



**XIV Encontro Nacional de Engenharia e Desenvolvimento Social
Movendo Outras Engrenagens
Itajubá-MG, Brasil**

PluviApp: Ferramenta Web para análise e visualização de dados pluviométricos

PluviApp: Web tool for analysis and visualization of rainfall data

Alexandre Hild Aono
James Shiniti Nagai
Selma Regina Simões Santos
Juliana Garcia Cespedes
Luciana Ferreira da Silva

RESUMO

PluviApp é uma ferramenta Web desenvolvida em conjunto com o município de Lorena. Seu objetivo é contribuir para leitura, visualização e análise de dados pluviométricos oriundos de pluviômetros semiautomáticos instalados no município em um projeto do CEMADEN e monitorado e mantido pela Defesa Civil do município. Como tecnologia social pretende contribuir para análises sobre esse conceito, seus limites e avanços.

Palavras-chave: Estatística. Tecnologia Social. Dados pluviométricos. Shiny

ABSTRACT

PluviApp is a Web tool developed jointly by city of Lorena. Its objective is to contribute to the reading, visualization and analysis of rainfall data from semiautomatic rain gauges installed in the municipality in a CEMADEN project and monitored and maintained by the Municipal Civil Defense. As social technology, it intends to contribute to analyze about this concept, its limits and advances.

Keywords: Statistics. Social Technology. Rainfall data. Shiny.



XIV Encontro Nacional de Engenharia e Desenvolvimento Social Movendo Outras Engrenagens Itajubá-MG, Brasil

INTRODUÇÃO

Esse trabalho pretende descrever, em linhas gerais, as características de uma tecnologia social em fase de construção. Essa tecnologia social é desenvolvida pelo Programa de Extensão NETES (Núcleo Educacional de Tecnologia Social e Economia Solidária) da Universidade Federal de São Paulo, Campus de São José dos Campos. Ela se articula com as ações do *Projeto Pluviômetro na Comunidade* do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) e tem como objetivo mitigar impactos e desastres naturais na cidade de Lorena, Estado de São Paulo (CEMADEN, 2017). Pretende, ainda, problematizar aspectos que envolvem o conceito de tecnologia social para resolução de problemas socioambientais utilizando ferramentas computacionais. A articulação acima citada em conjunto com parceria entre prefeitura do município de Lorena, defesa civil e secretaria municipal de educação propiciou uma grande mobilização de atores sociais e ampla participação da comunidade.

Segundo o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN)¹, os desastres naturais mais comuns registrados no Brasil são decorrentes de inundações, alagamentos, enxurradas, deslizamentos, estiagens, secas e vendavais. Nos ambientes urbanos, onde se concentra a maioria da população brasileira, as inundações, as enxurradas e os deslizamentos de solo ou rocha são os eventos que causam os maiores impactos. Esses desastres acometem os municípios brasileiros, que são pequenas unidades administrativas subordinadas ao Governo Estadual, e são os municípios que precisam se organizar para prevenir, monitorar ou socorrer situações de risco.

Para mitigar os problemas ocasionados aos municípios em decorrência desses desastres, o CEMADEN implantou o projeto chamado: *Pluviômetros nas Comunidades* com o objetivo de engajar a comunidade no monitoramento ambiental de desastres naturais. O projeto instalou pluviômetros semiautomáticos (equipamento que mede a quantidade de chuva) em áreas de risco de diversos municípios do Estado de São Paulo e esses municípios - através da ação da comunidade local, defesa civil e prefeitura - são responsáveis por monitorar os aparelhos, promover o engajamento e a conscientização dos moradores, completando a rede de informações hidrometeorológicas que fazem parte da

¹ Texto baseado em: <http://www.cemaden.gov.br/pluviometros/>



XIV Encontro Nacional de Engenharia e Desenvolvimento Social Movendo Outras Engrenagens Itajubá-MG, Brasil

estrutura observacional do país para o monitoramento e alertas de desastres naturais.

Neste contexto, no âmbito de atuação do Programa de Extensão NETES (Núcleo Educacional de Tecnologia Social e Economia Solidária) da Unifesp, campus São José dos Campos, iniciou-se – imbuído dos princípios de indissociabilidade entre pesquisa, ensino e extensão – a feitura de ferramenta com princípios de Tecnologia Social denominada PluviApp. Essa interface objetiva auxiliar todo processo de aprendizagem social referente a temática de atuação envolvendo a comunidade, Cemaden e Programa NETES, bem como possui princípio de replicabilidade. Interagindo com as problematizações referentes aos conceitos de tecnologias sociais em suas relações com abordagens de inclusão social, tecnologia apropriada e criticidade as tecnologias convencionais (Dagnino, Brandão e Novaes, 2004; Dias, 2017) essa ferramenta pretende, ao longo de seu processo de construção e efetivação, contribuir para o escopo de análises e problematizações acerca do conceito de Tecnologia Social, seus desafios epistemológicos e metodológicos. Nesse sentido, o PluviApp se caracteriza, também, como um objeto de análise das relações entre teoria e prática em tecnologia social e como base para aprofundamentos acerca da implantação, avaliação de potencialidades, limites e entraves da efetivação de tecnologias sociais envolvendo computação. Sobretudo, essa ação nos coloca diante de constante criticidade, análise e aperfeiçoamento no que se refere a autogestão, participação da comunidade, autonomia, replicabilidade, desalienação, horizontalidade essenciais para os postulados de tecnologia social que aderimos.

Em relação ao local de co-construção dessa ação em tecnologia social e os diversos municípios que receberam o projeto, o município de Lorena teve participação especial, envolvendo toda a comunidade, para que os dados oriundos desses pluviômetros fossem coletados e devolvidos ao CEMADEN. Lorena se localiza na região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte no Estado de São Paulo com população estimada em cerca de 90 mil habitantes².

Diante desse contexto, o NETES estabeleceu uma forma de construir com e para a comunidade, através de ferramenta virtual, uma tecnologia para organizar e propiciar melhor sistematização, leitura e difusão das informações tiradas desses dados, de forma clara e com acesso a todos. Com isso, criou-se o PluviApp.

² <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=352720>



XIV Encontro Nacional de Engenharia e Desenvolvimento Social Movendo Outras Engrenagens Itajubá-MG, Brasil

Ressaltamos que ele continua em fase de aperfeiçoamento, sobretudo, no que tange a sua replicabilidade e continuidade de adesão da comunidade engajada na sua construção, aperfeiçoamento, inserção de dados, acessibilidade e difusão.

Na proposta aqui delineada de descrever e analisar o PluviApp, ferramenta web desenvolvida para a análise, visualização e inserção de dados pluviométricos do município de Lorena, que permite ao morador verificar, de forma interativa, possíveis situações de risco e alerta de desastres naturais, bem como visualizar análises estatísticas dos dados de chuva, buscamos efetivar conceitos entendidos como estruturantes de tecnologia social. Portanto, os desafios e enfrentamentos metodológicos e conceituais estão presentes em todo o processo de registro e análise da construção do PluviApp. Essa tecnologia foi construída utilizando pacotes da linguagem de programação R (R Core Team, 2017) (de código aberto e que permite futuras colaborações e melhorias) e implementado com biblioteca Shiny³.

METODOLOGIA

O PluviApp representa um passo importante para o desenvolvimento de tecnologias sociais com a criação de ferramentas computacionais com interfaces 'amigáveis', gratuitas e de código aberto, que possibilitem realizar análises estatísticas robustas de forma fácil e intuitiva para maior parte da população, facilitando a interpretação dos resultados e a prevenção de desastres naturais de áreas de risco do município de Lorena. Nesse sentido, a metodologia para a efetivação dessa tecnologia social traz, em seu cerne, as dificuldades conceituais, de compreensão de como se entende e percebe seus pressupostos, suas dificuldades cognitivas e ideológicas, seu caráter processual e, em construção, a suas incertezas. Esse trabalho evidencia a priori que a práxis em tecnologia social é um processo em construção onde a criticidade desse ser intrínseca e constante.

Como principal requisito no processo de desenvolvimento do PluviApp, utilizou-se a necessidade da criação de uma interface que permitisse interação com os usuários sem requerer qualquer tipo de habilidade de programação, permitindo maior inserção da ferramenta na comunidade, principalmente entre aqueles que desconhecem as ferramentas do R (R Core Team, 2017).

A ferramenta PluviApp foi implementada como uma aplicação Shiny em R, mas, como qualquer outro aplicativo Shiny, pode ser futuramente customizada e

³ www.rstudio.com/products/shiny/shiny-server/



XIV Encontro Nacional de Engenharia e Desenvolvimento Social Movendo Outras Engrenagens Itajubá-MG, Brasil

estendida utilizando-se HTML, CSS e JavaScript. A ferramenta e os códigos criados se baseiam unicamente em linguagem R e funcionam em um grande número de sistemas operacionais.

A ferramenta foi implementada com a biblioteca Shiny e construída com a utilização dos seguintes pacotes: shinyTime, shinyBS, googleVis, XML, plotGoogleMaps, sp, rgdal, RColorBrewer, plyr, shinydashboard, vembedr, htmltools e varhandle.

PLUVIAPP – tecnologia social em construção

Nesta seção será descrita a ferramenta computacional PluviApp e todas as funções, visualizações e análises estatísticas que nela contem. O endereço para acessar a ferramenta encontra-se em <http://138.68.249.91/pluviapp/>. Tal link faz parte do site do Programa Netes (www.programanetes.com) e pode ser acessado via menu “tecsol virtual” ou diretamente pelo endereço acima descrito.

Os menus do aplicativo são:

a) Projeto

A primeira aba da ferramenta chama-se “PROJETO” e apresenta uma breve descrição do site, da parceria com o projeto “Pluviômetros na Comunidade” do CEMADEN e da equipe envolvida.

b) Material Didático

A próxima aba chama-se “MATERIAL DIDÁTICO”. Essa aba foi criada com o objetivo de apresentar conteúdo explicativo sobre o funcionamento dos pluviômetros semiautomáticos, sua importância no monitoramento ambiental e também para que a comunidade tenha um espaço para incluir materiais produzidos por ela mesma. Como os pluviômetros estão instalados em escolas municipais e essas escolas realizaram diversos projetos com essa temática, esse espaço pode também ser utilizado para divulgação desses vídeos e atividades realizadas.

c) Pluviômetros



**XIV Encontro Nacional de Engenharia e Desenvolvimento Social
Movendo Outras Engrenagens
Itajubá-MG, Brasil**

A ferramenta consiste, basicamente, em um site que contém informações retiradas da leitura dos pluviômetros semiautomáticos instalados no município de Lorena. Os pluviômetros foram instalados em escolas municipais que ficam em pontos estratégicos do município, são elas:

- I. Escola Municipal Pres. Jânio da Silva Quadros, localizada no bairro Vila Nunes;
- II. Escola Municipal Anna Pereira de Lacerda, localizada no bairro Parque das Rodovias;
- III. Escola Municipal Governador Mário Covas, localizada no bairro da Cruz;
- IV. Escola Municipal Climério Galvão César, localizada no bairro Olaria;
- V. Escola Municipal Prof^a Lúcia Maria Vilar Barbosa, localizada no bairro Cecap Baixa;
- VI. Escola Municipal Pe. João Renaudin de Ranville, localizada no bairro Ponte Nova.

Essa aba contém um mapa interativo, conforme apresentado na figura 1, onde ao passar o cursor pelo ponto localizado no mapa aparecem o nome da escola e o bairro de localização do pluviômetro. Esse mapa pode ser aproximado e movimentado para que o usuário da ferramenta consiga localizar o pluviômetro mais perto de sua residência. A localização dos pluviômetros semiautomáticos do município de Lorena pode ser vista na Figura 1.

Figura 1: Mapa com a localização geográfica dos pluviômetros semiautomáticos de Lorena.



XIV Encontro Nacional de Engenharia e Desenvolvimento Social Movendo Outras Engrenagens Itajubá-MG, Brasil



Fonte: Próprios autores.

O município de Lorena possui também pluviômetros automáticos instalados em seu município, mas esses não foram utilizados na ferramenta PluviApp pois as informações disponíveis dos mesmos são acessadas através do site do CEMADEN⁴ em tempo real em um mapa interativo.

d) Informações atuais

Para verificar qual o nível de risco da região em que o usuário da ferramenta se encontra, a aba “INFORMAÇÕES ATUAIS” foi criada. Essa aba contém a informação da precipitação acumulada de 72 horas. Essa mediação é a utilizada pelos sistemas de monitoramento e pela defesa civil do estado de São Paulo para definir os limiares de risco de desastres naturais.

Com informações fornecidas pela defesa civil do Estado de São Paulo criou-se três limiares: “Nível Seguro” representado pela cor verde, “Precaução” representado pela cor amarela e “Atenção” representado pela cor vermelha.

⁴ <http://www.cemaden.gov.br/mapainterativo/>



XIV Encontro Nacional de Engenharia e Desenvolvimento Social Movendo Outras Engrenagens Itajubá-MG, Brasil

Cabe ressaltar que tomou-se o cuidado de não se associar a essa aba a palavra “ALERTA”, pois os autores sabem que essa função é definida por outros órgãos de monitoramento. Usou-se a palavra “informações atuais” na ferramenta para que a essa associação não seja feita.

Para utilizar essa aba o usuário precisa atualizar a informação de precipitação acumulada de 72 horas disponível na ferramenta, com a precipitação atual. Para isso o usuário pode utilizar um pluviômetro caseiro ou informações disponíveis em sites de previsão do tempo. Caso o usuário queria construir um pluviômetro caseiro, criou-se uma sub aba onde se disponibilizou um vídeo sobre como criar um pluviômetro caseiro.

Com a informação da precipitação atual, o usuário escolhe o pluviômetro semiautomático mais próximo de sua localização, insere a medição efetuada e recebe como resposta da ferramenta os níveis: Nível Seguro, Precaução ou Atenção, como mostrado na figura 2.

Figura 2: Níveis apresentado na ferramenta PluviApp.



Fonte: Próprios autores

e) Análise de Precipitações

Nessa aba são feitas análises estatísticas dos dados das precipitações coletadas. Nela seleciona-se primeiramente a modalidade da análise: Diária ou Mensal. Em seguida o período de análise informando Mês e Ano de referência para início e término das análises estatísticas e, por fim, seleciona-se o pluviômetro que será analisado.

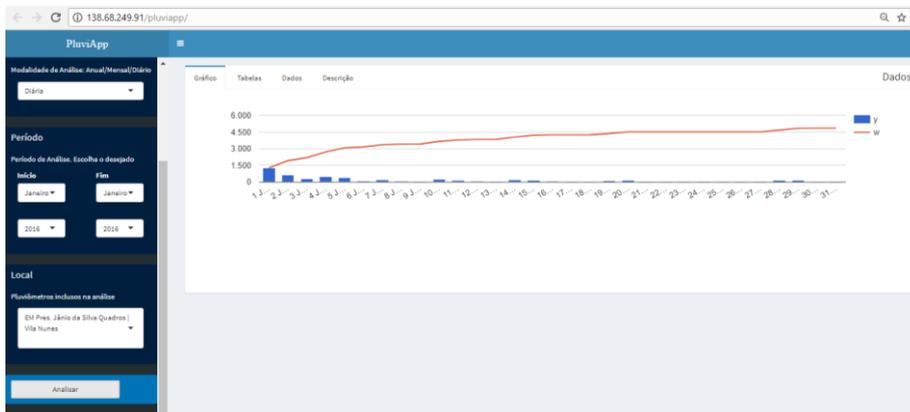


XIV Encontro Nacional de Engenharia e Desenvolvimento Social Movendo Outras Engrenagens Itajubá-MG, Brasil

Ao clicar em “Analisar” são geradas as estatísticas:

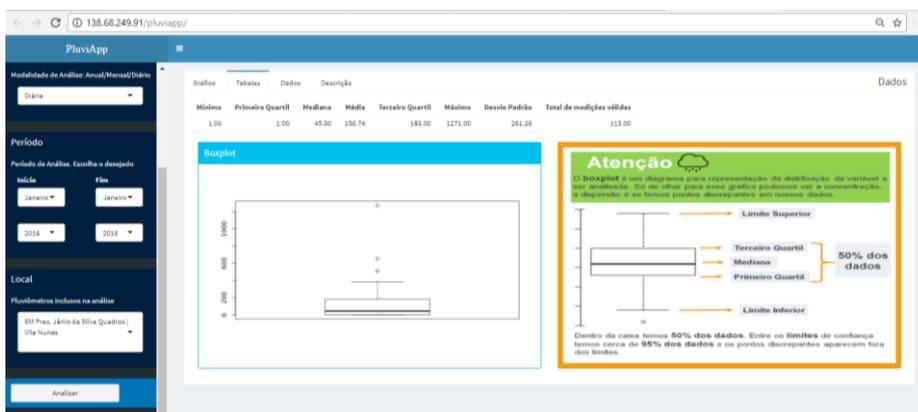
- i) Gráfico de precipitação acumulada do período selecionado (Figura 3):

Figura 3. Precipitação acumulada da ferramenta PluviApp



- ii) Tabela com o resumo estatístico (mínimo e máximo, mediana, quartis, desvio padrão, média) e um gráfico boxplot para visualizar a dispersão desses dados (Figura 4). Como o boxplot não é um gráfico de fácil compreensão pela população em geral, apresenta-se ao lado do gráfico real um quadro explicativo dizendo como as informações podem ser lidas e entendidas. E por se tratar de tecnologia social o processo de aprendizagem social é contínuo, com trocas de informações, conhecimento e busca por aperfeiçoamentos. Oficinas educativas fazem parte do “pacote tecnológico” dessa ferramenta e devem ser realizadas pelos membros da própria comunidade, pela sua inserção não hierárquica ou de dependência de expertises acadêmicas.

Figura 4. Tabela e boxplot





XIV Encontro Nacional de Engenharia e Desenvolvimento Social Movendo Outras Engrenagens Itajubá-MG, Brasil

- iii) Tabela interativa de todos os dados que foram utilizados nas análises. É possível selecionar um valor específico (ou diversos valores) de precipitação acumulada, dia, mês, hora de coleta, etc (Figura 5):

Figura 5. Tabela interativa

Dia	Hora	1h	4h	7h	15h	24h	48h	72h	96h	Local	Mês	Ano	Situação	Tipos
1	08:13:00	0	0			0	0	0,6	0,6	EM Pres. Jânio da Silva Quadros Vila Nunes	Janeiro	2016		
2						0,4				EM Pres. Jânio da Silva Quadros Vila Nunes	Janeiro	2016		
3						19				EM Pres. Jânio da Silva Quadros Vila Nunes	Janeiro	2016		
4	08:18:00	0	0,2			3	22	22,4	22,4	EM Pres. Jânio da Silva Quadros Vila Nunes	Janeiro	2016		

- iv) Descrição do que significam essas medidas, como interpretá-las e entendê-las (Figura 6).

Figura 6. Descrição das medidas estatísticas.



f) Entrada de dados

Diariamente um funcionário da defesa civil do município de Lorena coletava as informações dos 6 pluviômetros semiautomáticos, depois preenchia uma planilha em formato Excel e encaminhava essas informações para o CEMADEN. A planilha possuía o nome do pluviômetro, a data e horário da coleta das informações e a



XIV Encontro Nacional de Engenharia e Desenvolvimento Social Movendo Outras Engrenagens Itajubá-MG, Brasil

precipitação acumulada na última hora, em 4 horas, 24 horas, 48 horas, 72 horas e 96 horas.

Para que esse fluxo fosse melhorado, criou-se na ferramenta PluviApp um local para que o funcionário da defesa civil possa anotar os dados diretamente no site e, desta forma, as análises estatísticas são automaticamente atualizadas. É preciso ter um usuário e uma senha para a inserção desses dados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

PluviApp é uma tecnologia social em construção e que propicia a inserção de informações pela comunidade, com a finalidade de promover a educação ambiental e redução de riscos de desastres naturais. Para tanto, houve mobilização social e processo educativo de diversos atores sociais (técnicos do Cemaden, trabalhadores em educação, estudantes, defesa civil, pesquisadores, estudantes de graduação da Unifesp). É importante ressaltar que em processos de construção de tecnologias sociais, como aqui se estabeleceu, a co-participação da comunidade envolvida é de extrema importância. Tal co-participação não deve ser entendida apenas como a de receptora de uma tecnologia para resolução de seus problemas, mas, sim como decisiva e interativa em todas as etapas. Sendo assim, como tecnologia social a comunidade teve e continua desempenhando papel interativo e de autogestão, tanto na execução quanto no aperfeiçoamento da ferramenta. Ao unirmos diversos atores sociais na construção do processo de aprendizagem social dessa ferramenta o aspecto essencial do sentido do conceito de tecnologia social que é o de liberdade, de relação com ações horizontais, de apropriação coletiva e autogestionária, de adequação socioambiental e busca por transformação social foi vivenciada de maneira abrangente, tanto qualitativa como quantitativamente. A defesa civil, prefeitura e, essencialmente a comunidade e as diversas escolas envolvidas formaram uma rede sociotécnica fundamental para transbordar esse processo sociotécnico para diversas iniciativas e continuidade.

O PluviApp é uma ferramenta que busca adequação sociotécnica de plataformas de software livre para utilização em resolução de problemas socioambientais. Nesse aspecto é importante registrar que há limitações em software livre e em sistema Linux para a hospedagem em servidores gratuitos e nacionais. Para publicá-lo a única forma viável foi através de servidor pago e gerenciado em sistemas pautados em tecnologia convencional, gerando uma contradição conceitual que abre



XIV Encontro Nacional de Engenharia e Desenvolvimento Social Movendo Outras Engrenagens Itajubá-MG, Brasil

possibilidades para análises e problematizações acerca de limites em políticas públicas para acesso de tais suportes técnicos na internet.

O trabalho de mobilização da comunidade da cidade de Lorena (prefeitura, escolas, defesa civil, movimentos sociais) estabelecido pelo Projeto *Cemaden nas Comunidades*, alicerçado em metodologias de educação ambiental foi o catalisador da participação social que alavancou o processo de construção dessa tecnologia. Nesse contexto, podemos afirmar que, para além do baixo custo da tecnologia a sua singularidade, a importância demonstrada pelo PluviApp está, também, no potencial de decodificação do uso desses sistemas pela comunidade em geral e não apenas por grupos de especialistas.

Para a construção do conceito de tecnologia social lidar com ciência e tecnologia com grande codificação, em locais de alta vulnerabilidade é de extrema importância. Em contextos como o de construção do PluviApp podemos entender melhor como isto se relaciona a processos de desalienação, potencializando maior reflexão acerca de diversos aspectos envolvendo a tecnologia convencional em contraposição com a tecnologia social, tais como: baixo custo, relevância socioambiental, co-construção, adequação sociotécnica, não neutralidade da ciência e tecnologia, autogestão, resolução de problemas locais, independência da comunidade científica e de empresas de inovação, não patenteamento.

Nesse contexto, podemos afirmar que o PluviApp tem possibilidade de alavancar demais pesquisas sobre os avanços, limites, potencialidades e entraves para efetivação de tecnologias sociais, debates conceituais e metodológicos, bem como aperfeiçoamentos no processo de aprendizagem social para o distanciamento entre teoria e prática na superação da hegemonia da tecnologia convencional. Durante sua efetivação foi possível perceber o engajamento dos atores sociais, o interesse e o despertar para a necessidade de adequações sociotécnicas, bem como, em relação ao distanciamento de tais conhecimentos com as reais necessidades socioambientais. O PluviApp potencializa aprendizado em relação a não eficiência de instituições governamentais, empresas convencionais, comunidade científica e comunidade em geral em deter e construir conhecimentos que possuam preceitos de sustentabilidade e mobilização ampla da sociedade para enfrentamento de problemas socioambientais sem depender e “pacotes tecnológicos” pré-estabelecidos.



**XIV Encontro Nacional de Engenharia e Desenvolvimento Social
Movendo Outras Engrenagens
Itajubá-MG, Brasil**

Em sua construção e aperfeiçoamento o PluviApp se torna, para além de um processo já avançado de construção e implementação de tecnologia social, um objeto de futuras análises acerca do conceito de tecnologia social em suas perspectivas metodológicas e epistemológicas – trabalho esse a se fazer.

REFERÊNCIAS

DAGNINO, R. P.; BRANDÃO, F.C.; NOVAES, H.T. Sobre o marco analítico-conceitual da tecnologia social. In: LASSANCE, J.R.; ANTONIO, E.: et al. **Tecnologia Social: Uma estratégia para o desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil, 2004.

DIAS, R.B. Tecnologia Apropriada, Grassroots Innovations, Tecnologia Social: Uma análise de conceitos e seus contextos. In. SILVA, Luciana Ferreira (org). **Ciência e Tecnologia para transformação socioambiental**. Jundiaí-SP: Paco Editorial, 2017.

CEMADEN. Cartilha Pluviômetros nas Comunidades. Disponível em: http://www.cemaden.gov.br/pluviometros/arquivos/01_revista_pluviometro.pdf.

Acessado em: 13 de Agosto de 2017.

R Core Team. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>, 2017

SULAIMAN, S.N; JACOBI, P.R; TUR, A,A. A perspectiva educative da inevitabilidade e inquestionabilidade do risco: desafio e oportunidade para a Educação Ambiental Crítica. In. SILVA, Luciana Ferreira (org). **Ciência e Tecnologia para transformação socioambiental**. Jundiaí-SP: Paco Editorial, 2017.