevância na pesquisa interdisciplinar. Quanto mais centralizado o termo, maior seu trânsito entre as abordagens da resiliência e vulnerabilidade. A posição é meramente ilustrativa e sua distância em relação às pétalas ou ao centro não deve ser tomada como equivalente perfeito ao seu “grau de interdisciplinaridade”.

5. Divergências teórico-metodológicas

Se, por um lado as abordagens da resiliência e da vulnerabilidade tangenciam-se em seus arcabouços conceituais, por outro há particularidades e aspectos incompatíveis entre ambas que as distinguem e inibem a total dissolução das fronteiras epistêmicas em prol de uma única abordagem.

Figura 1. Representação de alguns termos do terreno teórico-conceitual interdisciplinar que se configura na pesquisa sobre adaptação à mudança climática tendo na vulnerabilidade e na resiliência as abordagens principais (área em vermelho).



Fonte: elaborado pelo autor a partir da revisão da literatura.

A primeira barreira refere-se à abordagem metodológica e aos objetivos específicos de pesquisa. Se ambas almejam entender como os sistemas socioecológicos são afetados e respondem a perturbações, a abordagem da resiliência busca compreender processos de resposta (inovação, aprendizado, organização), identificar *thresholds*/indicadores de estado, e caracterizar domínios de estabilidade. Para tal, a abordagem da resiliência dá grande ênfase ao uso de modelos matemáticos hipotéticos para descrever e simular os fenômenos socioecológicos observados. Já a abordagem da vulnerabilidade foca em avaliar impactos, danos e perdas, assim como entender contextos que tornam os sistemas socioecológicos susceptíveis a distúrbios e que determinam a resposta. Metodologicamente, lança mão de estudos de caso e analogias para observar o comportamento dos sistemas socioecológicos (FORD et al., 2010). Outros autores ressaltam que a ênfase dada pela resiliência ao princípio da auto-organização ofusca os princípios de agência, conflito e poder, centrais na pesquisa social, reduzindo sua capilaridade e utilidade em abordagens sociais (OLSSON et al., 2015).

Do ponto de vista normativo, também há divergências importantes. Na abordagem da resiliência o termo “resiliência” é amoral. Isso implica que ser resiliente é, a princípio, nem bom, nem ruim; essa definição é secundária e caso-específico, dependente do que é

desejado ou não pelos atores envolvidos. Assim, o objetivo político em alguns casos será construir resiliência e, em outros, erodir a resiliência, quando a permanência do sistema em um determinado domínio de estabilidade é considerada indesejável. Já na abordagem da vulnerabilidade, o objetivo político é claro: redução da vulnerabilidade, invariavelmente o resultado de qualquer intervenção adaptativa.

Outra diferença se encontra na unidade analítica. Na teoria da resiliência, as unidades de referências são hipotéticas: domínios de estabilidade, enquanto na vulnerabilidade a referência é uma entidade palpável: populações, setores, locais, indivíduos. Ademais, a abordagem da resiliência tem como premissas teóricas fundamentais as noções de *ciclos adaptativos*, *panarquia*, *thresholds*, *bacia de atração*, *paisagens de estabilidade*, as quais ainda são estranhas à pesquisa em vulnerabilidade.

6. Vulnerabilidade ou Resiliência?

Do debate acima, desprende-se que a escolha entre as abordagens da vulnerabilidade e da resiliência é mais que uma preferência epistêmica por conceitos, teorias e metodologias. É também uma escolha política, que envolve interesses para além da arena científica (Knorr-Cetina, 1983). Assim, seria incorreto eleger ou defender uma abordagem ou arcabouço teórico e analítico definitivo. Ao contrário, reconhece-se que ambas as abordagens possuem virtudes e limitações que devem ser consideradas à luz das perguntas e objetivos da pesquisa.

Como teoria descritiva da realidade, a resiliência se mostra mais robusta. Descrições de padrões e processos causais sintetizados em modelos teóricos preditivos conferem um corpo explicativo do comportamento dos sistemas observados mais forte que aqueles adotados pela vulnerabilidade. Do ponto de vista da gestão adaptativa, a abordagem da resiliência é interessante pela possibilidade de identificar *thresholds* ecossistêmicos e sociais, variáveis de estado, processos-chave, entre outras informações que podem indicar pontos e parâmetros para monitoramento e intervenção política adaptativa.

Porém, o robusto poder explicativo implica em alto custo científico, que muitas vezes limita a pesquisa e o uso político da abordagem da resiliência de forma rotineira. Primeiro, porque o forte viés matemático presente nos modelos teóricos torna a pesquisa em resiliência hermética para leigos e cientistas pouco familiarizados com a linguagem. Isso restringe a pesquisa a uma parcela relativamente pequena da comunidade científica, majoritariamente vinculados às ou oriundos de tradições ecológicas, assim como reduz sua capilaridade entre tomadores de decisão.

Segundo, devido à ênfase em processos, trabalhos empíricos sobre resiliência esbarram em limitações experimentais. O esforço de pesquisa é grande; muitos padrões e processos socioecológicos só são possíveis de serem identificados após um longo tempo de observação (anos, décadas). Delimitar *domínios de estabilidade* e identificar *thresholds* ecológicos, muitas vezes, só são possíveis em análises *ex-post*, após uma mudança de regime ser observada (WALKER; MEYERS, 2004). Soma-se a isso o fato de que valores, preferências e crenças interagem no espaço e tempo na definição do que é aceitável e desejável, agregando um caráter subjetivo na análise de *thresholds sociais*, agregando

grande complexidade à análise (CHRISTENSEN; KROGMAN, 2004). Assim, a prática científica na pesquisa em resiliência demanda recursos de oferta limitada.

Outro ponto levantado é o caráter neutro (amoral) subjacente à teoria da resiliência, que é visto como desvantagem, dada que as escolhas sociais são políticas. Soma-se a isso o fato da teoria da resiliência aceitar, em princípio, perdas e danos em escalas inferiores em prol da sustentabilidade de escalas superiores. Isso abre a possibilidade para que grupos e atores sejam marginalizados no embate político sob a justificativa de fortalecer a resiliência do sistema.

Em contrapartida, a abordagem da vulnerabilidade é de muito mais fácil operacionalização e comunicação científica, especialmente por vir de uma tradição científica mais antiga e que já nasce orientada para a política. Isso só é possível devido à simplificação do sistema socioecológico em um recorte homem-centrado, menos representativo, porém mais operacional em muitos aspectos. Os resultados são geralmente apresentados na forma de custos, perdas e prejuízos ou por meio de índices, indicadores e mapas de vulnerabilidade, linguagem didática e com grande capilaridade entre gestores públicos e tomadores de decisão não-governamentais. O uso de cenários para comunicar riscos e o potencial das intervenções políticas também torna a abordagem atrativa. As metodologias de coleta e tratamento de dados são mais simples e acessíveis ao grande público, tornando a pesquisa mais transparente e replicável por atores tecnicamente menos especializados. Ademais, as demandas de intervenção política são claras: redução da vulnerabilidade por meio da intervenção em aspectos socioeconômicos, ambientais e político-institucionais.

Guardadas as particularidades, as duas abordagens têm muito em que se complementar, uma vez que se debruçam sobre as mesmas perguntas gerais e fenômenos socioecológicos. Por exemplo, os processos socioecológicos – privilegiados pela abordagem da resiliência – são resultados de condições pré-existentes – foco analítico da abordagem da vulnerabilidade. Nesse sentido, dissecar a dinâmica dos processos socioecológicos na pesquisa em resiliência poderia apontar quais contextos ou condições são favoráveis à adaptação na pesquisa em vulnerabilidade.

Outro ponto possível de complementaridade é a avaliação de danos, perdas e prejuízos – tão comuns na abordagem da vulnerabilidade –, a qual poderia dar pistas importantes na identificação de *thresholds*, variáveis de estado e domínios de estabilidade desejáveis e indesejáveis na pesquisa em resiliência. De fato, pesquisas que adotem abordagens híbridas, mesclando elementos teórico-metodológicos de ambas as abordagens, são altamente recomendáveis como experimentação interdisciplinar.

Considerações Finais

A diluição das barreiras disciplinares está avançando graças a iniciativas tanto das ciências naturais quanto das Humanas. Se no plano teórico-metodológico há divergências-chave que separam as abordagens da vulnerabilidade e da resiliência, estas convergem nos problemas que buscam responder e nas dimensões conceitual e analítica tendo na noção de capacidade adaptativa um *conceito-ponte*.

Todavia, na esteira desse esforço, uma cacofonia de termos e suas interpretações – ora congruentes, ora divergentes - manifestam-se na falta de consensos quanto a um marco conceitual comum. Isso é agravado pela natureza fragmentada da comunidade científica que transita em ambas as abordagens e pela própria incomensurabilidade local de termos entre paradigmas e abordagens. Distribuídos em inúmeros centros e grupos pesquisa, os cientistas abrangem uma ampla gama de tradições disciplinares, cada qual com um olhar e interesses particulares e muitas vezes alheios a iniciativas paralelas (KATES, 2011). O resultado é uma “torre de Babel” científica, na qual os mesmos termos e noções recebem definições variando desde ligeiramente distintas até opostas.

Talvez tal pluralidade e incongruência epistêmicas sejam sintomas inevitáveis da construção de um campo de conhecimento interdisciplinar e que, por estar nos seus primórdios, lhe falta a perspectiva histórica necessária para que os cientistas que nele trafeguem tenham a real dimensão do processo e suas tendências. Por outro lado, há o risco de tal pluralidade e incongruência desdobrarem-se para uma cacofonia irreversível e fricções epistêmicas improdutivas, inviabilizando a comunicação científica e, conseqüentemente, o potencial de comparação entre as abordagens que se debruçam sobre a interface ambiente-sociedade. A justa medida encontra-se em algum lugar entre romper as barreiras disciplinares no lugar em que é possível pontes e manter as particularidades e virtudes disciplinares diante das incomensurabilidades inevitáveis. Para isso, não há fórmula pronta além da predisposição para o desafiante exercício da interdisciplinaridade.

Nota

i Robustez: capacidade de um sistema manter sua estrutura diante de um distúrbio.

Referências

ADGER, W. N. Social and ecological resilience: are they related? **Progress in Human Geography**, v. 24, n. 3, p. 347–364, 2000.

_____. Vulnerability. **Global Environmental Change**, v. 16, n. 3, p. 268–281, 2006.

ADGER, W. N. et al., Successful adaptation to climate change across scales. **Global Environmental Change**, no 15, p. 77-86, 2005.

ADGER, W. N. et al. Are there social limits to adaptation to climate change? **Climatic Change**, v. 93, n. 3-4, p. 335–354, 2009.

ADGER, W. N.; KELLY, P. M. Social Vulnerability to Climate Change and the Architecture of Entitlements. **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change**, v. 4, n. 3/4, p. 253–266, 1999.

ALCANTÁRA-AYALA, I. Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries. **Geomorphology** v. 47, n. 2-4, p. 107–124, 2002.

ANDERIES, J.; NORBERG, J. Theoretical Challenges: Information Processing. In: NORBERG, J.; CUMMING, G. S. (Eds.). **Complexity theory for a sustainable future**. New York: Columbia University Press. p. 155–179, 2008.

BENÉ, C. et al. Is resilience a useful concept in the context of food security and nutrition programmes? Some conceptual and practical considerations, **Food Security**, v. 8, no 1, p. 123-138, fev. 2016.

BINDER, C. R. et al.. Comparison of frameworks for analyzing social-ecological systems. **Ecology and Society** 18(4):26, 2013.

BLAIKIE, P. M. et al. **At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability, and Disasters**. Routledge, London, 1994, 284 p.

BURTON, I. Vulnerability and adaptive response in the context of climate and climate change. **Climatic Change**, v. 36, n. 1/2, p. 185, 1997.

CANNON, T.; MÜLLER-MAHN, D. Vulnerability, resilience and development discourses in context of climate change. **Natural Hazards**, v. 55, n. 3, p. 621–635, 2010.

CARPENTER, S. R. Ecological Futures: Building an Ecology of the Long Now. **Ecology**, v. 83, n. 8, p. 2069–2083, 2002.

CARPENTER, S. et al. From Metaphor to Measurement: Resilience of What to What? **Ecosystems**, v. 4, p. 765–781, 2001.

CHRISTENSEN L; KROGMAN N. Social thresholds and their translation into social-ecological management practices. **Ecology and Society**, v. 17, n. 1, 2012.

DERCON, S.; KRISHNAN, P. Vulnerability, seasonality and poverty in Ethiopia. **Journal of Development Studies**, v. 36, n. 6, p. 25–53, 2000.

DIETZ, T.; OSTROM, E; STERN, P. The struggle to govern the commons. **Science**, v. 302, n. 5652, p. 1907–12, 2003.

DOW, K. Exploring differences in our common future(s): the meaning of vulnerability to global environmental change. **Geoforum**, v. 23, n. 3, p. 417– 436, 199.

FOLKE, C. Resilience: The emergence of a perspective for social-ecological systems analyses. **Global Environmental Change**, v. 16, n. 3, p. 253–267, 2006.

FOLKE, C. et al. Resilience and Sustainable Development: Building Adaptive Capacity in a World of Transformations. **AMBIO**, v. 31, n. 5, p. 437–440, 2002.

FORD, J. et al. Vulnerability to climate change in Igloodik, Nunavut: what we can learn from the past and present. **Polar Record**, v. 42, n. 2, p. 127–138, 2006.

FORD, J. et al. Case study and analogue methodologies in climate change vulnerability research. **WIRES Climate Change**, v. 1, n. 3, p. 374–374–392, 2010.

FÜSSEL, H. M. Vulnerability: A generally applicable conceptual framework for climate change research. **Global Environmental Change**, v. 17, n. 2, p. 155–167, 2007.

FÜSSEL, H. M.; KLEIN, R. Climate Change Vulnerability Assessments: An Evolution of Conceptual Thinking. **Climatic Change**, v. 75, n. 3, p. 301–329, 2006.

GALLOPÍN, G. C. Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. **Global Environmental change**, v. 16, n. 3, p. 293–303, 2006.

HOLLING, C. S. Resilience and Stability of Ecological Systems. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 4, p. 1–23, 1973.

IBNOUF, F. Challenges and possibilities for achieving household food security in the Western Sudan region: the role of female farmers. **Food Security**, v. 3 (2), p. 215–231, 2011.

IWAMA, A. Y. et al. Risco, Vulnerabilidade e Adaptação às mudanças climáticas: uma abordagem interdisciplinar. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. XIX, n. 2, p. 95-118, abr.-jun. 2016.

JANSSEN, M. A. et al. Scholarly networks on resilience, vulnerability and adaptation within the human dimensions of global environmental change. **Global Environmental Change**, v. 16, n. 3, p. 240–252, 2006.

JANSSEN, M.A; OSTROM, E. Resilience, vulnerability, and adaptation: A cross-cutting theme of the International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change. **Global Environmental Change**, v. 16, n. 3, p. 237–239, 2006.

JOHNSON, J. E.; MARSHALL, P. A. **Climate change and the Great Barrier Reef: a vulnerability assessment**. Townsville, Qld.: Great Barrier Reef Marine Park Authority, 2007, disponível em: <http://www.gbrmpa.gov.au/managing-the-reef/threats-to-the-reef/climate-change/how-climate-change-can-affect-the-reef/great-barrier-reef-vulnerability-assessment> , acesso em 12/10/2016

KASPERSON, R. et al. Vulnerable peoples and places. In: HASSAN, R. M.; SCHOLLES R. J.; ASH N. (Ed.) **Ecosystems and human well-being: current state and trends findings of the conditions and trends working group**, Millennium Ecosystem Assessment, Washington, Island Press v. 1, p. 146–162, 2005.

KATES, R. W. What kind of a science is sustainability science? **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 108, n. 49, p. 19449–19450, 2011.

KLAUSMEYER, K. R. et al. Landscape-scale indicators of biodiversity's vulnerability to climate change. **Ecosphere**, v. 2, n. 8, 2011.

KLEIN. Resilience to natural hazards: How useful is this concept? **Environmental Hazards**, v. 5, n. 1-2, p. 35–45, 2003.

KNORR-CETINA, K., Scientific Communities or Transdisciplinary Arenas of Research? A Critique of Quasi-Economic Models of Science. **Social Studies of Science**, v. 12, n. 1, p. 101-130, 1982.

KUHN, T. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 1975.

- LAMSON, C. Planning for resilient coastal communities: Lessons from ecological systems theory. **Coastal Zone Management Journal**, v. 13, n. 3-4, p. 265–280, 1986.
- LINDOSO, D. P.; RODRIGUES-FILHO, S. Vulnerabilidade e Adaptação: bases teóricas e conceituais da pesquisa. In: BURSZTYN, M.; RODRIGUES-FILHO, S. (Org.). **O clima em Transe: vulnerabilidade e adaptação da agricultura familiar**. Rio de Janeiro: Editora Garamond, 2016.
- LINDOSO, D. et al. Climate Change and Vulnerability to drought in the Semiarid: the case of smallholder farmers in the Brazilian northeast. In: SEROA DA MOTTA, R. et al. (Eds.). **Climate change in Brazil: economic, social and regulatory aspects**. Brasília: IPEA, p. 235–256, 2011.
- LUERS, A. L. The surface of vulnerability: An analytical framework for examining environmental change. **Global Environmental Change**, v. 15, n. 3, p. 214–223, 2005.
- MARANDOLA, E.; HOGAN, D. J. Natural hazards: o estudo geográfico dos riscos e perigos. **Ambiente & Sociedade**, n. 2, p. 95–109, 2004.
- MARENGO J., Mudanças Climáticas Globais e Seus Efeitos sobre a Biodiversidade: caracterização do clima atual e definições das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. **Biodiversidade** 26, 2a edição, Ministério do Meio Ambiente, 2007.
- NORBERG, J.; CUMMING, G. S; Introduction. In: NORBERG, J.; CUMMING, G. S. (Eds.). **Complexity theory for a sustainable future**. New York: Columbia University Press, p. 1–7, 2008.
- O'BRIEN, K. L.; LEICHENKO, R. M. Double exposure: assessing the impacts of climate change within the context of economic globalization. **Global Environmental Change**, v. 10, n. 3, p. 221–232, 2000.
- O'BRIEN, K. L. et al. Mapping vulnerability to multiple stressors: climate change and globalization in India. **Global Environmental Change**, v. 14, n. 4, p. 303–313, 2004.
- O'HARE, G.; RIVAS, S. The landslide hazard and human vulnerability in La Paz City, Bolivia. **The Geographical Journal**, v. 171, n. 3, p. 239–258, mai. 2005.
- O'NEILL, R. V. Is It Time to Bury the Ecosystem Concept? (With Full Military Honors, of Course!). **Ecology**, v. 82, n. 12, p. 3275–3284, 2001.
- OLSSON, L. et al. Why resilience is unappealing to social science: Theoretical and empirical investigations of scientific use of resilience. **Science Advances**, Vol. 1, no 4, mai. 2015.
- SCHEFFER M. et al. Catastrophic shifts in ecosystems. **Nature**, v. 413, n. 6856, p. 591–6, 2001.
- SILVA, A. J. G.; Incomensurabilidade e Racionalidade em Thomas Kuhn. **Saberes**, v. 1, n.8 , p.42-57, 2013.
- SMIT, B; WANDEL, J. Adaptation, adaptive capacity and vulnerability, **Global Environmental Change**, v. 16, n. 3, p. 282, 2006.

SMIT, B. et al. **Adaptation to Climate Change in the Context of Sustainable Development and Equity, Climate Change 2001: Impacts, Vulnerability and Adaptation, Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**, Oxford, 2001.

STOJANOVIC, T. et al. The “social” aspect of social-ecological systems: a critique of analytical frameworks and findings from a multisite study of coastal sustainability. **Ecology and Society**, 21 (3):15, 2016.

TIMMERMAN, P. Vulnerability, resilience and collapse of society: a review of models and possible climatic applications. **Environment Monograph no 1**, Institute for Environmental Studies, University of Toronto, 1981.

TURNER, B. L. Vulnerability and resilience: coalescing or paralleling approaches for sustainability science? **Global Environmental Change**, v. 20, n. 4, p. 570–576, 2010.

TURNER, B. et al. A Framework for Vulnerability Analysis in Sustainability Science. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 100, n. 14, p. 8074–79, 2003.

VAYDA, A. P.; MACCAY, B. J. New directions in ecology and ecological anthropology. **Annual review of Anthropology**, v. 4, p. 293–306, 1975.

WALKER, B. H. et al. Exploring Resilience in Social-Ecological Systems Through Comparative Studies and Theory Development: Introduction to the Special Issue. **Ecology & Society**, v. 11, n. 1, 2006.

WALKER, B. et al. Resilience, Adaptability and Transformability in Social-ecological Systems. **Ecology & Society**, v. 9, n. 2, 2004.

WALKER, B.; MEYERS, J. A. Thresholds in Ecological and Social–Ecological Systems: a Developing Database. **Ecology & Society**, v. 9, n. 2, 2000.

WELSH, M. Resilience and responsibility: governing uncertainty in a complex world. **Geographical Journal** 180 (1):15-26, 2014.

ZIMMERER, K. S. Human Geography and the “New Ecology”: The Prospect and Promise of Integration. **Annals of the Association of American Geographers**, v. 84, n. 1, p. 108–125, 1994.

Submetido em: 11/11/2016

Aceito em: 27/12/2017

<http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422asoc0248r1v2042017>

VULNERABILIDADE E RESILIÊNCIA: POTENCIAIS, CONVERGÊNCIAS E LIMITAÇÕES NA PESQUISA INTERDISCIPLINAR

DIEGO PEREIRA LINDOSO

Resumo: A demanda por conhecimento científico na interface homem-natureza é uma necessidade premente e cada vez mais urgente frente ao risco representado pelas mudanças ambientais globais. Duas abordagens de pesquisa que se destacam nesse contexto são a da Vulnerabilidade e a da Resiliência, cada qual vinda de tradições epistêmicas distintas, mas que agora se encontram em um campo interdisciplinar fértil. A partir da literatura, o presente trabalho faz uma reflexão crítica das convergências, divergências e limitações para o diálogo entre ambas frente ao esforço de encontrar soluções aos problemas que emergem da interação sociedade e ambiente, em especial a mudança climática. Apesar de uma convergência conceitual, ainda há perspectivas teóricas e metodológicas que dificultam a fusão de ambas em uma abordagem única. Entretanto, ao se debruçarem sobre as mesmas problemáticas e partindo de perguntas semelhantes, há grande potencial de complementaridade benéfico à pesquisa interdisciplinar sobre a dinâmica dos sistemas socioecológicos.

Palavras-chave: vulnerabilidade, resiliência, sistemas socioecológicos, mudanças climáticas, interdisciplinaridade.

Abstract: The demand for scientific knowledge in human-environment interface is a pressing need and an increasingly urgent one given the risk posed by global environmental changes. The Vulnerability and the Resilience approaches stand out in such context. Even though each one comes from different epistemic traditions, currently they are in a fertile interdisciplinary field. This paper presents a critical discussion on the similarities, differences and limitations for the dialogue between both, given the effort to solve problems emerging from the interactions between society and environment, particularly on climate change research. Although a conceptual convergence is on course, there are still theoretical and methodological perspectives that halt the merger into a single approach. However, since both look at the same issues and are based on similar research questions, there is great potential for beneficial complementarity in advancing interdisciplinary research on socio-ecological systems.

Key words: vulnerability, resilience, socio-ecological systems, climate change, interdisciplinarity.

Resumen: Vulnerabilidad y resiliencia: potenciales, convergencias y limitaciones en la investigación interdisciplinarios enfoques que se destacan en la investigación en el interfaz hombre-naturaleza son la Vulnerabilidad y la Resiliencia. Cada uno procedente de diferentes tradiciones epistémicas, pero ahora están en un campo interdisciplinario fértil. Este trabajo es una reflexión crítica de las similitudes, diferencias y limitaciones para el diálogo entre ambos, frente a los esfuerzos para encontrar soluciones a los problemas que surgen de la sociedad de la interacción y el medio ambiente, en particular el cambio climático. Aunque hay una convergencia conceptual, todavía hay perspectivas teóricas y metodológicas que dificultan la fusión de los dos en un solo enfoque. Sin embargo, una vez que estudian minuciosamente los mismos problemas y en base a preguntas similares, existe un gran potencial para la complementariedad beneficiosa para la investigación interdisciplinaria sobre la dinámica de los sistemas socio-ecológicos.

Palabras-clave: vulnerabilidad, resiliencia, sistemas socio-ecológicos, cambio climático, interdisciplinarietàad.
