

Marcia Regina Werner Schneider Abdala
(Organizadora)



Impactos das Tecnologias na Engenharia Civil 3

Atena
Editora
Ano 2019

Marcia Regina Werner Schneider Abdala

(Organizadora)

Impactos das Tecnologias na Engenharia Civil 3

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Karine de Lima
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
I34	Impactos das tecnologias na engenharia civil 3 [recurso eletrônico] / Organizadora Marcia Regina Werner Schneider Abdala. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Impactos das Tecnologias na Engenharia Civil; v. 3) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-542-6 DOI 10.22533/at.ed.426192008 1. Construção civil. 2. Engenharia civil. 3. Tecnologia. I. Abdala, Marcia Regina Werner Schneider. II. Série. CDD 690
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A construção civil é um setor extremamente importante para um país, e como tal é responsável pela geração de milhões de empregos, contribuindo decisivamente para os avanços da sociedade.

A tecnologia na construção civil vem evoluindo a cada dia e é o diferencial na busca da eficiência e produtividade do setor. A tecnologia permite o uso mais racional de tempo, material e mão de obra, pois agiliza e auxilia na gestão das várias frentes de uma obra, tanto nas fases de projeto e orçamento quanto na execução.

A tecnologia possibilita uma mudança de perspectiva de todo o setor produtivo e estar atualizado quanto às modernas práticas e ferramentas é uma exigência.

Neste contexto, este e-book, dividido em dois volumes apresenta uma coletânea de trabalhos científicos desenvolvidos visando apresentar as diferentes tecnologias e os benefícios que sua utilização apresenta para o setor de construção civil e também para a arquitetura.

Aproveite a leitura!

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
'ARTENGENHARIA': UMA PONTE TRANSDISCIPLINAR PARA O DESENVOLVIMENTO DO POTENCIAL HUMANO E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA A GESTÃO DO CONHECIMENTO	
Ana Alice Trubbianelli	
DOI 10.22533/at.ed.4261920081	
CAPÍTULO 2	15
ARQ&CIVIL NAS ESCOLAS- PROJETO PESCADORES DE VIDA	
Marina Naomi Furukawa	
Ana Luisa Silva Alves	
Andressa Gomes dos Santos	
Gabriel Belther	
Gabriel Souza da Silva	
Iago Raphael Mathias Valejo	
Ítalo Guilherme Sgrignoli Madeira	
Luana Manchenho	
Marcelo Ambiel	
Vinicius Gabriel Parolin de Souza	
Vitor Hugo Vieira Brandolim	
DOI 10.22533/at.ed.4261920082	
CAPÍTULO 3	20
RESPOSTAS À DEMANDA POR HABITAÇÃO: QUALIDADE DE VIDA E DO ESPAÇO DA CIDADE	
Isabella Gaspar Sousa	
Maria do Carmo de Lima Bezerra	
Alice Cunha Lima	
DOI 10.22533/at.ed.4261920083	
CAPÍTULO 4	32
CORREDORES VERDES PARA A REABILITAÇÃO URBANA E AMBIENTAL DE ESPAÇOS LIVRES PÚBLICOS	
Daniella do Amaral Mello Bonatto	
DOI 10.22533/at.ed.4261920084	
CAPÍTULO 5	46
DESAFIOS À SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL: UMA ANÁLISE SOBRE A TRANSFORMAÇÃO TERRITORIAL NA PRODUÇÃO DO ESPAÇO URBANO DE MARICÁ/RJ	
Amanda da Conceição Rocha de Melo Nogueira	
Gisele Silva Barbosa	
DOI 10.22533/at.ed.4261920085	

CAPÍTULO 6 62

ANÁLISE DAS TEMPERATURAS INTERNAS E SUPERFICIAIS EM DIFERENTES REVESTIMENTOS URBANOS SOB AS COPAS DAS ESPÉCIES ARBÓREAS OITI (LICANIA TOMENTOSA) E MANGUEIRA (MANGIFERA INDICA) EM CUIABÁ - MT

Karyn Ferreira Antunes Ribeiro
Flávia Maria de Moura Santos
Marcos Valin de Oliveira Jr
Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira
Fernanda Miguel Franco
José de Souza Nogueira
Marcelo Sacardi Biudes
Carlo Ralph De Musis

DOI 10.22533/at.ed.4261920086

CAPÍTULO 7 77

INFLUÊNCIA DA OCUPAÇÃO DO SOLO NO MICROCLIMA: ESTUDO DE CASO NO HOSPITAL DO AÇÚCAR, EM MACEIÓ – ALAGOAS

Sofia Campus Christopoulos
Clarice Gavazza dos Santos Prado
Patrícia Cunha Ferreira Barros
Ricardo Victor Rodrigues Barbosa

DOI 10.22533/at.ed.4261920087

CAPÍTULO 8 88

ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA LUZ NATURAL SOBRE O AMBIENTE INTERNO DAS CONSTRUÇÕES, COM ÊNFASE EM VIDROS

Giovana Miti Aibara Paschoal
Paula Silva Sardeiro Vanderlei

DOI 10.22533/at.ed.4261920088

CAPÍTULO 9 100

INFLUÊNCIA DOS JARDINS VERTICAIS NO CLIMA ACÚSTICO DE UMA CIDADE

Sérgio Luiz Garavelli
Armando de Mendonça Maroja

DOI 10.22533/at.ed.4261920089

CAPÍTULO 10 113

POLUIÇÃO VISUAL: ESTUDO DA QUALIDADE VISUAL DA CIDADE DE SINOP – MT

Cristiane Rossatto Candido
Renata Mansuelo Alves Domingos
João Carlos Machado Sanches

DOI 10.22533/at.ed.42619200810

CAPÍTULO 11 125

MAPEAMENTO COLETIVO NO LOTEAMENTO INFRAERO II EM MACAPÁ

Victor Guilherme Cordeiro Salgado
Mauricio Melo Ribeiro
Melissa Kikumi Matsunaga

DOI 10.22533/at.ed.42619200811

CAPÍTULO 12	138
ELABORAÇÃO DO PLANO DIRETOR DE DRENAGEM PLUVIAL URBANA PARA UM CÂMPUS UNIVERSITÁRIO (PDDRU)	
Andrea Sartori Jabur Adriana Macedo Patriota Faganello Mateus Pimenta De Castro João Victor Souza Scarlatto Da Silva Renan Meira Teles	
DOI 10.22533/at.ed.42619200812	
CAPÍTULO 13	151
O MODELO DA CIDADE PORTUÁRIA REVISITADO	
Manuel Francisco Pacheco Coelho	
DOI 10.22533/at.ed.42619200813	
CAPÍTULO 14	163
PLANEJAMENTO URBANO UTILIZANDO MAPEAMENTO GEOTÉCNICO DO SETOR NORTE DO PERÍMETRO DE GOIÂNIA-GO, EM ESCALA 1:25.000.	
Henrique Capuzzo Martins João Dib Filho Beatriz Ribeiro Soares	
DOI 10.22533/at.ed.42619200814	
CAPÍTULO 15	175
A RELAÇÃO ENTRE OS LOCAIS DE IMPLANTAÇÃO DAS ZEIS E O MERCADO IMOBILIÁRIO: O CASO DAS ÁREAS DE LAZER E CULTURA EM PALMAS-TO	
Jordana Coêlho Gonsalves Milena Luiza Ribeiro Taynã Cristina Bezerra Silva	
DOI 10.22533/at.ed.42619200815	
CAPÍTULO 16	187
REGIMES DE PROPRIEDADE FLORESTAL, FOGOS E ANTICOMUNS: O CASO PORTUGUÊS	
Manuel Francisco Pacheco Coelho	
DOI 10.22533/at.ed.42619200816	
CAPÍTULO 17	202
MOBILITY MEASURED BY THE URBAN FORM PERFORMANCE OF THE CITY	
Peterson Dayan Rômulo José da Costa Ribeiro	
DOI 10.22533/at.ed.42619200817	
CAPÍTULO 18	216
ANÁLISE INTEGRADA DE FLUXOS DE TRÁFEGO DE VEÍCULOS INTELIGENTES ATRAVÉS DE SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA E DADOS COLETADOS EM TEMPO REAL	
Maria Rachel de Araújo Russo Naliane Roberti de Paula	
DOI 10.22533/at.ed.42619200818	

CAPÍTULO 19	230
INFLUÊNCIA DOS APLICATIVOS DE SMARTPHONES PARA TRANSPORTE URBANO NO TRANSITO	
Maria Teresa Françoso	
Natália Custódio de Mello	
Heloisa Moraes Treiber	
DOI 10.22533/at.ed.42619200819	
CAPÍTULO 20	244
MODELO DE PROGRAMAÇÃO LINEAR INTEIRA PARA O PROBLEMA DE CARPOOLING: UM ESTUDO DE CASO NA UFSC JOINVILLE	
Natan Bissoli Silvia	
Lopes De Sena Taglialenha	
DOI 10.22533/at.ed.42619200820	
CAPÍTULO 21	257
UMA PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS DE INFRAESTRUTURA EM MOBILIDADE URBANA	
Adriano Paranaiba	
Eliez Bulhões	
DOI 10.22533/at.ed.42619200821	
CAPÍTULO 22	271
A QUALIDADE DO TRANSPORTE PÚBLICO COLETIVO COMO MEIO SUSTENTÁVEL DE MOBILIDADE URBANA EM MANAUS	
Maximillian Nascimento da Costa	
Jussara Socorro Cury Maciel	
DOI 10.22533/at.ed.42619200822	
CAPÍTULO 23	284
ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DE UM CORREDOR EXCLUSIVO DE ÔNIBUS E DA SINCRONIZAÇÃO SEMAFÓRICA NA VELOCIDADE DE CIRCULAÇÃO E EMISSÃO DE GASES POLUENTES: O CASO DE GOIÂNIA	
Mariana de Paiva	
Maxion Junio de Alcantara	
Filipe de Oliveira Fernandes	
Denise Aparecida Ribeiro	
DOI 10.22533/at.ed.42619200823	
CAPÍTULO 24	298
ESTUDO PRÉVIO PARA DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA PARA CÁLCULO DE INDICADORES DE MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL PARA CÂMPUS UNIVERSITÁRIOS	
Sheila Elisângela Menini	
Andressa Rosa Mesquita	
Taciano Oliveira da Silva	
Heraldo Nunes Pitanga	
DOI 10.22533/at.ed.42619200824	
CAPÍTULO 25	312
O TRANSPORTE URBANO DE CARGA E O CENTRO COMERCIAL DE BELÉM	
Christiane Lima Barbosa	
DOI 10.22533/at.ed.42619200825	

SOBRE O ORGANIZADOR..... 324

ÍNDICE REMISSIVO 325

ELABORAÇÃO DO PLANO DIRETOR DE DRENAGEM PLUVIAL URBANA PARA UM CÂMPUS UNIVERSITÁRIO (PDDRU)

Andrea Sartori Jabur

Universidade Tecnológica Federal do Paraná –
Câmpus Apucarana. Departamento de Engenharia
Química. Apucarana – Paraná.

Adriana Macedo Patriota Faganello

Universidade Tecnológica Federal do Paraná –
Câmpus Apucarana. Departamento de Engenharia
Civil. Apucarana – Paraná.

Mateus Pimenta De Castro

Universidade Tecnológica Federal do Paraná –
Câmpus Apucarana. Departamento de Engenharia
Civil. Apucarana – Paraná.

João Victor Souza Scarlatto Da Silva

Universidade Tecnológica Federal do Paraná –
Câmpus Apucarana. Departamento de Engenharia
Civil. Apucarana – Paraná.

Renan Meira Teles

Universidade Tecnológica Federal do Paraná –
Câmpus Apucarana. Departamento de Engenharia
Civil. Apucarana – Paraná.

RESUMO: A impermeabilização do solo e a retirada da cobertura vegetal, em uma área urbana interferem no processo hidrológico, alterando as condições naturais de infiltração da água no solo, reduzindo o atrito da água com o solo e aumentando o escoamento superficial, tanto no volume como na sua velocidade. O projeto de pesquisa tem como objetivo, a elaboração de um Plano de Drenagem Pluvial Urbana Sustentável para o Câmpus, com a

inserção de jardins de chuvas, telhado verdes, sistemas de poços de infiltração e instalação de pavimentos permeável. O Campus Universitário localiza-se no Município de Apucarana, Norte do Estado do Paraná, Brasil. O Campus já apresenta uma infraestrutura de sistema de coleta de águas pluviais, porém, com o passar dos anos, tem sofrido com inundações decorrentes do escoamento superficial local, que afeta, principalmente quatro blocos institucionais e o restaurante universitário, devido pela área de impermeabilização local, com a expansão de obras e a declividade do terreno.

PALAVRAS-CHAVE: Drenagem Urbana, Plano diretor, Sustentabilidade e Câmpus Universitário.

ELABORATION OF THE URBAN RAINWATER DRAINAGE MASTER PLAN FOR A UNIVERSITY CAMPUS

ABSTRACT: Soil waterproofing and removal of the vegetation cover in an urban area interfere in the hydrological process, altering the natural conditions of water infiltration in the soil, reducing water friction with the soil and increasing the surface runoff, both in volume as in speed. The research project aims at the elaboration of a Sustainable Urban Rainwater Drainage Plan for the Campus, with the insertion of rain gardens,

green roofs, infiltration wells systems and the installation of permeable pavements. The University Campus is located in the Apucarana City, North of the State of Paraná, Brazil. The Campus already presents a system infrastructure for rainwater collection, but, over the years, has suffered with floods resulting from the local runoff, which affects, mainly four institutional blocks and the restaurant university, due to the local waterproofing area, with the expansion of works and the slope of the terrain.

KEYWORDS: Urban Drainage, master plan, sustainability and University Campus.

1 | INTRODUÇÃO

A impermeabilização do solo e a retirada da cobertura vegetal, em uma área urbana, ou mesmo em um loteamento, interferem no processo hidrológico, alterando as condições naturais de infiltração da água no solo, reduzindo o atrito da água com o solo e aumentando o escoamento superficial, tanto no volume como na sua velocidade.

A modificação do espaço urbano, sem o planejamento adequado de sustentabilidade, ou com o uso do sistema de drenagem pluvial urbano inconsistente com o ambiente construído, acarreta as enchentes urbanas ou em inundações locais. Este problema ambiental pode ocorrer em grandes ambientes urbanos, como também em áreas de menores dimensões.

Para solucionar estes problemas urbanos, com o aumento do escoamento superficial, muitos pesquisadores juntos com os construtores urbanos, tem adotado o uso de sistema de drenagem urbana sustentável, com dispositivos e estruturas “facilitadoras” de infiltração. O sistema de drenagem pluvial urbana sustentável conta com as técnicas compensatórias, onde se utilizam o aproveitamento de água pluvial, o uso de telhados verdes e pavimentos permeáveis.

As alternativas sustentáveis que promovem maior infiltração da água pluvial no solo e a minimização do escoamento superficial tem grande importância na diminuição do risco de inundações. Isso se deve ao amortecimento (redução) no pico do hidrograma da bacia hidrográfica que seu armazenamento provoca, diminuindo o escoamento superficial. Em bacias hidrográficas urbanas, as obras de técnicas compensatórias visam um desenvolvimento de baixo impacto ambiental, compensando as alterações antrópicas, tornando à área mais próxima do seu estado natural.

O sistemas de infiltração são largamente utilizados no gerenciamento dos sistemas de águas pluviais, particularmente em toda Europa (Barraud et al., 2002; Le Coustumer and Barraud, 2007 apud Hatt et al., 2007) e Japão (Fujita, 1997 apud Hatt et al, 2007), para reduzir o fluxo de escoamento superficial e o volume e minimizar o carreamento dos poluentes ao corpos receptores (Argue and Pezzaniti, 2005 apud Hatt et al, 2007). Um exemplo utilizado para o sistema de infiltração em ambientes construídos são os jardins de chuvas (Figura 1) ou valas de infiltração.

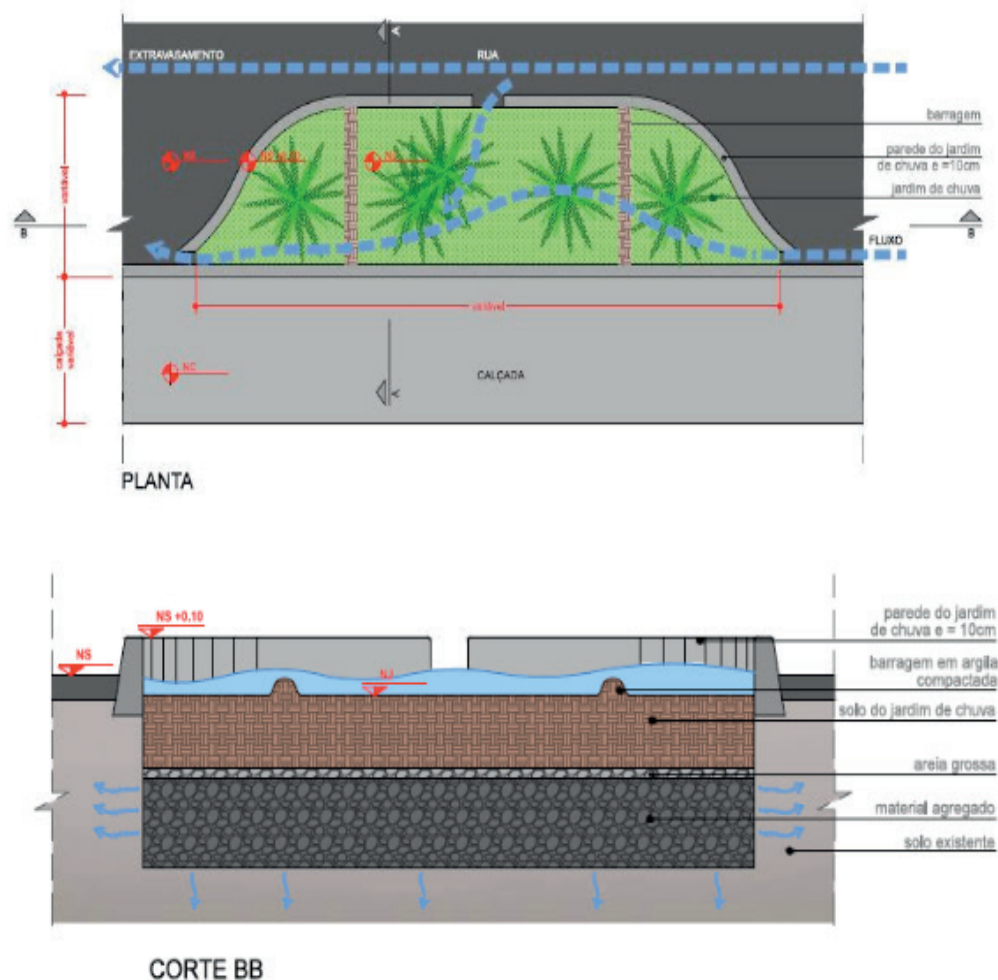


Figura 1 - Projeto para uso de jardins de chuvas em calçadas.

Fonte: Jardins de Chuva, soluções para cidade.

O reconhecimento dos impactos negativos com as enchentes urbanas (Leopold, 1968; Meyer et al., 2005 apud Hatt et al.; 2004) resultou na identificação de dois importantes objetivos relacionados no sistema de gestão, ou seja, a quantidade de águas pluviais (pico do hidrograma e o volume total) e qualidade (poluição). Uma gama de tecnologias de tratamento de águas pluviais foi desenvolvida em resposta, por exemplo, tanques de sedimentação, filtros de areia, sistemas de infiltração e, mais recentemente, sistemas de biofiltração (Hatt, et al 2004).

Segundo Medeiros; Cordero e Tachini (2011) Existem várias maneiras de promover um aumento da infiltração em lotes urbanos. Os chamados dispositivos de controle pluvial na fonte são boas alternativas com um custo razoavelmente baixo. Basicamente são os seguintes: pavimento permeável, trincheira de infiltração, vala de infiltração, poço de infiltração, micro-reservatório e bacia de detenção. Dessa forma, o escoamento superficial é diminuído e, em certos casos, até totalmente eliminado já no próprio local onde é gerado.

2 | METODOLOGIA

2.1 Área de Estudos

O local de estudo é o Campus Universitário situado no município de Apucarana (Figura 2), norte do estado do Paraná, a 350 km da capital, Curitiba. Situado no Terceiro Planalto Paranaense, sobre um grande divisor de águas entre as bacias hidrográficas dos rios Tibagi a Leste, Ivaí ao Sul e Paranapanema ao Norte, o município de Apucarana apresenta altitudes compreendidas entre 750 e 860 metros ao longo deste interflúvio principal, até cotas inferiores a 500 metros, nas extremidades Leste, Oeste e Sul do município (MANOSSO, 2007).

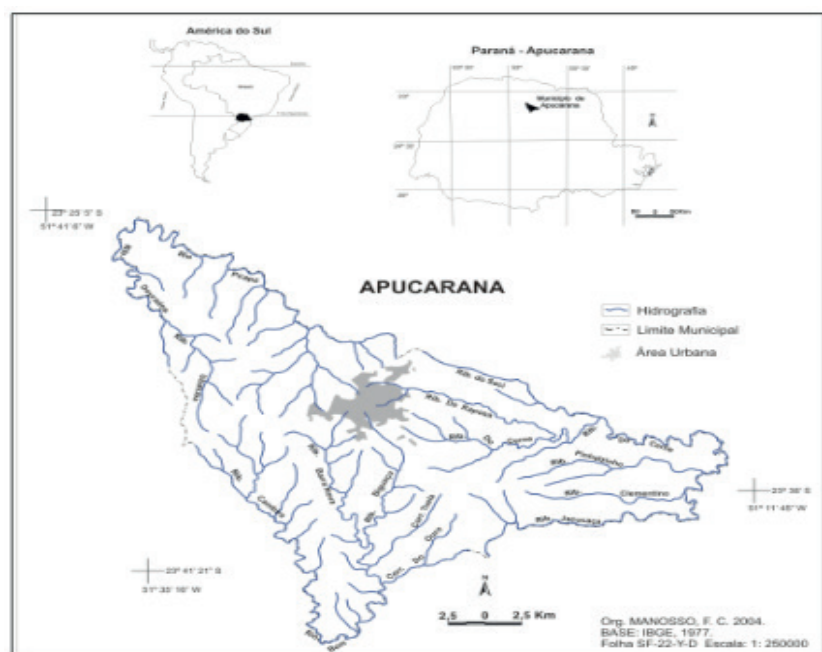


Figura 2 - Localização da cidade de Apucarana.

Fonte: Manosso (2007).

O Campus já apresenta uma infraestrutura de sistema de coleta de águas pluviais, porém, com o passar dos anos, tem sofrido com inundações decorrentes do escoamento superficial local, que afeta, principalmente dois blocos institucionais, devido pela área de impermeabilização local, com a expansão de obras e a declividade do terreno. No Campus, os projetos arquitetônicos dos blocos construídos apresentam o sistema de coleta das águas pluviais, que são coletadas para cisternas de 5m³, e estas águas tem como fins, o uso nos vasos sanitários dos banheiros localizados nos próprios blocos (Figura 3).



Figura 3 - Localização dos blocos institucionais e os reservatórios de águas pluviais.

Fonte: Arquivo dos Autores.

Segundo a classificação de Köppen o clima é Cfa Clima subtropical; temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C (mesotérmico) e temperatura média no mês mais quente acima de 22°C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida (IAPAR, 2016), com pluviosidade anual acumulada entre 1.500 e 1.700mm e uma temperatura média anual de 20°C (SIMEPAR, série de dados 1968 – 2002 apud MANOSSO, 2007).

Para a pesquisa inicial, foram obtidos os dados de temperatura e de precipitação dos anos de 2005 a 2013, cedidos pela SIMEPAR (2015) (Sistema Meteorológico do Paraná). Para obtenção dos gráficos e dos cálculos para o balanço hídrico da cidade de Apucarana, adotou-se a metodologia de Thornthwaite & Mather (Collischonn, Dornelles, 2015), em que a evapotranspiração é calculada por meio das equações (1), (2) e (3), onde o método é baseado na temperatura diária local.

$$E = 16 \cdot (10 \cdot T/I)^a \quad (\text{equação 1})$$

Onde E é a evapotranspiração, T a temperatura média do mês e I o índice temperatura (equação 2) e a é o parâmetro que depende da região de estudo (equação 3).

$$I = \sum (T_j/5)^{1,514} \quad (\text{equação 2})$$

Onde T_j é a temperatura média anual, do ano em estudo.

$$a=67,5 \cdot 10^{(-8)} \cdot l^3 - 7,71 \cdot 10^{(-6)} \cdot l^2 + 1,792 \cdot 10^2 \cdot l + 0,49239 \quad (\text{equação 3})$$

Para finalizar o cálculo da evaporação potencial, os valores foram ajustados, através da latitude local, através do fator de correção F_c do método Thornthwaite & Matter (Tucci, 2009).

3 | RESULTADOS

Durante 2014, dois eventos marcantes ocorreram na área de estudo. Nestes dois casos, a inundação local afetou tanto o funcionamento de laboratórios como também as aulas, que foram canceladas, até o esgotamento total da água pluvial dentro dos blocos institucionais. O escoamento superficial inundou os blocos L e M, dentro de salas de aulas e dos laboratórios localizados no térreo e também afetou os elevadores (a água pluvial ficou acumulada no fosso do elevador). O mesmo problema ocorreu em 2015, em 12/11, ilustrado na Figura 4.



Figura 4 - (A) Parte frontal do bloco M, (B) Lateral do bloco L, (C) área central do Campus.

Fonte: Arquivo dos autores, 2014.

Em 2018 ocorreram várias inundações no Câmpus, pois o período de janeiro à março ocorreram altas precipitações, com chuvas diárias que prejudicaram todos os blocos, como também o restaurante universitário. O solo saturado auxiliou na formação de mais escoamento superficial, uma vez que a região apresenta solo argiloso. A solução para estes sistemas ficou na drenagem pluvial tradicional, porém não auxiliou muito na retirada do escoamento, como observados nas imagens da Figura 5.



Figura 5 - (A) entrada de solos e água na parte lateral do restaurante universitário. (B) pontos de alagamentos na frente do bloco L. (C) área de alagamento na frente do bloco N. (D) estacionamento principal da universidade.

Fonte: Arquivo dos autores, 2018.

Através dos trabalhos de campos, realizados em períodos de precipitação durante os anos de 2014 a 2018, foram identificados os pontos de áreas de inundação do Câmpus, como também a avaliação das condições de impermeabilização local e dos pontos a serem avaliados para a instalação de áreas de drenagem pluvial urbana. A Figura 6 ilustra os pontos problemáticos que estão ocorrendo às inundações locais.

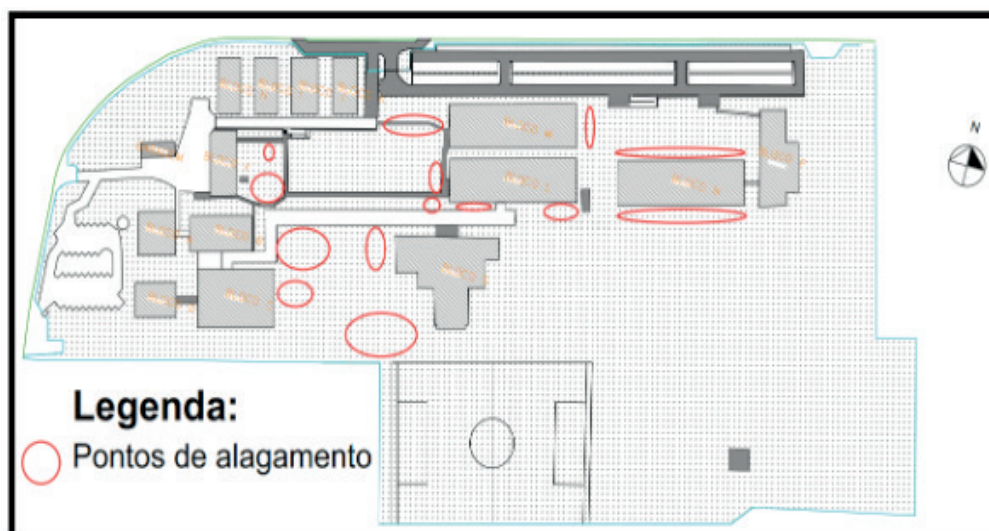


Figura 6 - pontos de alagamento identificados na Universidade.

Fonte: Modificado do projeto original do Câmpus, 2018.

3.1 Levantamento Climático Local

Com os dados diários de temperatura e de precipitação, cedidos pela SIMEPAR, estes foram organizados em planilhas eletrônicas de modo a calcular a média anual de temperatura e precipitação, como também os dados mensais, que estão ilustrados na tabela 1:

Ano	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
2004	90,4	65,6	100,6	127,8	275	84	85,4	0,6	51	332,6	127,2	91,6
2005	404,6	26	72,8	82,4	82	30,4	34,4	22	161,6	227,6	96,4	54,8
2006	73,80	254,80	137,60	58,00	14,40	21,80	32,40	18,80	188,60	129,20	110,80	230,80
2007	238,40	237,6	111	101,8	53	9	267,4	11,4	10	58	198,6	83,2
2008	133,2	159,6	147,6	148	80,4	39,8	7,8	185,2	72,6	98,6	162	44,6
2009	217	126,4	76,8	4,6	92,8	131,2	164,8	77,4	194,8	313,2	243,4	248,8
2010	342	148,6	113,4	127,2	68,2	21	71,2	33,8	127,6	214,4	172,8	179
2011	239,2	201	142	87,4	7,4	148,6	135,2	50,2	18,6	261,4	125	50
2012	138	134,8	93,8	130,2	130,4	281,8	20,2	2,8	65	83,2	165	178,4
2013	158,40	412,40	179,60	172,60	179,00	324,80	87,00	3,20	107,20	120,00	68,80	228,20

Tabela 1. Valores mensais de precipitação, em milímetros (mm) dos anos de 2004 a 2013.

Fonte: SIMEPAR, Sistema Meteorológico do Estado do Paraná (2014).

Os resultados dos balanços hídricos climáticos podem ser visualizados na Figura 7. Verifica-se que a média anual das chuvas precipitadas em Apucarana atinge valores de 1.508 mm.ano⁻¹, irregularmente distribuída durante o ano, caracteristicamente representada por uma estação chuvosa (setembro a abril) e outra seca (maio a agosto).

No período de setembro a março (correspondendo a 72% do total anual de chuva precipitada na região) foram obtidos índices pluviométricos superiores a 100 mm. mês⁻¹, sendo janeiro o mês de maior total mensal precipitado (± 203 mm). Nos meses do inverno e início da primavera, os índices pluviométricos na região são bastante diminuídos e se caracterizam por proporcionarem um grande número de pancadas de chuvas de fraca a moderada ($P \leq 10$ mm). O mês agosto é o que apresenta o menor índice pluviométrico (≈ 40 mm. mês⁻¹).

Nas condições de estudo do Balanço Hídrico de Apucarana pode-se concluir, portanto, que a evapotranspiração potencial estimada exhibe valores oscilando entre 21 mm (agosto, mês mais seco) e 94 mm (Janeiro, mês mais chuvoso), com temperaturas média entre 17,1°C e 22,9°C. A deficiência hídrica se manteve em 44 mm.ano⁻¹, dentro da faixa esperada para essa região do Estado do Paraná.

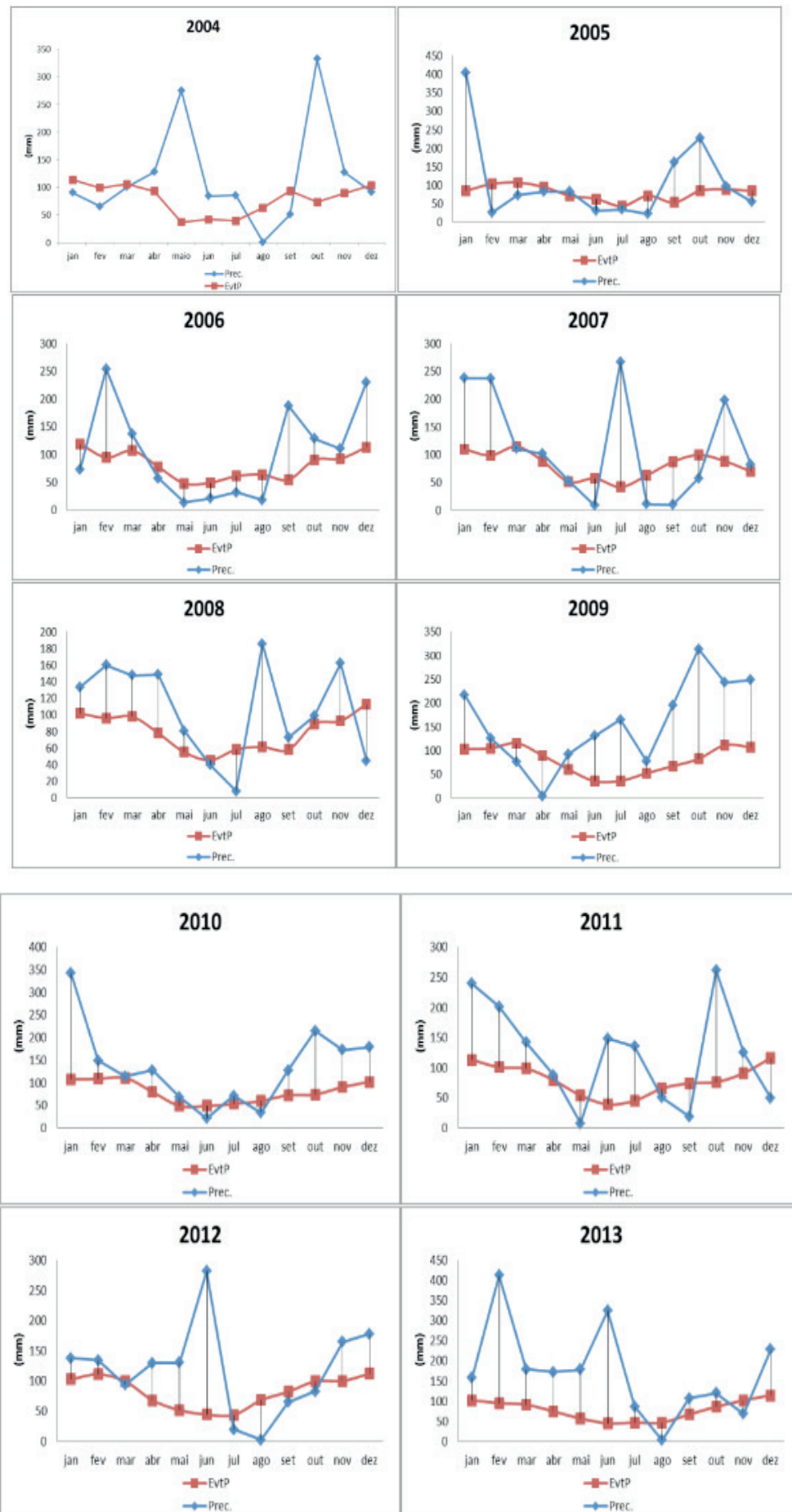


Figura 7 - Distribuição da precipitação e Evapotranspiração para anos de 2004 a 2013.

3.2 Ideias iniciais para o projeto

Para o início do projeto de drenagem urbana, foi determinado o modelo de retenção de escoamento na forma de contenção na fonte, que caracteriza como modelos de obras e dispositivos hidráulicos aplicados em auxiliar e favorecer a infiltração do escoamento gerado no Câmpus, de modo a amortecer os picos de inundação local, com a finalidade de associar as estruturas com outros usos, como recreação, lazer e melhoria no ambiente.

Foram realizados os testes de infiltração com o uso dos infiltrômetros anel duplo em diferentes pontos, onde determinou o coeficiente de infiltração do solo de aproximadamente de 7,3 mm/h, por se tratar de solo argiloso, denominada como Nitossolo Vermelho. Para o dimensionamento dos poços de infiltração, com o uso de brita 2, o formato estabeleceu-se a uma altura de 2,30 m com diâmetro de 2 m. Porém devido a dificuldade de escavação local, os poços de infiltração foram substituídos no projeto por valas de infiltração, que estão apresentadas na Figura 8. As valas serão de diferentes comprimentos, conforme o espaço e o relevo local. A profundidade não será superior à 1,2 metros e serão utilizados os seguintes materiais: manta geotêxtil, brita número 3 e 4 e na parte superior, seixos rolados (seixos de rios), para caracterizar um jardim de chuva.

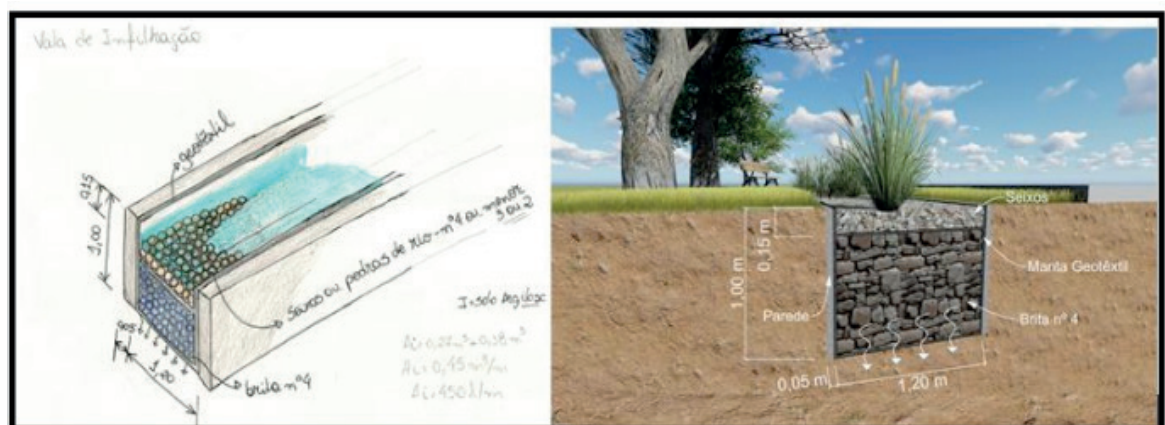


Figura 8 - Ideias iniciais para as valas de infiltração.

Fonte: Arquivo dos autores, 2018.

Passarela de união entre os blocos L e N (Figura 9), onde a área de inundação é maior, será adotado um sistema pluvial como um canal natural, denominados de valetas de infiltração abertas. Aproveitando o perfil natural do terreno, optou-se por uma largura maior do canal, com 2 metros e pouca profundidade, pois a escavação no local não poderia ocorrer devido às tubulações de incêndio e de rede de água de abastecimento estar localizados abaixo desta futura passarela.

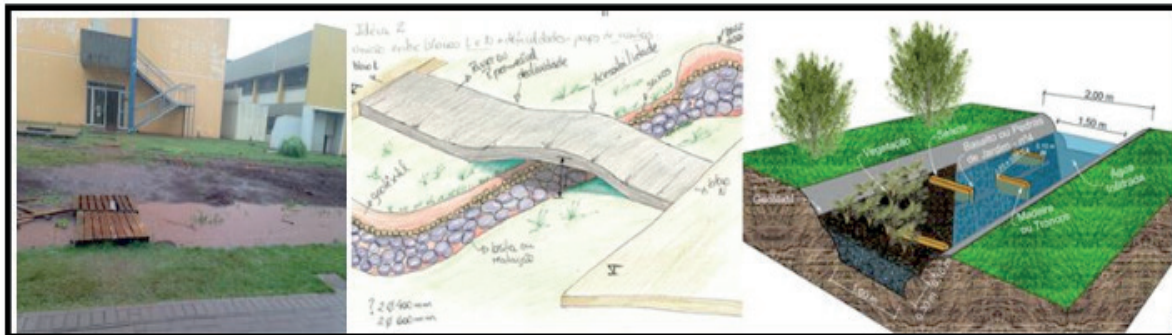


Figura 9 - Ideias para a passarela entre os Blocos L e N, aproveitando o escoamento natural.

Fonte: Arquivo dos autores, 2018.

Em relação ao aproveitamento pluvial da Universidade, como descrito anteriormente, o Câmpus conta com duas cisternas, localizadas no bloco L, e foram construídas mais duas cisternas instaladas no bloco novo, bloco N. Porém o projeto considera a instalação de minicisternas, para ser utilizada pela comunidade acadêmica, na instalação de bobonas de polietilenos de 200 litros. Estas minicisternas serão distribuídas em blocos institucionais menores, de apenas 1 pavimento, devido o formato do telhado e o sistema de calhas e condutores verticais já estarem instalados. O modelo a ser utilizado será o modelo ONG Sociedade do Sol (Figura 9). Este modelo a ser adotado irá auxiliar no controle de entrada da água pluvial, promovendo sua retenção, para fins não potáveis.



Figura 10 - Modelo de minicisterna a serem adotados no Câmpus. Protótipo instalado para coleta de águas pluviais.

Fonte: ONG Sociedade do Sol.

Para finalização do plano diretor, será realizado o estudo do uso do solo local, a determinação do coeficiente de escoamento superficial, a qual será utilizado o método da Curva Número. Após este estudo o sistema contará com o detalhamento das áreas a serem preservadas, para a infiltração local e quais áreas serão para construção dos

novos blocos institucionais e estacionamentos. Para os estacionamentos novos, será adotado sistema de pavimento permeáveis em conjunto com a vegetação.

4 | CONCLUSÕES

Este projeto de drenagem pluvial urbano para o Câmpus Apucarana apresenta as dificuldades da inserção de sistema de drenagem pluvial urbana em edificações já existentes. As dificuldades encontradas foram na falta de investimento e também na dificuldade de obter projetos que foram elaborados anteriormente. Outro fator observado foi em relação crescimento do Câmpus, onde não foi elaborado um planejamento urbano do local. Os blocos institucionais foram construídos sem estudos do espaço, sem estudo do uso do solo e sem avaliar as interferências ao seu redor, foram projetos “individuais”. Deste modo, o aumento da impermeabilização e a falta de terraplanagem nos locais, fez com que vários edifícios institucionais existentes estejam em nível inferior aos outros, o que facilita a formação natural de áreas de inundações.

Devido à alta precipitação local, a impermeabilização e a declividade do terreno, as inundações ocorrem quase frequentemente, em período das estações de primavera a verão, prejudicando materialmente a instituição como dificultando o processo de acessibilidade no Câmpus.

As soluções encontradas no estudo são técnicas de baixo custo, como a instalação de valas de infiltrações abertas, de modo a auxiliar o processo de infiltração, pois o solo local apresenta baixa capacidade de infiltração, por ser um solo argiloso.

As valas terão profundidades máximas de 1,2 metros, e serão preenchidas com brita número 3 e 4. Parte superior será instalada os seixos rolados (seixos de rio) utilizados em jardins. A vegetação será incluída posteriormente. Em alguns locais serão instalados o sistema de minicisternas, de modo a reduzir o escoamento local, como também aumentar o tempo de retenção do escoamento.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Projeto técnico: jardins de chuva.** Disponível em <<http://solucoesparacidades.com.br/saneamento/4-projetos-saneamento/jardins-de-chuva/>>. Acesso em 24/04/2017.
- COLLISCHONN, W.; DORNELLES, F. (2015). **Hidrologia para engenharia e ciências ambientais.** 2. ed. Porto Alegre, RS: ABRH. 342 p. (Coleção ABRH; v. 12).
- HATT, B. E.; FLETCHER, T. D.; WALSH, C. J.; TAYLOR, S. L. (2004). **The influence of urban density and drainage infrastructure on the concentrations and loads of pollutants in small streams.** Water Research July 2004, Volume 34, Issue 1, pp 112–124. Disponível em <www.elsevier.com/locate/watres> acesso em 29/04/2018.
- HATT, B. E, FLETCHER T. D., DELETIC, A. (2007). **Treatment performance of gravel filter media: Implications for design and application of stormwater infiltration systems.** Water Research vol. 41. Disponível em <www.elsevier.com/locate/watres> acesso em 29/04/2018.

MANOSSO, F. C. (2007). **Geoturismo: uma proposta teórico-metodológica a partir de um estudo de caso no município de Apucarana-PR**. Caderno virtual de turismo, v. 7, n. 2, 2007.

MEDEIROS, A. P.; CORDERO, A.; TACHINI, M. (2011). **Aproveitamento de Água da Chuva Associado à Trincheira de Infiltração**. XIX Simpósio brasileiro de recursos hídricos- Maceió. Disponível em < <https://www.abrh.org.br/SGCv3/index.php?PUB=3&ID=81&PUBLICACAO=SIMPOSIOS>>. Acesso em 12/01/2018.

ONG SOCIEDADE DO SOL. **Apostila Aproveitamento de água de Chuva e reuso de água residencial**. Disponível em <<http://www.sociedadedosol.org.br/projetos/aproveitamento-da-agua-de-chuva-e-reuso-de-agua-residencial/>>. Acesso em 23 de abril de 2018.

SISTEMA METEOROLÓGICO DO ESTADO DO PARANÁ (SIMEPAR). **Dados de temperatura e precipitação dos anos de 2004 à 2013**. Dados cedidos por informações pessoais.

TUCCI, C. E. M. (2009). **Hidrologia: ciência e aplicação**. 4. ed. Porto Alegre, RS: UFRGS. 943 p. (Coleção ABRH de Recursos Hídricos; v. 4).

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abordagem Sistêmica 46, 48

Arquitetura 5, 14, 15, 16, 17, 20, 30, 31, 32, 44, 75, 77, 78, 87, 124, 125, 131, 175, 185, 214, 230, 233

Arteterapia 1, 2, 4, 9, 11, 12

C

Câmpus Universitário 8, 138, 298, 300, 301, 302, 306, 307, 308, 309, 310, 311

Cidade 6, 7, 8, 15, 17, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 32, 34, 36, 37, 44, 46, 47, 48, 50, 51, 56, 60, 62, 64, 71, 72, 75, 79, 81, 82, 100, 102, 103, 104, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 120, 121, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 133, 135, 136, 140, 141, 142, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 158, 159, 160, 163, 164, 165, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 202, 203, 214, 218, 221, 228, 235, 238, 245, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 260, 261, 265, 266, 270, 271, 272, 275, 279, 285, 296, 300, 301, 310, 312, 313, 314, 317, 320, 321, 322

Cidade Limpa 113, 114, 118

Climatologia 63

Conjuntos Habitacionais 20, 21, 23, 25, 28, 29, 126

Construção Civil 5, 6, 88, 113

Corredores Verdes 6, 32, 34, 35, 36, 40, 41, 43, 44, 45

D

Desenvolvimento 6, 9, 1, 2, 3, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 14, 18, 22, 24, 26, 27, 34, 35, 46, 49, 50, 51, 52, 55, 60, 61, 64, 78, 79, 89, 100, 101, 126, 127, 129, 130, 132, 135, 136, 139, 160, 163, 179, 184, 186, 188, 198, 200, 228, 230, 231, 232, 235, 236, 237, 239, 241, 245, 262, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 283, 285, 286, 298, 299, 302, 303, 304, 310, 311

Drenagem Urbana 48, 138, 139, 147

E

Engenharia 2, 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 25, 46, 61, 75, 76, 88, 99, 113, 138, 149, 167, 173, 174, 186, 230, 243, 260, 269, 282, 283, 296, 297, 298, 310, 311, 312, 318, 324, 325, 326, 327

Ensino 16, 26, 53, 276, 297, 303, 324

Extensão 1, 16, 18, 19, 35, 36, 51, 52, 129, 134, 169, 193, 248, 285, 291, 308, 309, 320

H

Humano 6, 1, 2, 5, 8, 11, 12, 21, 48, 89, 90, 91, 93, 95

I

Iluminação Natural 88, 89, 99

Infraestrutura Urbana 20, 23, 25, 26, 30, 33, 47, 53, 55, 181, 228, 252, 264

J

Jardins Verticais 7, 40, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 109, 110, 111

M

Mapa de Ruídos 100, 107

Mapeamento Coletivo 7, 125, 127, 129, 131, 132, 134

Maricá-RJ 46, 47

Materiais Construtivos 63

Microclima Urbano 42, 43, 77, 78, 102

O

Ocupação do Solo 7, 38, 46, 47, 60, 75, 77, 87, 273, 278, 314

P

Participação 24, 26, 27, 50, 52, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 132, 135, 136, 186, 262, 275, 305

Planejamento Urbano 8, 25, 32, 34, 35, 43, 44, 46, 48, 49, 60, 111, 124, 125, 127, 128, 136, 149, 163, 170, 173, 185, 186

Plano Diretor 8, 24, 37, 61, 125, 126, 127, 128, 135, 136, 137, 138, 148, 163, 164, 176, 179, 180, 182, 185, 257, 261, 303, 317

Poluição Sonora 100, 101

Poluição Visual 7, 113, 114, 115, 116, 117, 121, 122, 123, 124

Q

Qualidade Visual 7, 101, 113, 114, 115, 118, 123, 124, 133

R

Reabilitação 6, 32, 34, 35, 36, 39, 40, 43, 44

Regularização Fundiária 20, 21, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 126, 178, 179

Resiliência Urbana 32, 44

S

Simulação Computacional 77

Sistema de Espaços Livres 32, 34, 43

Sombreamento Arbóreo 62, 64, 66, 75

Sustentabilidade 6, 35, 44, 46, 49, 60, 61, 137, 138, 139, 196, 261, 263, 264, 273, 275, 299, 300, 301, 303, 304, 306, 307

Sustentabilidade Ambiental 6, 46

T

Transdisciplinar 6, 1, 2, 8, 11, 48

Transmissão espectral 88

V

Vidros 7, 88, 89, 91, 92, 93, 94, 98, 99

Voluntariado 16

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-542-6

