XXIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS
24 A 28 DE NOVEMBRO DE 2019
FOZ DO IGUAÇU - PR

ABRHidro
Associação Brasileira de Recursos Hídricos

XXIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS

ENSINANDO RISCO CLIMÁTICO: UMA AULA PRÁTICA DE PLANEJAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS

Pablo Borges de Amorim [1]; Pedro Luiz Borges Chaffe[2]*

RESUMO – A abordagem de risco climático ainda é pouco difundida na avaliação de recursos hídricos no Brasil. Nós propomos uma aula prática inspirada na Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) para introduzir o conceito de risco climático do IPCC. O modelo proposto inicia com uma aula teórica de introdução aos termos e, em seguida, 4 atividades práticas. Testou-se a abordagem na disciplina "Planejamento de Recursos Hídricos" da graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental da UFSC. Os alunos são submetidos a um problema real onde solicita-se uma análise de risco climático à enchentes, deslizamentos e secas. Seguindo a abordagem ABP, os alunos são divididos em grupos e recebem um pacote de informações com o qual são postos ao desafio de interpretar e classificar as informações, identificar as áreas de risco, formular medidas de redução de risco e, ao final, apresentar os resultados. O modelo de aula proposto mostrou-se eficaz e o conhecimento dos 21 alunos evoluiu, na média, de ~30% para ~60%. Também identificamos pontos de aprimoramento, por exemplo a necessidade de um roteiro para os grupos. A aula proposta é o passo inicial para sensibilizar e educar os alunos para os atuais desafios da gestão de recursos hídricos frente as mudanças climáticas.

ABSTRACT– Climate risk analysis of water resources is still under limited application in Brazil. We propose a practical lesson inspired by the Problem-Based Learning (PBL) pedagogy to introduce the climate risk concept of the IPCC. The proposed model starts with a theoretical class for introducing the terms and a sequence of 4 practical activities. We tested this approach in the undergraduate course of Water Resources Planning in the Sanitary and Environmental Engineering major of UFSC. The students are subjected to a real problem where they are requested to perform climate risk analysis related to floods, landslides and droughts. Following the PBL approach, students are divided into groups and receive an information package that challenges them to interpret and classify the information, identify areas of risk, formulate risk reduction measures and, at the end, present the results. The proposed lesson model proved to be efficient and the knowledge of the 21 students evolved, on average, from ~ 30% to ~ 60%. We also identify points for improvement, e.g., the need for a script for the groups. The proposed lesson is the initial step to sensitize and educate students to the current challenges of water resource management in the face of climate change.

Palavras-Chave – clima, risco, aula

[1] Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental (PPGEA), Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. *e-mail:* borgesdeamorim.pablo@gmail.com

[2] Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (ENS) , Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. *e-mail:* pedro.chaffe@ufsc.br

1. INTRODUÇÃO

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) define risco climático como a combinação entre *ameaça* climática, *exposição* e *vulnerabilidade* (IPCC, 2012). A terminologia é referência internacional em análises de risco climático para o desenvolvimento de medidas de adaptação à mudança do clima. Embora os recursos hídricos sejam consideravelmente sensíveis as alterações climáticas, análises de risco climático são relativamente incipientes no Brasil (PBMC, 2014). A análise de risco climático é uma atividade complexa e exige uma interpretação profunda do contexto e das informações disponíveis, além de ser uma abordagem multidisciplinar a qual exige a colaboração entre diferentes grupos de conhecimento (IPCC, 2012). Embora exista uma definição de risco climático, a abordagem está em constante aprimoramento e evolução. Sendo assim, é necessário um aprendizado que foque no desenvolvimento de habilidades de interpretação de informações e de contextos ao invés do aprendizado de definições de forma expositiva. Neste âmbito, a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) apresenta-se como uma abordagem promissora no ensino de risco climático. A ABP é uma pedagogia centrada no aluno, com a qual os alunos aprendem sobre um assunto através da experiência de resolver um problema real. O processo ABP não se concentra na solução de problemas com uma solução definida, mas sim no desenvolvimento de habilidades e atributos desejáveis. Isso inclui aquisição de conhecimento, colaboração e comunicação em grupo (WOOD, 2003).

Tendo em vista a necessidade de formar profissionais aptos a lidarem com os desafios do século XXI em acordo com os *Sustainable Develompemt Goals* (UN, 2014), nós propomos uma aula prática usando a pedagogia ABP para introduzir o conceito de risco climático do IPCC no âmbito da gestão dos recursos hídricos. Essa abordagem de risco climático foi testada em uma aula de 120min na disciplina “Planejamento de Recursos Hídricos” do curso de graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A proposta de aula é dividida em dois blocos (figura 1). O primeiro trata da parte teórica onde o IPCC e conceitos básicos de risco climático são introduzidos. Logo em seguida inicia-se o bloco prático, dividido em 4 partes, onde os conceitos teóricos são aplicados à um problema baseado em uma situação real. As subseções que seguem detalham cada um dos blocos de atividades. A fim de monitorar a percepção dos alunos quanto ao aprendizado, solicitou-se aos alunos no início da aula que colocassem uma marca em uma folha de papel do nível de conhecimento sobre risco climático com uma escala de ‘nada de’ a ‘muito’ conhecimento. Ao final da aula, solicitou-se novamente que os alunos colocassem na mesma folha a marca do nível do conhecimento, porém com outra cor.

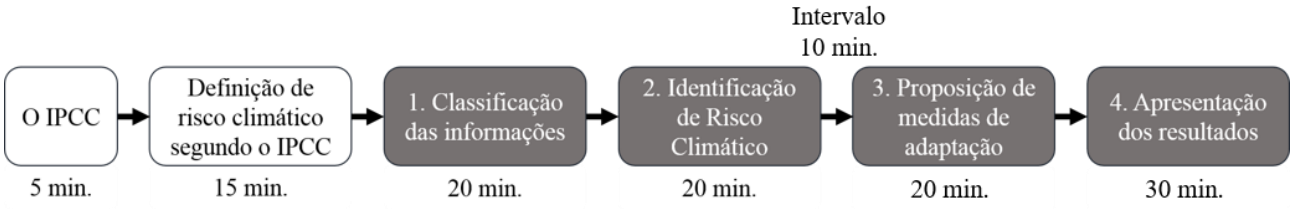

Figura 1 – Sequência de atividades e tempo sugerido. As caixas sem preenchimento referem-se as atividades teóricas, com preenchimento cinza são das atividades práticas.

2.1. Atividades teóricas

O IPCC é considerado a referência, ou ponto de partida, para qualquer questão relacionada à temática de mudança do clima. O IPCC possui uma série de guias e recomendações de como lidar com o tema, além de glossários. A abordagem de risco climático aqui ensinada é a do IPCC, sendo assim a primeira parte teórica trata da inciativa do IPCC. O objetivo é que os alunos compreendam o que é e qual é a atribuição do IPCC. Com o auxílio de uma apresentação em formato de *slides*, aborda-se brevemente de forma expositiva o contexto com que o IPCC surgiu, as séries de relatórios produzidos e o processo de elaboração dos relatórios. Em seguida, apresentamos a definição de risco climático do IPCC, (2012), onde *risco* é a combinação de *ameaça* climática, *exposição* e *vulnerabilidade*; sendo a *vulnerabilidade* dividida em *sensibilidade* e *capacidade adaptativa* (figura 2). Cada uma das componentes de risco é descrita detalhadamente na apresentação, ressaltando que o *risco* só existe quando as 3 componentes estão presentes. Por exemplo, uma área onde há uma inundação, porém sem ocupação humana, não apresenta *risco* a vida humana pois não há a *exposição* humana. A parte teórica é complementada com um exemplo no quadro onde os alunos devem responder perguntas sobre os aspectos de risco climático no âmbito de enchentes. Usamos comparações para que os alunos determinem quem, ou o que, é mais *exposto*, mais *vulnerável* e com maior *capacidade adaptativa*.

Figura 2 – Definição de risco climático segundo o IPCC. Fonte: adaptado de IPCC, 2012

2.2. Atividades práticas

Baseada na pedagogia ABP, a prática faz uso da abordagem de risco climático do IPCC aplicada a uma situação real. O objetivo é que, ao final da aula, os alunos sejam capazes de descrever o conceito de *risco climático* e distinguir entre *ameaça*, *exposição* e *vulnerabilidade*, bem como *sensibilidade* e *capacidade adaptativa*. A prática simula uma situação onde o governo federal solicita um serviço de consultoria para: i) identificar áreas no Brasil com risco climático significativo, e ii) recomendar medidas de adaptação para reduzir o risco. A análise de risco climático é um desafio real do governo federal, previsto no Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (BRASIL, 2016).

A intuito é pôr aos alunos o desafio de serem consultores do governo. Levando em conta que o foco é a gestão dos recursos hídricos, consideramos os seguintes casos: enchentes, deslizamentos, secas para abastecimento público e secas para agricultura. A pedagogia ABP recomenda trabalhar em pequenos grupos de alunos. Sendo assim, cada grupo possui 5-6 integrantes e trabalha com um caso. É recomendável que a divisão dos grupos garanta diversidade de gênero e de relacionamento social, por exemplo alunos que não estão acostumados a trabalhar juntos (NIELSEN et al., 2017). Além disso, sugere-se um intervalo de aproximadamente 10 minutos após a atividade 2. Cada grupo recebe um pacote de informações com 4 figuras associadas ao seu respectivo caso (figura 3). As figuras são a base de dados com que os grupos irão trabalhar e formular a análise de risco climático. As figuras ilustram a distribuição espacial de aspectos socioeconômicos, fisiográficos e climáticos do Brasil, e foram extraídas dos trabalhos de Debortoli et al., (2017), MMA, (2017) e Torres et al., (2012). A prática consiste em 4 etapas descritas a seguir.

2.2.1. Classificação das informações

A primeira tarefa consiste em classificar as informações recebidas em: i) *ameaça climática*, ii) *exposição* ou iii) *vulnerabilidade* (*sensibilidade* e *capacidade adaptativa*). O intuito é que os alunos aprendam a interpretar as informações recebidas e distingui-las entre os elementos que compõe o risco climático. Essa atividade possui duração de aproximadamente 20 minutos. É importante garantir que os grupos interpretem corretamente as figuras recebidas (p.ex., tema e legenda) e como as informações estão associadas ao contexto do estudo de caso.

2.2.2. Identificação do risco climático

Uma vez que as informações são classificadas, os alunos devem identificar as áreas com risco climático significativo. Os grupos tem a liberdade para propor diferentes classificações de risco (p.ex., baixo, médio ou alto). Cada grupo recebe uma folha com o mapa do Brasil em branco com a qual os alunos deverão ilustrar as áreas de risco. Recomenda-se que os alunos façam uso de canetas coloridas

para ilustrarem, por exemplo, diferentes classes de risco. Essa atividade possui duração de aproximadamente 20 minutos.

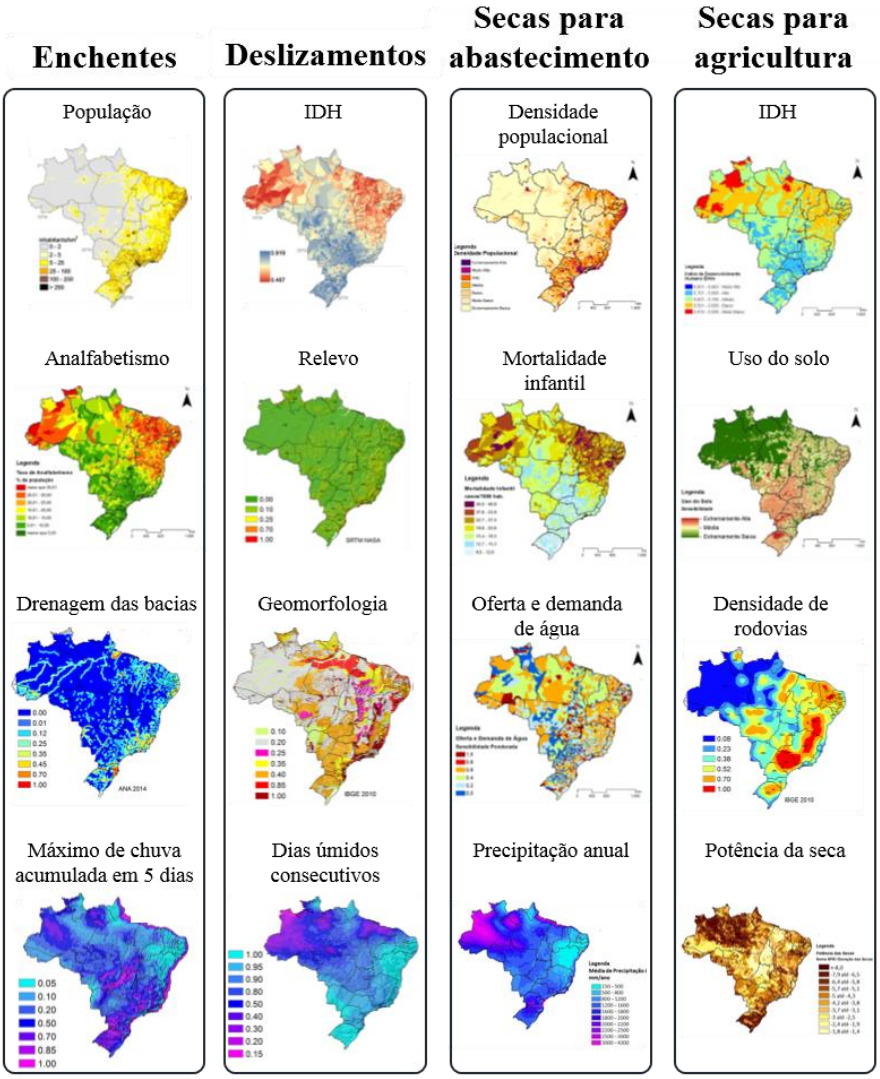

Figura 3 – Divisão dos pacotes de informações entregues aos grupos. Fonte: adaptado de Debortoli et al., (2017), MMA, (2017) e Torres et al., (2012)

2.2.3. Proposição de medidas de adaptação

Os alunos devem discutir quais são os fatores que mais afetam o nível de risco e, com base neles, quais ações podem ser propostas ao governo para reduzir o risco. É importante garantir que os alunos foquem nas informações recebidas e que entendam as atribuições do governo no âmbito da adaptação a mudança do clima (p.ex., reduzir a mortalidade infantil ou delimitar áreas de ocupação). Essa atividade possui duração de aproximadamente 20 minutos.

2.2.4. Apresentação dos resultados

Os grupos devem iniciar a apresentação mostrando a classificação das informações recebidas e as razões para tal classificação. Logo em seguida o grupo apresenta o mapa de risco climático e os

critérios adotados para a definição das áreas de risco. Ao final, o grupo propõe as medidas de redução de risco. Cada grupo tem 5 minutos para apresentar os resultados e ~3 minutos para responder perguntas. Caso o tutor perceba inconsistências na classificação do risco (p.ex., *ameaça* ao invés de *vulnerabilidade*), é importante que se faça perguntas que levem os alunos a refletirem sobre a classificação adotada.

3. RESULTADOS

3.1. Teoria

O exercício no quadro deu a oportunidade aos alunos de refletirem sobre os conceitos de risco climático ensinados. A figura 4 ilustra o exercício. O exemplo é a seção de um rio com uma planície de inundação. Quando o nível do rio sobe, ele inunda a primeira planície. A primeira pergunta foi "o que é a *ameaça climática*?". A resposta correta é "a elevação do nível rio devido a uma chuva intensa". A segunda pergunta foi "Entre a casa A e a casa B, qual é mais *exposta* à enchente? Resposta: A > B. A segunda pergunta é uma comparação entre a casa de alvenaria (A) e uma construção simples de madeira (C). Nesse caso "Quem é mais *vulnerável*, A ou C?" Resposta: C > A. A última pergunta foi a respeito *capacidade adaptativa* de dois indivíduos: uma pessoa idosa com problemas de locomoção (D) e uma pessoa jovem com uma bicicleta (E). Resposta: E > D. De forma geral os alunos foram capazes de responder corretamente as perguntas feitas.

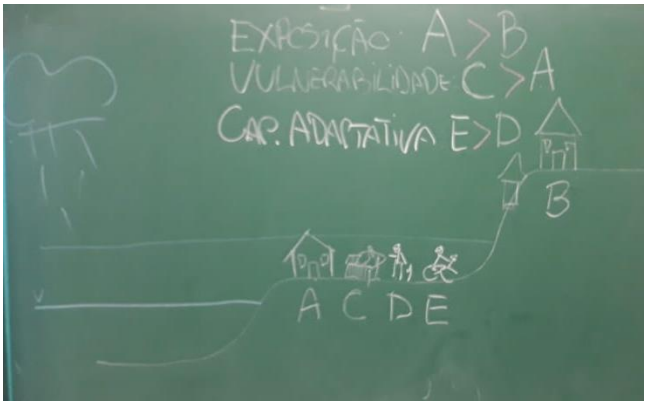

Figura 4 – Quadro ilustrando o exercício para os alunos praticarem os conceitos de risco climático no âmbito de enchentes.

3.2. Prática

3.2.1. Tutoria e a dinâmica de grupos

A aula contou com a participação de 21 alunos os quais foram divididos em três grupos de 5 e um grupo de 6 (figura 5). Cada grupo recebeu seu pacote de informações onde a primeira tarefa foi a interpretação das informações. Percebemos que os alunos estavam mais familiarizados com as informações de aspectos socioeconômicos e fisiográficos do que de aspectos climáticos. Dentre as

informações fornecidas, houveram perguntas a respeito de: dias secos consecutivos; precipitação máxima acumulada em 5 dias; dias úmidos consecutivos; além de geomorfologia; e densidade de rodovias. Talvez seja pertinente que haja uma aula sobre climatologia aplicada para apresentar os diferentes tipos de informações e índices climáticos usados.

Figura 5 – Fotos dos grupos de trabalho.

Percebeu-se também a importância da tutoria. O tutor deve estar disponível e revezar entre os grupos para esclarecer dúvidas a respeito da atividade e da interpretação das figuras. Outro aspecto importante é controlar o tempo e evitar dar opiniões que induzam os alunos a classificação supostamente correta. O mais importante nessa atividade é que os alunos elaborem e discutam suas próprias interpretações a respeito da classificação das informações.

3.2.2. Apresentação dos resultados

Os resultados foram apresentados em duplas ou grupos (figura 6). Todos os grupos tiveram um ótimo desempenho e compreenderam bem as atividades da prática. Os grupos foram capazes de classificar as informações e de fazerem distinções, principalmente da *vulnerabilidade* em relação aos outros aspectos. Para o grupo de deslizamento, a divisão entre *ameaça* e *exposição* não foi muito clara. No entanto, o tutor pode fazer algumas colocações que puderam esclarecer melhor as definições.

Os grupos apresentaram diferentes maneiras de classificar o risco. O grupo de enchentes fez uma classificação onde as mesorregiões foram comparadas entre si em termos de níveis de *exposição*, *vulnerabilidade* e *capacidade adaptativa* (figura 6a). O grupo de deslizamentos considerou 2 níveis de risco (figura 6b) com uma delimitação espacial bem detalhada. O grupo de abastecimento público considerou 5 níveis de risco e destacou as áreas mais críticas (figura 6c). O grupo de secas para agricultura distinguiu por mesorregião propondo 5 níveis de risco e incluíram, inclusive, um sistema de ponderação para cada fonte de informação (figura 6d). A diversidade de resultados mostra eficácia da abordagem ABP, a qual não se concentra em uma solução definida, mas sim no desenvolvimento de habilidades (WOOD, 2003). Neste caso, a de interpretação de risco climático.

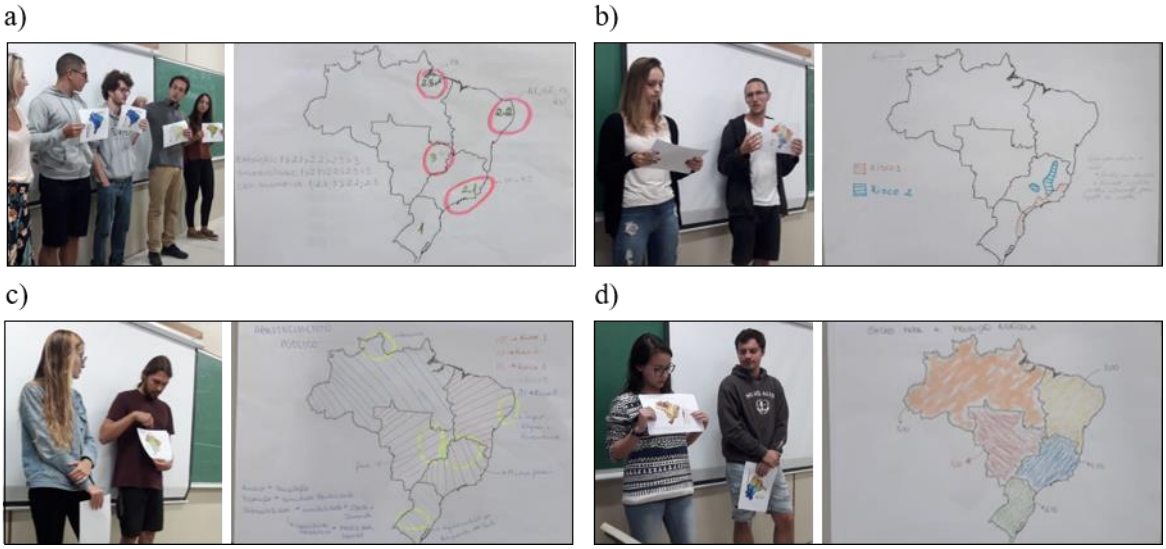

Figura 6 – Apresentação dos resultados dos grupos: a) enchentes, b) deslizamentos, c) secas para abastecimento público e d) seca para produção agrícola.

Notamos que a tarefa de proposição de medidas para redução do risco necessita ser aprimorada. A maioria das propostas não foram com base nas informações fornecidas. Esperava-se que, por exemplo, para o caso de enchentes, a redução do analfabetismo resultaria em uma maior *capacidade adaptativa* e consequentemente na redução do *risco*. Ou que, para o caso de agricultura, a determinação de zonas de uso e ocupação do solo reduziria a *exposição* de certas culturas a *ameaça* das secas. O grupo de deslizamentos foi mais consistente. Uma das medidas sugeridas foi a redução da *exposição* através do zoneamento de áreas de não ocupação humana. O grupo de secas para abastecimento público propôs um aumento da *capacidade adaptativa* aumentando a oferta de água, com cisternas e açudes, em regiões mais *expostas* a *ameaça* climática

3.3. Percepção de aprendizagem

A figura 7 ilustra a percepção dos alunos quanto ao aprendizado sobre risco climático. No início da aula os alunos colocaram um símbolo com caneta azul que representasse o conhecimento individual de cada aluno a respeito de risco climático numa escala de “nada” a “muito”. Nota-se que a maioria dos alunos se posicionaram mais próximo de “nada” de conhecimento. Ao término da aula, a pergunta foi feita novamente e os alunos colocaram os mesmos símbolos, agora em vermelho, para representar a percepção de conhecimento. Agora os símbolos estão entre o meio e “muito” conhecimento. Em todos os casos os alunos reconheceram uma evolução no conhecimento. Na média, o grupo evoluiu de uma percepção de conhecimento de ~30% para ~60%. Embora rudimentar, o método auxilia no monitoramento da eficácia do modelo de aula proposto.

Figura 7 – Evolução da percepção de aprendizado a respeito de risco climático. Em azul a percepção no início da aula e em vermelho a percepção ao final da aula.

4. CONCLUSÕES

O modelo de aula proposto mostrou-se promissor. Em apenas 120 minutos de aula, o conhecimento sobre risco climático de 21 alunos evoluiu significativamente. Combinada com a teoria, a parte prática usando a pedagogia ABP mostrou-se eficaz. Muitos dos dados foram retirados de fontes oficiais do governo e o problema proposto representa um desafio real previsto no Plano Nacional de Adaptação à Mudança Climática, fato que deu mais realidade à prática. O método proposto permitiu um aprendizado ativo, ajudando a aprimorar o conhecimento de conteúdo e, ao mesmo tempo, promover o desenvolvimento de interpretação, comunicação, resolução de problemas, pensamento crítico e colaboração.

O método proposto deixa espaço para melhorias. Notou-se que a maioria das propostas de redução de risco foram com base no conhecimento individual dos alunos e não com base nas informações fornecidas. Sendo assim, é necessário enfatizar aos alunos o objetivo da atividade. Recomendamos também a elaboração de um roteiro, a ser entregue a cada grupo, com a descrição detalhada das atividades. O método de monitoramento de aprendizagem, embora rudimentar, mostrou-se útil. Ainda, afim de identificar pontos de aprimoramento, sugerimos a implementação de uma avaliação da aula pelos alunos. Recomenda-se também uma aula sobre climatologia aplicada para que os alunos se familiarizem com os diferentes tipos de informações e índices climáticos usados por tomadores de decisão.

O próximo passo é a inclusão de cenários de mudança climática na análise de risco. A aula proposta é o passo inicial para sensibilizar e educar os alunos a respeito dos atuais desafios da gestão de recursos hídricos frente as mudanças climáticas. Com isso esperamos construir um modelo de aula que garanta a difusão do conhecimento e a formação de profissionais capazes de lidar com o desafio da adaptação a mudança do clima no Brasil.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Plano Nacional de Adaptação a Mudança do Clima: Estratégia Geral**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente (MMA), 2016. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80182/PNA_Volume%20I.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2017.

DEBORTOLI, N. S. et al. An index of Brazil's vulnerability to expected increases in natural flash flooding and landslide disasters in the context of climate change. **Natural Hazards**, v. 86, n. 2, p. 557–582, mar. 2017.

IPCC. **Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaption: special report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. New York, NY: Cambridge University Press, 2012.

MMA. **Índice de vulnerabilidade aos desastres naturais relacionados às secas no contexto da mudança do clima**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, Ministério da Integração Nacional, WWF-Brasil, 2017.

NIELSEN, M. W. et al. Opinion: Gender diversity leads to better science. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 114, n. 8, p. 1740–1742, 21 fev. 2017.

PBMC. **Impactos, vulnerabilidades e adaptação às mudanças climáticas. Contribuição do Grupo de Trabalho 2 do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas ao Primeiro Relatório da Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas [Assad, E.D., Magalhães, A. R. (eds.)]**. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014.

TORRES, R. R. et al. Socio-climatic hotspots in Brazil. **Climatic Change**, v. 115, n. 3–4, p. 597–609, dez. 2012.

UN. **Open Working Group of the General Assembly on Sustainable Development Goals**. New York, NY: United Nations (UN), 2014. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/1579SDGs%20Proposal.pdf>.

WOOD, D. F. ABC of learning and teaching in medicine: Problem based learning. **BMJ**, v. 326, n. 7384, p. 328–330, 8 fev. 2003.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento deste estudo (Processos: 150768/2017-6 e 159528/2018-6).