

VIII-040 - HIDROLOGIA EM REGIÕES DE RISCO EM JOINVILLE, PARCERIA ESCOLA, COMITÊ DE BACIA, UNIVERSIDADE E DEFESA CIVIL. PROJETO MENINAS E JOVENS FAZENDO CIÊNCIAS EXATAS, ENGENHARIAS E COMPUTAÇÃO

Virgínia Grace Barros⁽¹⁾

Engenheira Sanitarista pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Regional de Blumenau (FURB). Doutora em Ciências Ambientais pela Università Ca' Foscari di Venezia. Professora no Departamento de Engenharia Civil na Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC).

Wellington Silva Baldo

Engenheiro Sanitarista e Ambiental formado pela UFSC, com mestrado na FEI/SP em Administração de Empresas.

Luciano Haverroth

Licenciatura Plena em Física pela Universidade do Estado de Santa Catarina. Mestrando em Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física.

Nicole Martinez Moreira

Estudante em Engenharia Ambiental e Sanitarista pela Universidade da Região de Joinville (UNIVILLE)

Jéssica Caroline dos Santos Silva

Engenheira Ambiental e Sanitarista pela Universidade da Região de Joinville (UNIVILLE). Mestranda em Ciências na Universidade de São Paulo, Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA/USP)

Endereço⁽¹⁾: Rua Paulo Malschitzki, s/n - Campus Universitário Prof. Avelino Marcante - Zona Industrial Norte - Joinville - SC - 89.219-710. Email: virginia.barros@udesc.br

RESUMO

A hidrologia é pouco abordada nas escolas no ensino de ciências ou geografia. Escolas localizadas em regiões com ocorrência de enchentes e deslizamentos deveriam incluir nos seus currículos, como temas transversais, o ensino da mesma de forma aplicada voltada à defesa civil. O estado de Santa Catarina possui um grande histórico de desastres naturais. Além da ocorrência de precipitações intensas, e deslizamentos, no estado há, também, ocorrência de neve, regiões com escassez de água e houve a ocorrência do único furacão registrado no Atlântico Sul. Em 2013 o CNPq lançou o edital 18/2013, que viabilizou a inserção de conceitos hidrológicos no cotidiano de alunos em uma escola estadual no município de Joinville. Os conceitos de hidrologia foram inseridos e desenvolvidos pelas estudantes, com auxílio dos professores, através de visitas à escola e à universidade, saídas e monitoramentos em campo, instalação de estação meteorológica, visitas à defesa civil e ao comitê de Bacia dos Rios Cubatão e Cachoeira. Durante os trabalhos desenvolvidos com a defesa civil surgiu a proposta de reativação do NUDEC – Núcleo Comunitário da Defesa Civil no bairro Jardim Paraíso.

PALAVRAS-CHAVE: Hidrologia, Defesa civil, Educação, Bacia do Rio Cubatão.

INTRODUÇÃO

Segundo a Estratégia Internacional das Nações Unidas para a Redução de Desastres (UN/ISDR, 2013), cerca de 250 milhões de pessoas foram afetadas por inundações nos últimos dez anos. As enchentes são atualmente o risco de desastre mais generalizado e crescente aos assentamentos urbanos de diferentes tamanhos. Segundo Sausen e Narvaes (2013) as inundações são responsáveis por 55% de todos os desastres registrados e 72.5% de perdas econômicas ao redor mundo.

Em 2011 os desastres naturais no mundo geraram quase 30 mil mortos, o Brasil entra na conta com 900 óbitos causados por inundações e deslizamentos. Entre as dezessete maiores inundações em 100 anos no Brasil, o estado de Santa Catarina aparece por quatro vezes na lista, em 1911 (Blumenau), 1974 (Santa Catarina), 1983

(Blumenau) e 2008 (Santa Catarina). Em 2013 segundo dados da Defesa Civil do Estado/SC, 72 cidades no estado foram atingidas por inundações, 20 mil pessoas e 4 mil residências foram afetadas.

Localizado na região nordeste do estado de Santa Catarina o município de Joinville vem sofrendo com fortes inundações desde sua fundação em 1851. Segundo Silveira (et al., 2008), entre 1927 e 2008 a região apresentou um aumento de 500 mm na média anual de precipitação, suas baixas altitudes nas regiões central, norte e leste, associadas ao efeito das marés astronômicas, meteorológicas, precipitações e crescimento desordenado, vem a cada ano trazendo maiores prejuízos econômicos e sociais.

Este contexto atrelado ao crescimento populacional e expansão urbana dos últimos anos em áreas susceptíveis a inundações, só geram mais danos nos momentos de fortes chuvas. Os totais pluviométricos anuais no município estão entre 1900-2500 mm (Muller et al., 2012). Um índice pluviométrico considerado alto para uma cidade que cresce cada vez mais às margens de seus rios, riachos e mangues. Joinville foi erguida sobre o mangue, se desenvolveu com as inundações como parte de sua história. Para Valle (1996) “A cada nova inundação vêm à tona as causas do fenômeno que não são somente naturais: a ação do homem sobre o meio ambiente. A ação pode ser contida, as consequências, não mais”. A ação do homem na expansão urbana, industrial, loteamentos (não planejados), corte indiscriminado das encostas, destruição da vegetação ribeirinha, só agravam a situação de Joinville a cada ano.

Segundo o Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Joinville - IPPUJ, 2010, o bairro Jardim Paraíso, localizado na Bacia Hidrográfica do Rio Cubatão (próximo à Foz deste), vem sofrendo com inundações e cheias desde a sua criação. Ressalta-se que o mesmo foi erguido sobre uma área de manguezal aterrado, isto significa baixas altitudes e influência de maré que não facilita a drenagem local.

A Escola Estadual Nagib Zattar que participa do projeto se localiza neste bairro, que está inserido na Bacia do Rio Cubatão (BHRC). Situações como essa ocorrem frequentemente no Brasil, comunidades que não tem conhecimento sobre hidrologia, geografia e planejamento urbano sofrem as consequências e pagam preços muito caros. Popularizar o conhecimento da hidrologia é tarefa importante, pois permite que a população tenha conhecimentos importantes, especialmente em áreas de risco.

Como objetivos, o trabalho teve: Introduzir conceitos sobre hidrologia, tais como: ciclo hidrológico, coeficiente de escoamento, bacia hidrográfica, coeficiente de infiltração, tempo de recorrência, tempo de concentração, etc. e também conceitos de hidráulica, a partir da visualização do ambiente e da bacia hidrográfica; Aplicar e vivenciar os conceitos de hidrologia na bacia de interesse; Estimular as conexões entre os conceitos e os eventos que ocorrem na região da escola (bairro Jardim Paraíso); Compreender os dados que são necessários para fazer previsões meteorológicas e como coletá-los dentro de normas internacionais; Perceber a importância da coleta de dados e a manutenção de séries históricas; Divulgar os trabalhos realizados pelo projeto por meio da construção de blog; Aproximação com a Defesa Civil municipal e Comitê de Bacia.

O desenvolvimento desse trabalho contou com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPq, através do Edital 18/2013 - Meninas e Jovens Fazendo Ciências Exatas, Engenharias e Computação.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para que o projeto tomasse corpo foi necessário contato inicial com a escola que participaria do mesmo, anteriormente à inscrição na plataforma do CNPq. Esta aproximação se deu através da Secretaria de Desenvolvimento Regional – SDR de Joinville, pela coordenadora de Educação. Vários diretores de escolas estavam presentes e em função do tema do projeto foi fechado acordo com a Escola Estadual Nagib Zattar, que obrigatoriamente (por exigências do Edital CNPq 18/2013) deveria participar do Programa Ensino Médio Inovador. Além disso, como o edital visava ampliar o número de estudantes do sexo feminino nas carreiras de ciências exatas, engenharias e computação, seria possível apenas a participação de meninas como bolsistas, fora o professor da escola que poderia ser do sexo masculino, e o coordenador que também poderia ser do sexo masculino. Assim, os seguintes passos foram seguidos na operacionalização do projeto:

- Seleção das alunas e professor;
- Planejamento das ações com o grupo;
- Idas a campo para coletas de dados hidrológicos e hidráulicos e para visitas a órgãos públicos;
- Confeção de mapas;
- Instalação de estação meteorológica;
- Coleta de dados da estação meteorológica e abastecimento de blog com informações sobre o projeto.
- Apresentação final à defesa civil e comitê de Bacia.

Para tanto, foram traçadas metas e resultados esperados para cada fase do projeto, que ainda não foi finalizado completamente:

- Meta 1

Introdução de conceitos de hidrologia e hidráulica

- Resultados esperados: Saídas exploratórias na bacia para observação de áreas impermeabilizadas, com depósitos de resíduos, com e sem cobertura vegetal, realização de testes de infiltração no solo, estabelecer contato com o comitê de bacia dos Rios Cubatão Norte e Cachoeira, fazer medições de velocidade de escoamento no rio através de molinete digital;

- Meta 2

Aplicação dos conceitos aprendidos e vivenciados na bacia.

- Resultados esperados: Construção de mapas a partir dos mapas do IBGE utilizando métodos clássicos como: planímetro (digital), curvímetro (digital), lápis coloridos, papeis de seda, etc.

- Meta 3

Conexões entre teorias e vivências de campo e eventos na região da escola

- Resultados esperados: construção de mapas indicando as regiões de alagamentos, deslizamentos, depósitos clandestinos de resíduos, etc.

- Meta 4

Compreensão sobre os dados que são necessários para fazer previsões meteorológicas.

- Resultados esperados: Instalação de estação meteorológica dentro da escola para coleta de dados para leitura diária pelas alunas.

- Meta 5

Percepção da importância da coleta e manutenção de banco de dados.

- Resultados esperados: Comparação dos dados coletados ao longo do período do projeto para verificação das diferenças no período e confecção de página web (blog) pelas alunas para disponibilização dos dados on line. Apresentação dos resultados finais para a Defesa Civil Municipal e para o Comitê de Bacia.

RESULTADOS

A Figura 1, abaixo, apresenta os pontos de monitoramento na BHRC na área do bairro Jardim Paraíso. Estão sendo monitorados os parâmetros apresentados nas Tabelas 1 a 3, referentes às datas de monitoramento, através de uma sonda multiparamétrica Aquaread 2000, devidamente calibrada para verificação da qualidade das águas.

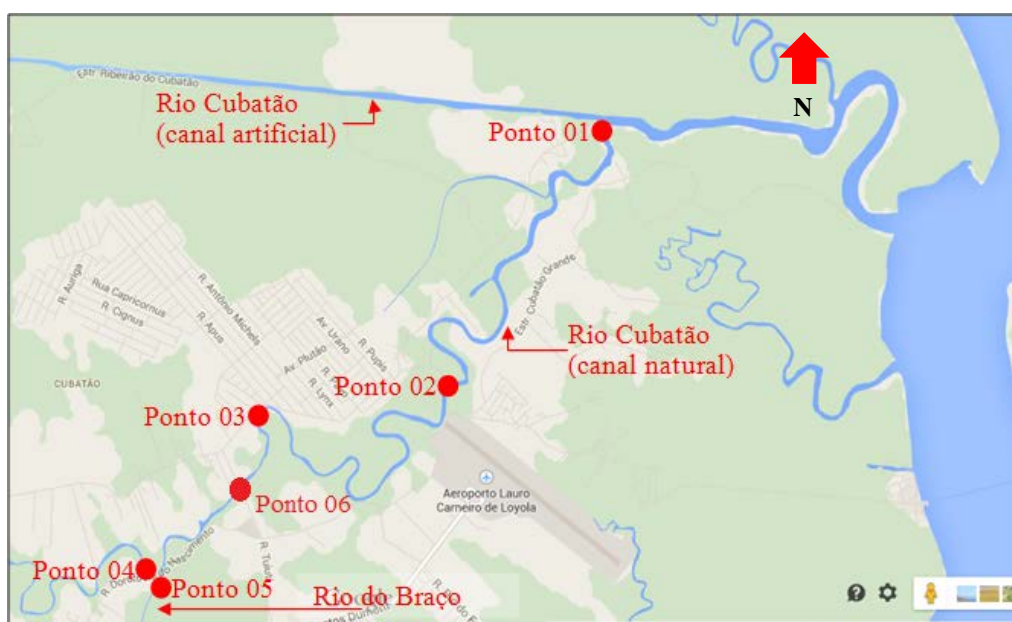


Figura 01: Pontos de monitoramento, P01: Marina; P02: Ponte de arame; P03: Secretaria Regional; P04: Kartódromo (Rio Cubatão); P05: Kartódromo (Rio do Braço); P06: Ponte Rua Tuiuti;

As medições nos rios locais foram feitas em diferentes datas e marés para que fossem analisados os efeitos da maré sobre a qualidade das águas. As medições estão apresentadas nas Tabelas 1 a 3, abaixo.

Tabela 1: Dados de monitoramento realizados em 11/05/2014. ORP: Potencial de oxirredução; OD: Oxigênio dissolvido; CE: Condutividade elétrica; STD: Sólidos totais dissolvidos.

Pontos	Ponte Tuiuti (Rio Cubatão)	Kartódromo (Rio do Braço)	Kartódromo (Rio Cubatão)	Marina	Ponte de Arame (Rio Cubatão)
Horário	14:08	14:36	14:43	15:52	15:36
Data	11/05/14	11/05/14	11/05/14	11/05/14	11/05/14
Coordenadas	48° 49.59'W 26° 13.795'S	48° 49.57' W 26° 13.802'S	48° 49.59'W 26° 13.795'S	48° 47.552'W 26° 11.922'S	48° 48.260'W 26° 13.045'S
Temp. (°C)	23,6	23,6	23,5	25,1	24,5
ORP (mV)	58	65,5	-16,2	39,9	70,6
pH	7,01	7,14	7	7,45	7,09
OD (mg/L)	6,12	4,69	5,28	5,81	3,47
CE (µS/cm)	73	377	268	18360	295
STD (mg/L)	47	245	174	11,65	191
Salinidade (ppt)	0,02	0,12	0,09	10,33	0,09
Nitratos (mg/L)	11,33	23,76	18,24	49,26	24,13

A primeira saída a campo teve como objetivo escolha dos pontos de monitoramento e aproximação das estudantes com os equipamentos de medida. Necessidades a serem pensadas anteriormente à coleta e reconhecimento do campo. Após este primeiro trabalho as alunas pesquisaram e escreveram a respeito dos parâmetros monitorados no blog do projeto.

Tabela 2: Dados de monitoramento realizados em 17/09/2014. ORP: Potencial de oxirredução; OD: Oxigênio dissolvido; CE: Condutividade elétrica; STD: Sólidos totais dissolvidos.

Pontos	.Marina		Ponte de Arame	Secretaria Regional	Kartodromo (Rio Cubatão)	Kartodromo (Rio do Braço)
Horário	14:30	16:20	15:15	15:40	16:10	16:07
Data	17/09/14	17/09/14	17/09/14	17/09/14	17/09/14	17/09/14
Coordenad	48°47.55'W 26°11.922'S	48°7.55'W 26°11.92'S	48°48.26'W 26°13.045'S	48°49.14"W 26°13.171" S	48°49.59'W 26°13.795'S	48°49.57' W 26°13.802'S
Temp. (°C)	23,5	23	22,4	22,1	21,8	22,8
ORP (mV)	0,047	77,4	77,2	104,6	71,4	30
pH	6,39	6,78	6,89	6,38	6,72	6,86
OD (mg/L)	6,26	6,76	6,09	8,27	9,17	6,31
CE (µS/cm)	5.860	22.110	75	93	18	293
STD (mg/L)	3.805	14,38	48	60	11	190
Salinidade (ppt)	3,15	13,38	0,02	0,03	0,1	0,9
Nitratos (mg/L)	22,18	38,90	9,66	3,25	3,7	18,61

A segunda saída a campo o objetivo era verificar a influência da cunha salina sobre as águas da BHRC, na região do bairro Jardim Paraíso e as repercussões dessa influência sobre a qualidade das águas e as questões relacionadas às inundações. Para tanto foram realizadas duas coletas em diferentes marés, alta e baixa. Verificou-se no ponto do Rio do Braço, mesmo sem a influência da maré a condutividade elétrica (e salinidade) e também os íons nitratos apresentaram-se mais altas que o ponto vizinho do Rio Cubatão. Isto se deve à presença de indústrias na bacia do Rio do Braço que lançam efluentes salinos nas águas do Rio do Braço a montante do ponto de monitoramento, com consequente repercussão sobre a qualidade das águas e biota.

Tabela 3: Dados de monitoramento realizados em 11/03/2015. ORP: Potencial de oxirredução; OD: Oxigênio dissolvido; CE: Condutividade elétrica; STD: Sólidos totais dissolvidos.

Pontos	Ponte Tuiuti (Rio Cubatão)	Kartódromo (Rio do Braço)	Kartódromo (Rio Cubatão)
Horário	16:00	15:45	15:40
Data	11/03/15	11/03/15	11/03/15
Coordenadas	48°49.59'W 26°13.795'S	48°49.57' W 26°13.802'S	48°49.59'W 26°13.795'S
Temp. (°C)	25,2	26,2	24,8
ORP (mV)	90,1	86	100,9
pH	6,85	6,97	6,66
OD (mg/L)	7,26	6,04	7,82
CE (µS/cm)	51	139	19
STD (mg/L)	32	90	12
Salinidade (ppt)	0,02	0,04	0,01
Nitratos (mg/L)	1,61	4,24	0,55

A saída 3 teve como objetivo acompanhar a qualidade das águas após um período com chuva, para verificar a influência do escoamento superficial sobre as águas. Ocorreu um incidente durante a anotação dos dados e a caderneta de campo caiu no Rio, obrigando a equipe a retomar os dados de alguns pontos, não sendo possível retornar a todos os pontos de monitoramento.

De forma a entender as questões relacionadas ao escoamento superficial na região do bairro Jardim Paraíso, área de aterro de manguezal, foi realizada uma medição da taxa de infiltração. Para tanto foi realizado um

ensaio com um infiltrômetro de duplo anel e as medições foram realizadas próximas ao Kartódromo. A tabela 4 e a figura 2 apresentam os resultados do ensaio de infiltração.

Tabela 4: Resultado do ensaio de infiltração.

Tempo acumulado (h)	Infiltrado acumulado (mm)	Taxa de Infiltração (mm/h)
0,083	2	24,096386
0,16	3	18,75
0,28	0	0
0,33	0	0
0,41	0	0
0,5	0	0
0,58	0	0
0,66	0	0

Em função da quase total forma de ocupação do bairro (através de aterros de antigas áreas de manguezal), a taxa de infiltração foi baixa (Bernardo et al., 2006), tendo ocorrido infiltração nos primeiros 10 minutos de ensaio, após isso não ocorreu mais infiltração.

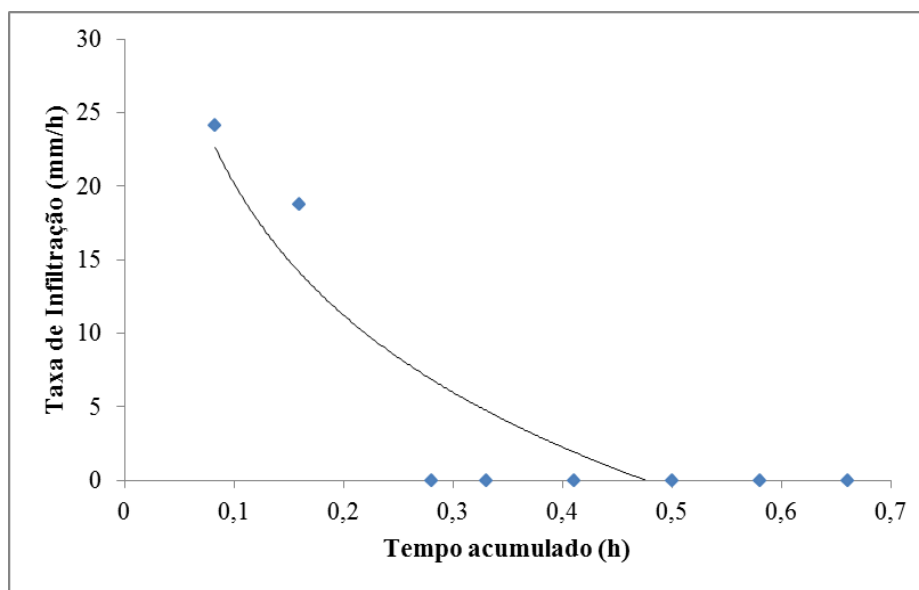


Figura 02: Taxa de infiltração, Fonte: Primária. $y = -12,96\ln(x) - 9,6288$; $R^2 = 0,8264$

Foi feito pelas estudantes, de forma colaborativa entre os integrantes do projeto, um blog para divulgar as ações do mesmo. O blog pode ser visitado em: (<http://projeto hidrologia.blogspot.com.br>) e até abril de 2015 contava com 5360 visualizações.

A aproximação da equipe com a Defesa Civil Municipal rendeu a proposta de reativar o Núcleo Comunitário de Defesa Civil – NUDEC, que existia anteriormente no bairro e que foi desativado com o passar dos anos. Infelizmente, a aluna do ensino médio que estava conduzindo esta idéia se afastou do projeto por problemas insolúveis entre a abertura de uma conta no banco para receber a bolsa e a ausência de um responsável legal, visto que perdeu a mãe e o pai questionou a paternidade, comprovando posteriormente não ser o pai biológico da mesma. A aluna optou por não participar voluntariamente do projeto após alguns meses para ter um salário. Houve a participação de outras alunas que depois desistiram por causa da questão econômica.

É importante ressaltar que a cidade de Joinville é uma cidade operária (Freire, 2014) e industrial. Isso faz com que muitos jovens iniciem muito cedo a trabalhar em fábricas e abandonem os estudos, ou ainda, os retomem

mais tarde na melhor das hipóteses. Em troca eles recebem salários que, para as aspirações destes jovens entre 16 e 18 anos, satisfazem as suas necessidades atuais. O problema é que neste processo, os talentos em potencial são perdidos para o chão de fábrica.

Como inicialmente o projeto previa bolsas apenas para meninas, os meninos foram muito bem vindos de forma voluntária. Isso ocorreu e houve a participação (esporádica) de um aluno do ensino médio, um de graduação e um professor da UNIVILLE. Esta participação valorizou o projeto e trouxe novos insights e “força”, que foram necessárias em vários momentos, como: instalação da estação meteorológica na escola, medição da vazão no Rio Cubatão, introdução dos anéis do infiltrômetro no solo, etc.

Esse movimento do projeto na Escola Nagib Zattar gerou muita curiosidade de outros alunos que, em função da curiosidade, estavam sempre perguntando e se informando do que estava sendo feito. Durante a semana do núcleo de educação ambiental – NEA outras escolas visitaram a Nagib Zattar e conheceram o projeto, repercutindo a idéia nas suas escolas de origem.

CONCLUSÕES

Do ponto de vista científico, o projeto vem trazendo para a realidade das estudantes a fragilidade ambiental da região onde vivem. Foram evidenciadas áreas de lançamento de efluentes domésticos sem tratamento nos rios, de depósitos clandestinos de resíduos da construção civil, feitas medidas de incursão marinha nos rios, registros de dados meteorológicos, ida a órgãos públicos (defesa civil), etc. Isso teve uma repercussão muito positiva no aprendizado e no descobrimento do ambiente no qual a escola está inserida. Do ponto de vista social, cada estudante do ensino médio inovador (3 no projeto, inicialmente e depois uma desistiu) recebe uma bolsa mensal no valor de R\$ 161,00 (cento e sessenta e um reais) para participar do projeto. Houve rotatividade das meninas que participam do mesmo em função de questões familiares ligadas ao meio social no qual vivem, e ainda ligadas ao interesse em obter uma renda mais alta. Foi percebido, pelos professores, que era talentos que estão sendo perdidos em função de diferentes fatores que fogem ao escopo do projeto, mas que poderiam transformar a própria realidade caso continuassem a estudar e aprender dentro de métodos científicos e ingressassem na universidade. Para estas meninas, a vontade de ter, no momento, uma renda maior que R\$ 161,00, pode comprometer o futuro das mesmas. Esta realidade ocorre em outros projetos e, além de dificultar a execução dos mesmos, evidencia problemas na perda de jovens talentos brasileiros.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPq, através do Edital 18/2013 - Meninas e Jovens Fazendo Ciências Exatas, Engenharias e Computação, Processo 420088/2013-0.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. Manual de irrigação. 8. Ed. Atual. e Ampl. Viçosa: UFV, 2006. 625p.
2. Fundação IPPUJ. Joinville: Cidade em Dados – 2010 – 2011. Joinville p. 67 2011.
3. Muller, Cristiane Regina. et al. Ocupação em Joinville/SC e o Papel da Gestão Municipal para Mitigação de Danos Causados por Inundações. Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento. Santa Catarina. v. 1, n. 1, p. 23-39, jul./dez. 2012
4. Sausen, Tania Maria; Narvaes, Igor da Silva. Desastres Naturais e Geotecnologias: Inundações. INPE/CRS. Santa Maria. 2013.
5. SILVEIRA, Wivian Nereida. et al. História das inundações em Joinville: 1851 – 2008. 1ª Edição, Curitiba – PR, 2009. p.153.
6. VALLE, D. Enchentes se tornam rotina no bairro Jativoca. A Notícia, Joinville, 22 jan. 1996, p. A-10.
7. UNISDR – Org. Dados. Disponível em: <http://www.unisdr.org/>. Acesso em: 09 out. 2013.
8. Freire, Izaías de Souza. Relações entre o empresariado e o regime militar numa cidade operária (Joinville: 1964-1975). Anais do XV Encontro Estadual de História “1964-2014: Memórias, Testemunhos e Estado”, 11 a 14 de agosto de 2014, UFSC, Florianópolis.