

ENGENHARIA CIVIL: INOVAÇÃO, TECNOLOGIA e MEIO AMBIENTE

JULIO RICARDO DE FARIA FIESS
RONAN YUZO TAKEDA VIOLIN
ARTHUR ROSINSKI DO NASCIMENTO
(Orgs.)

JÚLIO RICARDO DE FARIA FIESS

Coordenador do Curso de Engenharia Civil da Faculdade de Tecnologia e Ciências do Norte do Paraná - UNIFATECIE. Atuou como professor/coordenador do Centro Universitário de Maringá de maio de 2011 a janeiro de 2017. Tem experiência na área de Construção Civil, com ênfase em Patologias da Construção Civil e Sistemas Construtivos Inovadores. Possui vasto acervo técnico em execução de obras em Alvenaria Estrutural. Foi engenheiro colaborador do Instituto de Pesquisa Tecnológica do Estado de São Paulo - IPT.

RONAN YUZO TAKEDA VIOLIN

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Maringá – UEM (2007), mestrado em Engenharia Urbana pela Universidade Estadual de Maringá – UEM (2009) e doutorando em Engenharia Civil, como aluno não regular pela Universidade Estadual de Londrina. Atualmente é Engenheiro Civil - Estevam e Cia Ltda, sócio administrador - R & R Comércio e Serviços de Protensão Ltda, responsável técnico - Hangar Empreendimentos Imobiliários Ltda, professor da graduação e pós-graduação do Centro de Ensino Superior de Maringá, professor do Centro de Ensino Superior de Maringá (Unicesumar), professor da graduação de engenharia da Faculdade de Tecnologia e Ciências do Norte do Paraná - UNIFATECIE e professor da Pós Graduação de Engenharia da Faculdade de Engenharia e Inovação Técnico Profissional - FEITEP. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Processos Construtivos, atuando principalmente nos seguintes temas: construção civil, concreto, sustentabilidade, redução e planejamento.

ARTHUR ROSINSKI DO NASCIMENTO

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Maringá - UEM (2011). Especializado em Gerenciamento de Projetos pela Universidade Estadual de Maringá - UEM (2013). Pós-graduado com grau Mestre em Engenharia Civil, na área de Estruturas, pela Universidade estadual de Maringá – UEM (2017). Professor nos cursos de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo na Uningá. Professor, membro do NDE, pesquisador e membro do Conselho de Pesquisa e Extensão na Unifatecie.

ENGENHARIA CIVIL: INOVAÇÃO, TECNOLOGIA E MEIO AMBIENTE

Júlio Ricardo de Faria Fiess
Ronan Yuzo Takeda Violin
Arthur Rosinski do Nascimento
(Organizadores)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação - CIP

E57 Engenharia Civil: Inovação, Tecnologia e Meio Ambiente / Júlio Ricardo de Faria Fiess, Ronan Yuzo Takeda Violin, Arthur Rosinski do Nascimento (Orgs.). Paranavaí: EduFatecie, 2018.

84 p. ; il.

ISBN 978-65-80055-02-9 (E-book)

1. Esclerometria. 2. Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. 3. Anomalias em lajes. 4. Monitoramento remoto (sem fio). 5. Aços laminados em vigas. I. Fiess, Júlio Ricardo de Faria. II. Violin, Ronan Yuzo Takeda. III. Nascimento, Arthur Rosinski do. IV. Faculdade de Tecnologia e Ciências do Norte do Paraná, UniFatecie.

CDD : 23 ed. 628

Catalogação na publicação: Zineide Pereira dos Santos – CRB 9/1577

10.33872/engcivil.fatecie.2019



Unidade I: Rua Getúlio Vargas, 333
Centro, CEP: 87.702-000, Paranavaí-PR
(55) (44) 3045 9898 / (55) (44) 99976-2105
www.fatecie.edu.br



EXPEDIENTE:

Diretor Geral: Prof. Ms. Gilmar de Oliveira
Diretor de Ensino: Prof. Ms. Daniel de Lima
Diretor Financeiro: Prof. Eduardo Luiz Campano Santini
Diretor Administrativo: Prof. Ms. Renato Valença Correia
Presidente do Conselho de Pesquisa e Extensão: Profa. Dra. Nelma Sgarbosa R. de Araújo
Coordenador de Extensão: Prof. Esp. Heider Jeferson Gonçalves
Coordenador de Projetos de Iniciação Científica: Prof. Ms. Vanderlei Ferreira Vassi

EQUIPE EXECUTIVA:

Editora-chefe:
Prof. Dra. Denise Kloeckner Sbardelotto
Editor-adjunto:
Prof. Dr. Carlos Alexandre Moraes
Revisão ortográfica e gramatical:
Prof. Esp. Bruna Tavares Fernandes
Projeto Gráfico e Design:
Prof. Ms. Fábio Oliveira Vaz
Diagramação:
André Oliveira Vaz

Setor Técnico:

Douglas Crivelli Rodrigues
Controle Financeiro:
Prof. Eduardo Luiz Campano Santini
Ficha catalográfica:
Tatiane Vitorino de Oliveira e
Zineide Pereira dos Santos
Secretária:
Mariana Daniela Macedo Napoli

www.fatecie.edu.br/edufatecie
edufatecie@fatecie.edu.br

CONSELHO EDITORIAL

Prof. Dr. Alexander Rodrigues de Castro
Prof. Ms. Arthur Rosinski do Nascimento
Prof. Esp. Bruna Tavares Fernandes
Prof. Dr. Carlos Alexandre Moraes
Prof. Dra. Cassia Regina Dias Pereira
Prof. Dra. Claudinéia Conationi da Silva Franco
Prof. Ms. Daniel de Lima
Prof. Dra. Denise Kloeckner Sbardelotto

Prof. Dr. Fábio José Bianchi
Prof. Dr. Fábio Ricardo Rodrigues Brasilino
Prof. Dr. Flávio Ricardo Guilherme
Prof. Dra. Gléia Cristina Laverde Ricci Cândido
Prof. Dr. Heraldo Takao Hashiguti
Prof. Dr. Hudson Sérgio de Souza
Prof. Dra. Jaqueline de Carvalho Rinaldi
Prof. Dr. Julio Cesar Tocacelli Colella
Prof. Ms. Manfredo Zamponi

Prof. Dr. Marcelo Henrique Savoldi Picoli
Prof. Dr. Marcos Paulo Shiozaki
Prof. Dra. Nelma Sgarbosa Roman de Araújo
Prof. Dr. Paulo Francisco Maraus
Prof. Dr. Renã Moreira Araújo
Prof. Dr. Ronan Yuzo Takeda Violin
Prof. Dra. Sonia Tomie Tanimoto
Prof. Dr. William Artur Pussi

1ª EDIÇÃO: novembro de 2018

Versão E-book

Paranavaí - Paraná - Brasil

JULIO RICARDO DE FARIA FIESS
RONAN YUZO TAKEDA VIOLIN
ARTHUR ROSINSKI DO NASCIMENTO
(Orgs.)

ENGENHARIA CIVIL: INOVAÇÃO, TECNOLOGIA E MEIO AMBIENTE

Paranavaí



2018

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| CAPÍTULO 1 | 9 |
| ANALISE DOS RELATÓRIOS DE ESCLEROMETRIA E DE DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA PELO MÉTODO DO ENSAIO DE COMPRESSÃO DE CORPOS-DE-PROVA CILÍNDRICOS: ESTUDO DE CASO | |
| Júlio Ricardo de Faria Fiess | |
| | |
| CAPÍTULO 2 | 14 |
| AVALIAÇÃO DAS ANOMALIAS EM LAJES DE CONCRETO PELO MÉTODO DE ENSAIO ESCLERÔMETRO DE REFLEXÃO: ESTUDO DE CASO | |
| Júlio Ricardo de Faria Fiess | |
| | |
| CAPÍTULO 3 | 20 |
| FORMULAÇÃO DE PROJETOS INOVADORES | |
| Lucas Ferreira de Souza | |
| | |
| CAPÍTULO 4 | 32 |
| DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE MONITORAMENTO REMOTO (SEM FIO) DE O ₂ DISSOLVIDO EM ÁGUA | |
| Lucas Ferreira de Souza | |
| | |
| CAPÍTULO 5 | 49 |
| ROTINA DE CÁLCULO PARA DIMENSIONAMENTO DE REFORÇO À FLEXÃO POR ADIÇÃO DE PERFIS DE AÇO LAMINADOS EM VIGAS | |
| Arthur Rosinski do Nascimento | |
| Rafael Alves de Souza | |

CAPÍTULO 6 60

VULNERABILIDADE AMBIENTAL E AS FORMAS DE PRODUÇÃO DA
MORADIA NO MUNICÍPIO DE PARANAÍ-PR

Silvia Midori Sasaki

Fábio Freire

CAPÍTULO 7 70

TRANSFORMAÇÕES E DINAMISMO DA PAISAGEM NA BACIA HIDROGRÁFICA
DO RIBEIRÃO SÃO FRANCISCO – NOROESTE DO PARANÁ

Neiriele Bruschi Montina

PREFÁCIO

Esta terceira coletânea, chamada “Engenharia Civil: Inovação, Tecnologia e Meio ambiente” é mais uma obra de grande qualidade da comunidade científica da UNIFATECIE. Estimados colegas, considerando a necessidade de aperfeiçoamento profissional frequente e do estudo do panorama socioeconômico e ambiental da região em que o profissional se estabelece, uniram suas experiências para elaborar os diversos artigos que compõe essa obra.

Os organizadores Júlio Ricardo de Faria Fiess, Ronan Yuzo Takeda Violin e Arthur Rosinski do Nascimento conseguiram abordar de forma sucinta e interessante a temática proposta. E por isso, é um grande prazer, fazer parte da equipe de organização desse projeto.

Espero que apreciem a leitura tanto quanto eu o fiz!

Caio A. S. Waiteman

Engenheiro Civil – CREA 167343/D

APRESENTAÇÃO

Com o objetivo de fomentar o desenvolvimento técnico-científico e incentivar a comunidade acadêmica da Faculdade de Tecnologia e Ciências do Norte do Paraná - UNIFATECIE, diversos autores se uniram para desenvolver a obra que será apresentada a seguir. Ela consiste em uma coletânea de artigos científicos elaborados pelos professores e alunos da referida faculdade, nas áreas de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo.

Escolheram-se artigos que estivessem em consonância com as exigências do mercado atual, priorizando as questões envolvendo a temática de gestão, meio ambiente, planejamento, inovação e tecnologia; sendo a seguir, organizados em três obras. Nesta terceira coletânea, denominada “Engenharia Civil: Inovação, Tecnologia e Meio Ambiente” apresentamos uma compilação de sete capítulos que serão resumidamente discutidos a seguir.

No primeiro capítulo, “Análise dos relatórios de esclerometria e de determinação da resistência pelo método do ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos: estudo de caso”, os autores se propõem a comparar dois métodos de determinação da resistência a compressão de corpos de prova de concreto, sendo um não destrutivo e o outro, destrutivo.

O capítulo dois, “Avaliação das anomalias em lajes de concreto pelo método de ensaio esclerômetro de reflexão: estudo de caso”, utiliza-se de um ensaio padronizado de esclerometria para avaliar o grau de comprometimento estrutural de uma estrutura de concreto armado com anomalias (fissuras e trincas).

O terceiro capítulo chamado “Formulação de projetos inovadores”, mostra como transformar uma ideia em proposta de negócio, incentivando a inovação na construção civil como forma de manter a competitividade no mercado de trabalho, além contribuir com outros benefícios.

Já no capítulo quatro, “Desenvolvimento de um sistema de monitoramento remoto (sem fio) de O_2 dissolvido em água”, desenvolveu-se uma rede de sensores de oxigênio dissolvido na água, como ferramenta, de custo acessível, à análise da qualidade da água.

Os autores do capítulo cinco, “Rotina de cálculo para dimensionamento de reforço à flexão por adição de perfis de aço laminados em vigas”, baseados nas recomendações da NBR 6118/2014, propõem uma sequência de equações para o dimensionamento de armaduras de reforços.

O capítulo seis “Vulnerabilidade ambiental e as formas de produção da moradia no município de Paranavaí-PR” visa contribuir ao desenvolvimento sustentável, através de

análise da produção habitacional e seu impacto ambiental no referido município.

O sétimo e último capítulo, denominado “Transformações e dinamismo da paisagem na bacia hidrográfica do Ribeirão São Francisco – Noroeste do Paraná”, lança um olhar crítico sobre as transformações históricas e a dinâmica atual da bacia hidrográfica supracitada.

Com essa coleção de artigos científicos, abordamos de forma resumida três importantes vertentes do ramo de construção civil, somando esforços e conhecimentos em contribuição à imprescindível atualização profissional.

A todos, uma boa leitura!

Julio Ricardo de Faria Fiess

Ronan Yuzo Takeda Violin

Arthur Rosinski do Nascimento

ANÁLISE DOS RELATÓRIOS DE ESCLEROMETRIA E DE DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA PELO MÉTODO DO ENSAIO DE COMPRESSÃO DE CORPOS-DE-PROVA CILÍNDRICOS: ESTUDO DE CASO

10.33872/engcivil.fatecie.2019.cap1

Júlio Ricardo de Faria Fiess¹

1. INTRODUÇÃO

Os métodos de ensaios não destrutivos para estruturas de concreto são usualmente empregados para sanar dúvidas e investigar o estado de saúde de uma estrutura ou um componente de um edifício.

Castro ET AL (2009) afirma que para garantir a segurança das estruturas de concreto é necessário averiguar sua condição com um nível elevado de precisão e detalhe.

Castro ET AL (2009) afirma ainda que, de longa data, a maneira usual de se inspecionar e fazer diagnósticos do desempenho das estruturas de concreto está relacionada com ensaios de resistência à compressão em testemunhos extraídos da própria estrutura. Porém, esse procedimento nem sempre é recomendado devido à geometria dos elementos estruturais, que muitas vezes não permite extrair testemunhos com as dimensões padronizadas para os ensaios, bem como os próprios riscos e danos que o seccionamento de estruturas pode causar.

Este artigo tem por objetivo realizar uma análise entre dois métodos de determinação da resistência a compressão de corpos de prova de concreto, sendo um pelo método não destrutivo, ou seja, através do ensaio previsto na NBR 7584: Concreto Endurecido - Avaliação da Dureza Superficial pelo Esclerômetro de Reflexão e comparar com resultado de outro método, este conhecido como destrutivo, previstos no ensaio de determinação da resistência pelo método do ensaio da ABNT NBR 5739 - Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos, através do procedimento de extração pelo método da NBR 7680 - Concreto - Extração, preparo e ensaio de testemunhos de concreto.

2. ANÁLISE DOS RELATÓRIOS DE ESCLEROMETRIA E DE DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA DO MÉTODO DO ENSAIO DE COMPRESSÃO DE CORPOS-DE-PROVA CILÍNDRICOS: ESTUDO DE CASO EM UMA LAJE DE CONCRETO ARMADO

Com intuito de investigação de uma laje de uma edificação construída na cidade de Maringá-PR, foram realizados os ensaios propostos neste artigo, no intuito de avaliar se a laje em questão poderia ser utilizada para fins de depósito de um comércio.

¹ Mestre em Engenharia de Habitação e Tecnologia da Construção – IPT/USP – Instituto de Pesquisas tecnológicas do Estado de São Paulo. E-mail: Juliofiess@gmail.com

Não abordaremos aqui os resultados da utilização ou não da laje e sim, uma análise profunda dos resultados, comparando os métodos e suas eficiências.

1.1 ANÁLISE DE RESULTADOS DE ESCLEROMETRIA NA LAJE

Foram realizados dois pontos de ensaio pelo método da ABNT NBR 7584:2012 para verificação da dureza superficial do concreto, ou seja, a esclerometria.

Com emprego do esclerômetro de reflexão da Marca Prosec Schimidt, foram executados realizados dois ensaios, um denominado ponto 01 e outro ponto 02.

Seus resultados de dureza foram:

Ponto 01 (laje): Dureza média =14,67MPa;

Ponto 02 (laje) = Dureza média = 11,44 MPa.

Considerando a norma ABNT NBR 6118/2014, norma vigente de estrutura de concreto armado que, classifica o concreto conforme a tabela a seguir, podemos observar que o concreto da laje analisada não teria classificação de uso:

Tabela 1: Classe de resistência do concreto

| Classe de resistência | Recomendação |
|-----------------------|---|
| C20* | Pequenas estruturas ou residências, em que as estruturas estejam revestidas; |
| C25 a C30 | Construção predial em geral, em que se requer baixa deformação e permeabilidade; em concreto aparente, etc; |
| C30 a C40 | Concreto protendido e edifícios com sistema estruturais não convencionais; |
| C40 a C50 | Caso especiais em que se deseja esbeltes dos elementos estruturais, como edifícios altos e cascas |

* C20 – Classe de resistência de 20 MPa ou 20 KN/cm².

Como dito, se considerarmos a dureza superficial encontrada, o concreto da laje sob análise não teria classificação nem para pequenas estruturas.

Como o resultado apontou um valor abaixo do esperado, optou-se em realizar, também, o ensaio preconizado pela ABNT NBR 5739, ou seja, a determinação da resistência do concreto através da compressão de corpos-de-prova cilíndricos e comparar com os dados da esclerometria.

O item a seguir aborda os resultados deste comparativo.

1.2 ANÁLISE DE RESULTADOS ENSAIO DE COMPRESSÃO DE CORPOS-DE-PROVA CILÍNDRICOS

No intuito de confrontar os resultados da esclerometria e garantir a confiabilidade dos resultados, foi realizado ainda o ensaio de determinação da resistência pelo método do ensaio da ABNT NBR 5739 - Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos.

Os testemunhos foram extraídos da laje por empresa especializada e o procedimento de extração seguiu o método da NBR 7680 - Concreto - Extração, preparo e ensaio de testemunhos de concreto.

Os seus resultados são resumidos a seguir:

| Série | CP | Diâmetro (mm) | Altura (mm) | Carga (tf) | Resistência à Compressão (Mpa) |
|-------|----|---------------|-------------|------------|--------------------------------|
| F1 | 1 | 104,60 | 109,50 | 14,71 | 17,12 |
| F2 | 2 | 104,50 | 111,90 | 13,68 | 15,95 |

Veja o local da extração das amostras:

Foto 1: Local da retirada de testemunho para rompimento em laboratório.



Laje por sua vez possui altura efetiva de 11cm e armadura de distribuição com diâmetro de 10mm a cada 18cm nas duas direções.

Foto 2: Espessura total da laje 12cm, incluindo 1 cm de argamassa de regularização, ou seja, altura efetiva da laje 11cm.



Note que o resultado do rompimento do corpo de prova cilíndrico pelo método do ensaio da ABNT NBR 5739, obteve-se resultados também inferior ao recomendado pela ABNT NBR 6118, ou seja, inferior 20 MPa.

Se comparados com o resultado da esclerometria com o resultado da resistência a compressão obtida nos dois pontos temos:

Tabela 2: Comparativo entre os resultados de esclerometria e o ensaio de compressão de corpo de prova

| Pontos | Esclerometria -método da ABNT NBR 7584:2012 (MPa) | Método do ensaio da ABNT NBR 5739 - Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos (MPa) | Diferença (MPa) |
|---------|---|--|-----------------|
| Ponto 1 | 14,67 | 17,12 | 2,45 MPa |
| Ponto 2 | 11,44 | 15,95 | 4,51 MPa |
| Média | 13,06 | 16,54 | 3,48 MPa |

3. RESULTADOS ALCANÇADOS E CONCLUSÕES

Observe que os resultados da esclerometria e o resultado do ensaio de compressão estão compatíveis se levarmos em conta o desvio padrão sugerido de 4,5 MPa, ou seja, a maior diferença foi exato 4,51 MPa e a menor com 2,45 MPa.

Neste contexto, podemos afirmar que a laje de fato possui resistência/dureza inferior ao mínimo necessário para uso efetivo e, portanto, deve ser usada com cautela.

Este comparativo foi importante para a tomada de decisão de não retirar testemunho (extração do corpo de prova) da viga, uma vez que, a extração poderia danificar a estrutura e exigir reparos mais complexos.

4. REFERÊNCIAS:

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13752. **Perícias de Engenharia na Construção Civil**. Rio de Janeiro, 1996.

_____. NBR 6118. **Projeto de estruturas de concreto — Procedimento**. Rio de Janeiro, 2014.

_____. NBR 5739 - Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos.

_____. NBR 7680 - Concreto - Extração, preparo e ensaio de testemunhos de concreto.

Castro. Alessandra Lorenzetti; Sérgio Cirelli Ângulo; Pedro Carlos Bilesky; Rafael Francisco Cardoso dos Santos, Luiz Tsuguio Hamassaki, Ernán Silva. Métodos de ensaios não destrutivos para estruturas de concreto. **Revista Técnica**. Editora PINI. São Paulo: 2009.

AVALIAÇÃO DAS ANOMALIAS EM LAJES DE CONCRETO PELO MÉTODO DE ENSAIO ESCLERÔMETRO DE REFLEXÃO: ESTUDO DE CASO

10.33872/engcivil.fatecie.2019.cap2

Júlio Ricardo de Faria Fiess¹

1. INTRODUÇÃO

Avaliação da dureza superficial do concreto pelo ensaio padronizado de esclerômetro de reflexão, preconizado pela ABNT NBR 7584:2012 é considerado ensaio não destrutivo e tem se tornado cada vez usual nos laudos periciais para a comprovação da perda de resistência do concreto doente, isto pelo fato deste ensaio não provocar danos nas estruturas.

Castro ET AL (2009) afirma que para garantir a segurança das estruturas de concreto é necessário averiguar sua condição com um nível elevado de precisão e detalhe.

Este artigo tem por objetivo verificar se uma estrutura de concreto armado, com anomalias (fissuras e trincas) possui comprometimentos estruturarias e, em que grau se encontra o comprometimento da estrutura.

O teste foi realizado com uso do equipamento original Shmidt PROCEQ N-34 166166.

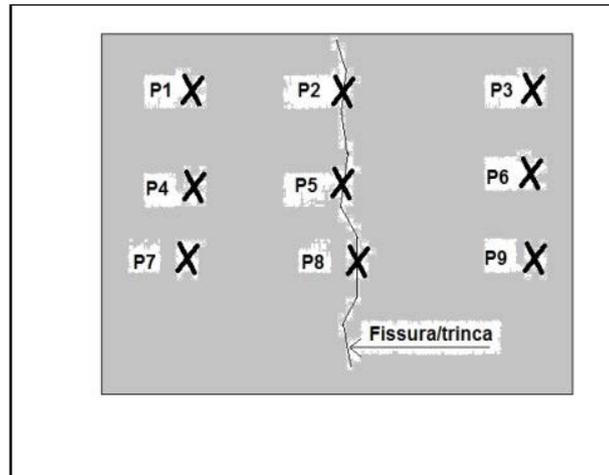
A partir da análise dos resultados de escleroemtria, poderão ser realizados os diagnósticos dos problemas e os prognósticos para o tratamento destes eventuais problemas.

Como procedimento padrão, adotou-se uma sequência de pontos avaliados da dureza do concreto no entorno e sobre a anomalia, independente do seu tipo (fissura, trinca, eflorescência, corrosão de armadura, etc.).

Para cada anomalia encontrada, nove pontos de impacto do pistão eram escolhidos, visando sempre à região com maior abertura da fissura, sendo que, três destes pontos eram escolhidos sempre sobre a anomalia. A figura a seguir ilustra os pontos escolhidos.

¹ Mestre em Engenharia de Habitação e Tecnologia da Construção – IPT/USP – Instituto de Pesquisas tecnológicas do Estado de São Paulo. Professor do curso de Engenharia Civil da Faculdade de Tecnologia e Ciências do Norte do Paraná – UniFatecie. E-mail: Juliofiess@gmail.com

Figura 1: Pontos de verificação de esclerometria em regiões afetadas por trincas e fissuras.



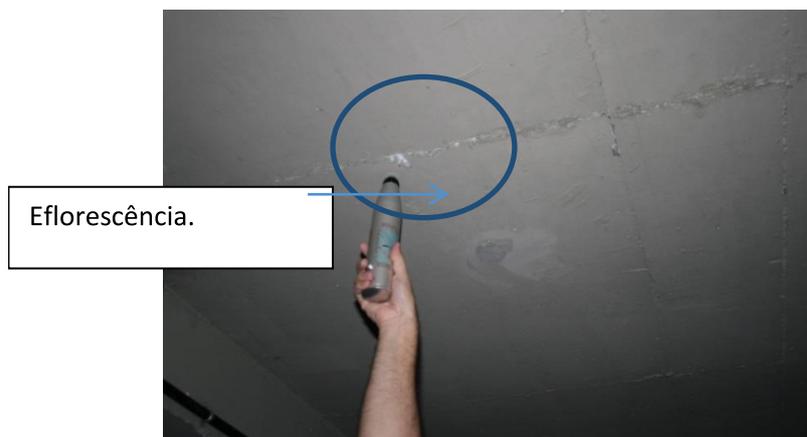
Desta forma, os pontos 2, 5 e 8, representam os resultados da dureza superficial do concreto na região afetada pela fissura ou trinca e os demais pontos, a região próxima à região afetada.

2. PROBLEMAS ENCONTRADOS NAS LAJES DA OBRA VISITADA

2.1 MANCHAS DE UMIDADE E EFLORESCÊNCIA NA LAJE ABAIXO DA PISCINA

Foram encontrados eflorescência entre a viga e a laje e também na laje sobre a viga 09, ambientes logo abaixo da laje sob a piscina com fissuras e manchas esbranquiçadas tipo eflorescência. A foto a seguir mostra o ponto logo abaixo da piscina.

Figura 2: Fissura sobre a viga 09 – térreo com manchas de eflorescência (logo abaixo da piscina).



As eflorescências se formam pela dissolução pelas águas de infiltrações dos sais (hidróxido de cálcio/ principalmente) do cimento e cal. Quando a água evapora, deposita estes sais na superfície.

Ao que tudo indica, existem problemas localizados no sistema de impermeabilização da piscina e a eflorescência (manchas esbranquiçadas) e manchas de umidade na laje/viga são indicações fortes de infiltrações. As eflorescências são depósitos brancos que se formam sobre a superfície do concreto e outros materiais porosos (argamassas, tijolos, pedras, etc.), que alteram a estética dos acabamentos.

1.2 TRINCAS E FISSURAS NA LAJE TETO E VIGAS DO TÉRREO

A tabela a seguir resume os resultados dos ensaios de esclerometria realizada nestas estruturas de concreto armado.

Tabela 3: Análise das anomalias encontradas nas lajes e vigas teto da garagem do piso térreo

| PISO TÉRREO | Redução de Resistência local/Resistência média | Anomalia (fissura/trinca) | | | Outras anomalias |
|--|--|---------------------------|------------------|-----------------|------------------|
| | | Largura (mm) | Comprimento (mm) | Comprimento (m) | |
| LOCALIZAÇÃO DA ESTRUTURA | | | | | |
| Térreo (viga sobre viga 04 e 06) | -12,48% | 1,00 | 1000,00 | 1,00 | |
| Térreo (viga sobre viga 09 e 10) | -16,79% | 1,00 | 1000,00 | 1,00 | |
| Térreo (laje próxima à umidade muro de arrimo) | -11,27% | 1,00 | 2200,00 | 2,20 | |
| Viga (sobre a viga 03) | -19,73% | 1 | 500,00 | 0,50 | Eflorescência |
| Total | | | | 4,7m | |

As fissuras e trincas encontradas na laje teto e vigas da garagem do piso térreo, totalizam 4,7 metros e as avaliações da dureza superficial do concreto pelo ensaio padro-

nizado de esclerômetro de reflexão apontam resistências superior a fck de projeto, ou seja, 35 N/mm².

Entretanto, no local da fissura/trinca, há ocorrência de redução da resistência se comparado com a média próxima à anomalia, ou seja, houve redução de até 19% na resistência da dureza do concreto, principalmente onde foram encontradas eflorescências.

1.3 ANÁLISE DAS LAJES PISO DAS VAGAS TÉRREO

A próxima tabela refere-se aos resultados da vistoria na laje piso do ambiente denominado garagem do piso térreo.

Tabela 4: Análise das anomalias encontradas nas lajes e vigas do piso da garagem do térreo

| PISO TÉRREO (LAJE PISO) | Redução de Resistencia local/Resistencia média | Anomalia (fissura/trinca) | | | Outras anomalias |
|---|--|---------------------------|------------------|-----------------|------------------|
| | | Largura (mm) | Comprimento (mm) | Comprimento (m) | |
| LOCALIZAÇÃO DA ESTRUTURA | | | | | |
| LAJE PISO (PROXIMO A PAREDE COM UMIDADE) | -23,73% | 1,00 | 9550,00 | 9,55 | |
| LAJE PISO (SOBRE VAGA 9) | -22,02% | 1,00 | 3000,00 | 3,00 | |
| LAJE PISO (PROXIMO AO RAIOS DE CURVATURA) | -34,89% | 2,00 | 7000,00 | 7,00 | |
| LAJE PISO (VAGA 15) | -25,32% | 1,50 | 4300,00 | 4,30 | EFLORESCENCIA |
| Total | | | | 23,85 | |

As fissuras e trincas encontradas na laje piso da garagem térreo, totalizam 23,85 metros e as avaliações da dureza superficial do concreto, através do ensaio padronizado de esclerometria de reflexão, apontam resistências superior a fck de projeto, ou seja, 35 N/mm² (vide Apêndice A).

Entretanto, há reduções significativas de resistência no local da fissura/trinca, ou seja, todas as fissuras e trincas apontam reduções de resistência superior a 20%, sendo que a maior redução ocorreu na laje próxima ao raio de curvatura, onde a redução foi de quase 35% da dureza superficial.

3. CONCLUSÕES

As lajes vistoriadas nos ambientes das garagens do piso térreo, subsolo 1 e subsolo 2 possuem 41 pontos identificados nas respectivas estruturas, ou seja, é um número significativo de fissuras e trincas.

Corsini (2010) explica que as fissuras e trincas são patologias nas edificações que podem interferir na estética, na durabilidade e nas características estruturais da obra. Tanto em alvenarias quanto nas estruturas de concreto, a fissura é originada por conta da atuação de tensões nos materiais. Quando a sollicitação é maior do que a capacidade de resistência do material, a fissura tem a tendência de aliviar suas tensões. Quanto maior for a restrição imposta ao movimento dos materiais, e quanto mais frágil ele for, maiores serão a magnitude e a intensidade da fissuração.

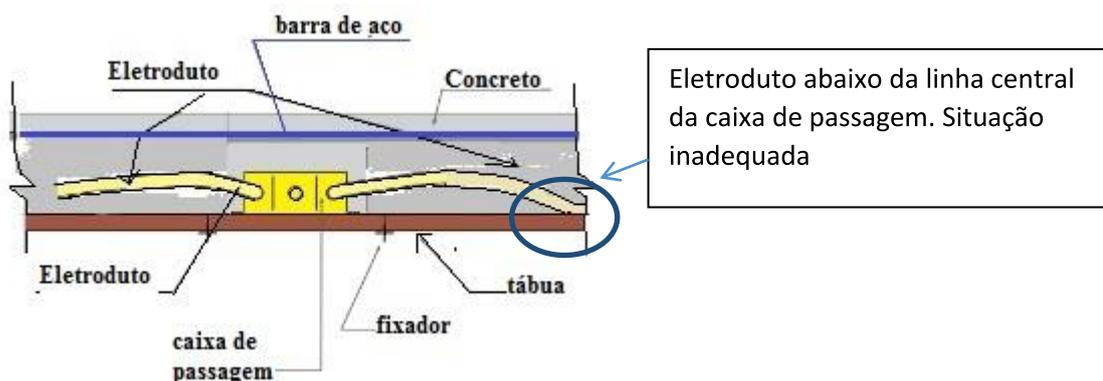
Em geral fissuras e trincas tem origem em função de ações degradantes externas e internas. Exemplos de ações externas estão às movimentações térmicas (calor e frio), higroscópicas (ação da água), sobrecargas (excesso de peso), deformações de elementos de concreto armado (flechas) e recalques diferenciais, este último, ligado a problemas na fundação. Entre as ações internas, as causas das fissuras estão ligadas à retração dos produtos à base de cimento, comum na ocasião da construção e às alterações químicas dos materiais de construção.

Outro ponto de origem para surgimento de anomalias na estrutura de concreto são falhas durante a construção, atribuídas a mão de obra, como por exemplo, posicionamento inadequado de eletrodutos no interior da peça concretada, uso de produtos vencidos ou inadequados para a função, liberação de escoramento antes do prazo mínimo, etc.

No caso das lajes vistoriadas, acredita-se que o surgimento das trincas e fissuras nas lajes é de origem de movimentações térmicas e higroscópicas. Não se pode descartar a hipótese de surgimento de fissuras após as deformações (flechas), uma vez que foram observados flechas na ordem de 5mm, medidos com nível a laser. As deformações nas lajes (flechas) na ordem de 5mm no centro dos vãos, pode ser considerado dentro da normalidade de uma construção e aparentemente, encontram-se estabilizadas.

Ainda com relação às lajes vistoriadas, em ao menos um tipo de fissura tem sua causa definida. A fissura de grande comprimento e pequena abertura, aquelas que atravessam as caixas deixadas para instalação de luz nas lajes, estas, sem sombra de dúvida, surgiram em decorrência da presença do eletroduto no interior da laje. Os eletrodutos, comumente utilizados no interior de peças de concreto, são necessários para a passagem da distribuição da rede elétrica, porém, seu posicionamento incorreto no interior da laje, muitas vezes próximo à superfície, pode ocasionar o fissuramento. A imagem a seguir ilustra a forma que o eletroduto é instalado a laje.

Figura 3: Exemplo de eletroduto instalado no interior da laje de forma inadequada



As eflorescências presentes em vigas e lajes, em geral surgem em decorrência da presença de umidade que, transporta os sais presentes no cimento para o exterior da peça. Estes sais são comuns em alguns tipos de cimento, como por exemplo, o CPII. Regionalmente, o este tipo de cimento é bastante comum o seu emprego na produção de concreto. Apesar, disto, esta anomalia, apenas indica um problema de infiltração de água pela peça, e este problema sim, é prejudicial à durabilidade da estrutura de concreto.

As fissuras e trincas causam desconforto estético e interfere na durabilidade e nas características estruturais das peças de concreto armado. O teste expedito de esclerometria, demonstrou tão qual pode ser a perda de durabilidade, chegando a valores de até 79% de perda da dureza do concreto, se comparado com a média da dureza em pontos próximos a fissura/trinca.

4. REFERÊNCIAS:

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13752. **Perícias de Engenharia na Construção Civil**. Rio de Janeiro, 1996.

_____. NBR 6118. **Projeto de estruturas de concreto — Procedimento**. Rio de Janeiro, 2014.

_____. NBR 5739 - Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos.

_____. NBR 7680 - Concreto - Extração, preparo e ensaio de testemunhos de concreto.

CORSINI. R. Trinca ou fissura? Como se originam, quais os tipos, as causas e as técnicas mais recomendadas de recuperação de fissuras. **Revista Técnica**. Edição 160. Editora PINI. São Paulo: 2010. _

1. INTRODUÇÃO

Para que uma empresa permaneça no mercado, ou ainda se mantenha crescendo, precisa-se investir em inovação, seja com políticas internas, seja por aquisição de novas tecnologias, seja por geração de novas tecnologias, dentre outros investimentos. Um dos problemas da Indústria brasileira, de acordo com Gasques et al (2004), é a baixa capacitação para inovar. Existe um pequeno registro de patentes, dada à capacitação científica brasileira, medida por textos publicados em revistas científicas de primeira linha. Em alguns setores da Indústria, existe carência de uma empresa de referência, como por exemplo, o setor Agrícola Brasileiro possui como referência de inovação a empresa Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Além disso, as ideias dos colaboradores, de clientes e da diretoria podem se tornar oportunidades de negócio, desde que se formalize o projeto respondendo itens que, geralmente, as empresas de fomento solicitam.

A inovação pode, além de melhorar a competitividade da Indústria no mercado, diminuir custos de produção, melhorar a imagem da empresa, dentre outros benefícios. Conforme Tatsch (2008), o processo inovador depende da estrutura social, institucional e produtiva de cada região. As regiões possuem diferenças entre si, e dentre elas, as diferenças culturais são as mais visíveis. Os projetos inovadores também seguem os costumes locais. Existem regiões do mundo consideradas tecnológicas por sempre apresentar novas tendências em determinados seguimentos. A partir dessas tendências regionais, a cultura organizacional é moldada, influenciando estrategicamente a diretoria do Gerenciamento de inovação.

A maneira que vão surgindo novas ideias, novas oportunidades e projetos podem ser formulados, o que é muito importante para profissionais de Gestão, no momento de aquisição de fundos, investimentos e execução dos projetos. Seguindo os itens de for-

¹ Mestrando não-regular em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Maringá – UEM. Professor do curso de Engenharia Civil da Faculdade de Tecnologia e Ciências do Norte do Paraná – UniFatecie.

mulação, que serão descritos neste trabalho, é possível tornar uma ideia em projeto. Ou seja, o objetivo deste artigo é descrever os procedimentos necessários para transformar uma ideia em proposta de negócio, seja para adquirir recursos ou para auxiliar na execução do mesmo. De acordo com Weisz (2009), um projeto é um trabalho temporário, passageiro, que tem como objetivo criar um produto ou serviço. É considerado passageiro por conter início, meio e fim, construídos para assessorar uma atividade posterior, que também pode ser chamado de execução do projeto. Com a formulação do projeto concluída, é possível adquirir fundos de investimento para a realização do mesmo, podendo resultar em ganhos consideráveis para a empresa.

A inovação pode ser vista como um objetivo da organização que se desenvolve ao longo do tempo, e dessa forma, reduz custos e melhora a produtividade, adquirir o aprendizado com novas tecnologias, além de mudanças culturais. Essas mudanças têm como objetivo manter-se sempre inovando, com menor custo possível e produção aperfeiçoada. Por outro lado, se a empresa não pretende investir em inovação, pode se manter no mercado com produtos atuais até que eles não sejam viáveis para produção, e a empresa perca a competitividade perante seu próprio mercado.

2. INOVAÇÃO

A inovação tem como objetivos desenvolver novos produtos, novas formas de gerenciamento da organização, maneiras de manter o processo de inovação ativo dentro da empresa, dentre outras. Segundo Castro (2004), a inovação é registrada como um dos caminhos mais importantes para a manutenção da competitividade das empresas, isto é, se uma empresa quer se manter ou estiver com status de crescimento no mercado, tem que investir em inovação. Cruz (apud KRUGLIANKAS, 2003) faz um estudo sobre os diferentes tipos de inovação empregado em diferentes ambientes, declarando que existem três tipos, são elas:

- i. As complexas, que resultam de processos longos e exigem o emprego de altos volumes de recursos;
- ii. As radicais, que são baseadas em descobertas tecnológicas;
- iii. As incrementais, que são realizadas mediante pequenas mudanças no interior das empresas.

Podem-se citar exemplos para entender melhor as classes de inovação divididas por Cruz (apud KRUGLIANKAS, 2003). No que se refere às inovações complexas, pode-se comparar ao exemplo de uma montadora de carros produzir um novo veículo, com novidades tecnológicas, na qual exige alto investimento e tempo para realizar testes. Quanto às inovações radicais, pode-se citar as descobertas tecnológicas como algo que se espera que se renove em certos períodos de tempo, como por exemplo, a mudança de mídias,

cd's, dvd's, fitas cassetes, dentre outros. Já as inovações incrementais pode-se entender como inovações que torne um processo melhor, como pequenas modificações em uma equipe de pesquisas, com o objetivo de torna-la mais competente.

Tratando-se de tecnologia, um produto tecnológico inovador não envolve, essencialmente, pesquisa e desenvolvimento. De acordo com Weisz (2009), a inovação tecnológica pode acontecer pela difusão tecnológica (conhecimento disseminado em diversos ambientes), pela aquisição de equipamento (por exemplo, importação de equipamento inovador estrangeiro), ou outras atividades inovadoras. O investimento em inovação tecnológica é fator que determina a competitividade da organização no mercado, com isso, elas investem em projetos, pesquisa e desenvolvimento, com o intuito de produzir mais, aumentar lucros, diminuir gastos, dentre outros objetivos.

No setor Agrícola, a busca por novas tecnologias é proporcional ao surgimento e rompimento de limites do setor. Segundo Castro (2004), novas máquinas são projetadas e construídas com a finalidade de aumentar a produção, diminuir prejuízos ou aumentar lucros, além de automatizar processos antes realizados manualmente, o que influencia o desempenho do setor agrícola e estimula a inovação. A empresa Embrapa é considerada um exemplo nacional de inovação no setor agrícola, inclusive serve de espelho para outras empresas de diferentes setores. Gasques et al (apud ALSTON, 2004) revela que a Embrapa é responsável por 42% do total de benefícios provenientes do uso de variedades de soja, e ainda 73% do arroz de terras altas e 53% dos benefícios do feijão. Esses benefícios introduziram uma ruptura tecnológica, que possibilitou a ampliação da fronteira agrícola para áreas antes consideradas inadequadas, ou seja, os benefícios tecnológicos inovadores da Embrapa aumentou a capacidade agrícola produtiva do Brasil.

Em um ambiente totalmente diferente do setor Agrícola, o setor de tecnologia da Informação, o exemplo pode ser atribuído tanto à empresa *Google*, quanto a empresa *Apple*, pois, têm aspectos de cultura organizacional voltada para inovação que, entretanto, são muito diferentes entre si. A primeira usa um modelo de inovação um tanto flexível e transparente com seus funcionários, enquanto a *Apple* utiliza um sistema autoritário, rígido e centralizado como marca de sua cultura organizacional. Ambas tem resultado muito positivo e satisfatório, ratificando que não existe uma só maneira de gerenciar o processo de inovação, e sim várias formas, de modo que a empresa continue produzindo novos produtos e/ou serviços.

Da mesma forma que na seleção natural proposta por Charles Darwin e Alfred Wallace, na qual têm sucesso os seres que melhor se adaptam às mudanças, assim também as empresas que se adaptam ao mercado (PAPAVERO; SANTOS, 2014). A geração de tecnologias inovadoras cabe àqueles que as criam, pensando na aplicabilidade para aqueles que as utilizarão, isso em todas as áreas e para todos os tipos de clientes, seja corporações ou indivíduos.

2.1. GERENCIAMENTO DE PROJETOS INOVADORES

Gerenciar a produção de projetos inovadores envolve diretamente a gestão do conhecimento, onde cria e compartilha-se informação que pode ser integrada, mais tarde, em forma de produto ou serviço, para dentro da empresa ou para o exterior. O processo de convenção de diferentes conjuntos de conhecimento em inovação ocorre normalmente em casos de grande incerteza (TERRA, 2012). Desse modo, faz-se necessário modificar essas incertezas para conhecimento, por meio de mobilização de recursos da organização para diminuí-las e manter equilíbrio.

Se a empresa quer inovar, ela precisa reconhecer novos ensejos, desafios e/ou objetivos. Segundo Yamauchi e Junior (2003) a técnica de inovação é sempre iniciada a partir do reconhecimento de uma oportunidade. As organizações interessadas em estimular o processo de geração de novas ideias devem trabalhar, pois, para criar condições estruturais que facilitem este processo, isto é, este tipo de gerenciamento é voltado para criar ambiente totalmente favorável para novos projetos, criando condições para que os colaboradores também tenham liberdade de expor suas ideias. Desta forma, as oportunidades podem ser mais bem avaliadas e aproveitadas pela organização e as ideias vão se consolidar para serem aproveitadas para a empresa, desde que a mesma apoie os inovadores, patrocine e incentive.

A organização pode também ajudar a completar a ideia por meio de discussão em reuniões seguindo um protocolo que possibilite a todos os colaboradores pelo menos uma oportunidade de sugerir uma melhoria. O conhecimento humano é criado e expandido através da interação social entre conhecimento tácito e explícito (NONAKA; TAKEUCHI, 1997, p. 67), onde o conhecimento tácito é pessoal, é subjetivo e inerente às habilidades de uma pessoa, difícil de ser contextualizado e tende a ser retido, já o conhecimento explícito é aquele que já está codificado e fácil de ser transmitido. A união desses dois tipos de conhecimento através da interação contribui para o crescimento do conhecimento humano, além disso, a interação de um grande número de pessoas pode colaborar para aperfeiçoar uma ideia inovadora e torná-la algo concreto e tangível.

Percebe-se, contudo, a importância da criação do conhecimento como uma alternativa de sobrevivência da organização, principalmente para aquelas de alta tecnologia que dependem da inovação. Empresas de implementos tecnológicos do setor Agrícolas usam esse meio para facilitar a produção do agricultor, isto é, é evidente a necessidade de se ter um gerenciamento do processo de inovação para manter-se ativo neste mercado. Segundo Drucker (1998), os ativos mais valiosos de uma empresa do século XX eram considerados os seus equipamentos de produção, as máquinas. Já no século XXI, os ativos mais valiosos de uma organização são os seus trabalhadores do conhecimento e sua produtividade, ou seja, o investimento que antes era empregado em novas máquinas, hoje é direcionado ao gerenciamento do conhecimento.

2.2. CULTURA ORGANIZACIONAL

Uma empresa é composta por colaboradores (pessoas), possui também crenças, valores, regras de conduta, morais e éticas, implantadas pelos princípios e políticas de gestão, na qual os colaboradores estão submetidos. De acordo com Freitas (1991) cultura organizacional também é percebida como um conjunto de ações compartilhado que se desenvolve numa organização e orienta o comportamento dos seus membros. Uma boa cultura pode motivar os funcionários e ajudá-los a crescer junto com o empreendimento.

É importante entender que a cultura organizacional contempla muitas das características das culturas regional e nacional. De acordo com Horta et al (2008), são delas que nascem os primeiros valores que poderão ou não ser sustentados pela cultura da empresa. E ainda, segundo o autor, isso também explica o motivo da difícil transformação da cultura, pois, suas raízes podem ser muito mais profundas do que imaginamos em um primeiro contato. Além desses fatores já citados, a cultura organizacional ainda pode sofrer influência do líder ou fundador, das práticas históricas da empresa, se torna a personalidade da empresa e é perene no tempo.

A cultura organizacional é importantíssima para o Gestor do Processo de Inovação. Segundo Horta et al (apud CHISTENSEN, 2008), bons projetos de inovação podem fracassar por não serem conduzidos como prioridade pelo fato dos valores da organização não permitirem que sejam reconhecidos como tal. Nisto, os valores internos da empresa tem que estar voltados para facilitar o processo de inovação, seja com reuniões, *Brainstorming* (chuva de ideias), ambientes de diversas e/ou entretenimento. Tudo isto também faz parte da cultura organizacional, estimulam a inovação e devem ser conduzidos com prioridade para que se tenham bons resultados nos projetos.

Pode-se citar exemplo de empresas gigantes que para manter o próprio tamanho tem que continuar inovando. A *Google* e a *Apple* têm todos os aspectos necessários se tratando de cultura organizacional voltada para inovação. Se usado de maneira estratégica, a cultura da empresa é aspecto importante que permite que uma empresa se diferenciar e inovar (GODOY; PEÇANHA, 2009, pag. 21). Em outras palavras, inovar é necessidade nas grandes empresas para se manter e para continuar crescendo. De acordo com Horta et al (2008), tempo para projetos, ambiente aberto e estimulante, diversão são características apreciadas nas duas gigantes do vale do silício. A *Apple* possui um sistema dominante, onde o poder está, indiscutivelmente, nas mãos da diretoria, e a *Google*, por sua vez, possui um sistema aberto à discussão e com maior descontração. Essa comparação serve para entender que não existe uma fórmula certa para inovar. Ambas são inovadoras com gerenciamentos diferentes. Por isso, é essencial fazer uma análise mais aprofundada nas empresas, para conhecer a cultura da organização, e criar uma proposta de gestão da inovação que seja coerente com essa cultura da empresa, de modo a sofrer menos resistência e ser incorporada na empresa.

Para que a empresa, contudo, inicie mudanças em sua cultura organizacional, com o objetivo de melhorar o processo de gerenciamento de inovação, deve, primeiramente, ter a atenção dos líderes para fortalecer valores e processos que tenham um impacto positivo no desenvolvimento de projetos de inovação. Dessa forma, todo o sistema vai sofrer mudanças, desde os funcionários até a percepção dos clientes. O investimento em gestão de pessoas e uma cultura corporativa de qualidade, pode gerar maior satisfação entre os clientes e maior lucro em suas atividades (GODOY; PEÇANHA, 2009).

3. FORMULAÇÃO DE PROJETOS

A formulação do projeto é fundamental para adquirir investimento para uma ideia, seja no banco, para investidores públicos ou privados. No entanto, não é só para este fim que um projeto é construído. De acordo com Prado (1999), também pode ser usado como um instrumento de tomada de decisão, quanto à determinação de se investir na etapa seguinte ou não, além de representar uma orientação a ser seguida pelo investidor e pelos profissionais aos quais ele incumbe à execução do investimento.

Um projeto é um trabalho transitório, temporário, pois, contém início, meio e fim, contido nele mesmo, e sua estrutura é segundo as normas, padrões e regras estabelecidas pelas organizações de fomento. Segundo Ferreira e Silva (2012), os projetos são estabelecidos por quem solicita recursos às agências de fomento, e deve conter um texto plausível, esclarecendo todos os tópicos requeridos pela agência de fomento no edital, ou seja, cada agência pode ter critérios próprios além dos estabelecidos no padrão. De acordo com Weisz (2009), um projeto de investimento industrial envolve três fases, são elas a de pré-investimento, a de investimento e a fase de operação. A fase de pré-investimento é aquela que vamos estudar neste tópico e abrange a formulação do projeto, seu planejamento, definição dos parâmetros técnicos de investimento. A fase de investimento corresponde à execução propriamente dita do projeto. Por fim, a fase de operação trata-se da avaliação do empreendimento.

A transformação da ideia em um projeto de inovação é concebida por meio da formulação. Os tópicos nela envolvidos servem, também, de subsídio para a tomada de decisões, isto é, contém informações preciosas para o prosseguimento do trabalho. É importante ter noção de que não se faz projetos apenas para obter benefício de mecanismos públicos, e sim, o projeto deve ser formulado para a tomada de decisão pelo gestor em uma organização, com os resultados possíveis em mente, o ritmo, dentre outros aspectos. De acordo com Ferreira e Silva (2012), o planejamento do projeto acata a obrigação do investidor de saber o momento e quanto de retorno ele poderá contar, além do tempo que seu capital ficará ocupado. O projeto informa também o impacto desse novo empreendimento para a organização, os recursos que serão necessários ao longo da execução, o seu resultado, quais recursos financeiros, humanos e materiais são necessários para minimizar

imprevistos e atrasos, além de uma demonstração de como se encaixa na estratégia da organização ou como atende a necessidades da mesma, deve também demonstrar riscos e pressupostos básicos.

Entretanto, o objetivo deste trabalho é instruir na elaboração de um projeto, de maneira que transforme uma ideia em uma proposta de investimento, com as informações necessárias para que os gestores possam tomar as melhores decisões, obtendo sucesso no investimento. As organizações têm um roteiro próprio e recebem muitas propostas, o que demanda tempo e, para isso resolver, um dos objetivos do plano é o fácil entendimento do projeto sem longa demora no momento da leitura. Nisto, busca-se entender, em um projeto bem formulado, a metodologia e todas as informações necessárias, para que se esclareçam, rapidamente, todos os aspectos envolvidos no projeto. Para isso, alguns campos são necessários e muito comuns nos requisitos de cada uma das empresas de fomento, são eles o objetivo, justificativa, escopo, metodologia de pesquisa e desenvolvimento, atividades do projeto, identificação dos recursos necessários, cronograma físico-financeiro, orçamento de pesquisa e desenvolvimento, cronograma físico-financeiro de pesquisa e desenvolvimento, estudo de viabilidade (WEISZ, 2009).

O objetivo tem o valor de uma primeira identificação do projeto. De acordo com Moresi (2003), a redação do objetivo é de fundamental importância para conhecer do projeto e, além disso, precisa ser claro para obter ideia do que se propõe. É desejável que o leitor não pare de ler o projeto antes de saber e entender os objetivos do projeto. Segundo Weisz (2009), o objetivo pode ser o enunciado resumido de um problema que precisa ser resolvido ou mesmo, de uma oportunidade de negócios, podem colaborar com os objetivos de uma organização já estabelecida, ou ainda de uma sociedade, mais não devem ser confundidos com os mesmos. Ou seja, não deve ser descrito em um objetivo de projeto aumentar os ganhos de uma empresa ou melhorar a qualidade de vida da sociedade, ainda que sejam consequências futuras, mais podem ser descritos como contribuição para os mesmos. Os objetivos podem ser divididos em geral e específico. De acordo com Silva e Menezes (2005), alguns autores descrevem o objetivo geral como resumo do que se pretende alcançar, e usam a expressão objetivo específico quando se referem às metas.

Na justificativa são expostos os benefícios que o projeto deverá proporcionar para uma organização e/ou sociedade. De acordo com Weisz (2009), os benefícios podem ser de dois modos: são eles os benefícios intrínsecos e as externalidades. Os benefícios intrínsecos são os rendimentos que o projeto proporciona para quem investe e são apresentados para justificar o projeto, perante a organização que deve fomentar o investimento. Já as externalidades são consequências que atingem a economia ou a sociedade. Podem ser positivas ou negativas. Externalidades positivas, tais como degradação do meio ambiente ou problemas sociais, são os ganhos que o projeto traz para a sociedade e justificam uma posição favorável perante outros projetos. No entanto, organizações de fomento, mesmo que tenham dentre as prioridades o interesse público, devem certificar da viabilidade econômica dos empreendimentos apoiados.

Com relação ao escopo, é nele que estão os limites e alcances do projeto. A criação do escopo se resume em capturar o contexto, os requisitos e restrições mais importantes para que, assim, se possa definir o produto final (KRUCHTEN, 1998). Se tratando de projetos de Inovação tecnológica, dentro da descrição do escopo é necessário separar o investimento em pesquisa e desenvolvimento (P&D), além dos demais requisitos importantes do escopo. De acordo com Prado (1999), o projeto de inovação pode envolver atividades de pesquisa e desenvolvimento em bancadas e ambientes especializados, sendo assim, necessário que ocorra dimensionamento de recursos e investimentos. Contudo, o escopo é um dos campos mais importantes de um projeto, pois é determinante para os próximos campos e procedimentos.

A metodologia de Pesquisa & Desenvolvimento expõe os procedimentos e a maneira que serão realizados para atingir os resultados esperados. Se tratando de processos de inovação, de acordo com Rodrigues (2007), a metodologia descreve como, partindo do nível atual de conhecimento na organização, ela planeja obter as soluções e evoluir, ultrapassando os obstáculos impostos até finalizar o projeto. Nisto, segundo Weisz (2009), a metodologia podem incluir atividades como pesquisa bibliográfica, ensaios laboratoriais, prova de conceito, pesquisa em campo, dentre outras. Contudo, pela própria imprevisibilidade do desenvolvimento tecnológico, alguns métodos podem ser inadequados e outros caminhos podem ser tomados, para que o projeto siga até o resultado, que pode ou não ser esperado.

Na formulação de um projeto, as atividades do projeto são itens importantes para a elaboração de itens subsequentes. As atividades do Projeto deve incluir, também, o tempo para execução das mesmas. De acordo com *Project Management Institute* (2013), nesse item são detalhadas as atividades que farão parte da execução do projeto e dá origem a itens como o cronograma físico, o cronograma físico-financeiro, que por sua vez, permitirá projetar o fluxo de caixa do empreendimento, importantes elementos financeiros do projeto.

A identificação dos recursos necessários pode e deve acarretar em maior tempo de execução, pois, gastar tempo no planejamento dos recursos pode significar prevenção de perdas grandes com a falta ou com estoque desnecessário de recursos. De acordo com Brush et al (2002), para reunir recursos necessários, o gestor deve dividir o processo em duas fases, são elas, a especificação dos recursos necessários e os fornecedores dos recursos. Na formulação do projeto, deve-se então antecipar o que será necessário no momento da execução do projeto.

O cronograma físico-financeiro pode ser formulado após ter concluído o item de relação de Atividades do projeto, e é de suma importância para o acompanhamento e previsões do plano. De acordo com Dias (2004) é nesta etapa que ocorre às distribuições das atividades no tempo, determinando, metas parciais, normalmente ações descritas no infinitivo, indicadores de progresso, pode assumir a forma gráfica, identificação das precedências obrigatórias, identificação de riscos e incertezas quanto às análises estocásticas, e, além disso, serve de apoio para que os recursos necessários sejam mobilizados no devi-

do tempo. As precedências obrigatórias se tratam de ações prévias dependentes de outras atividades ou ações.

O orçamento de pesquisa e desenvolvimento é determinante para tomada de decisões. De acordo com Weisz (2009), ele permitirá prever como e quando os recursos financeiros serão necessários, além de ter função de referência para conferir os gastos realizados durante a execução. Na construção deste orçamento, e de acordo com o item recursos necessários, cada gasto terá o seu valor atribuído, permitindo a previsão de margem de erro, seguindo um nível de confiança, que dependendo da grandeza do investimento, é necessário indicar e descrever o risco associado dentre os valores estimados.

O cronograma físico-financeiro de pesquisa e desenvolvimento apresenta as despesas estimadas na execução das atividades de análise e desenvolvimento do projeto, distribuídos durante o tempo de execução, e serve como base para o financiamento à pesquisa e desenvolvimento. De acordo com Prado (1999), a decisão de autorizar o gasto com o projeto dependerá, dentre outros, dessa previsão de gastos no tempo, juntamente com a expectativa de ganhos futuros, como resultado dessa nova iniciativa.

No estudo de Viabilidade, os ganhos e despesas serão analisados, de maneira que o gestor, e/ou avaliador, possa tomar decisões de aprovar ou não, ou ainda, fazer eventuais mudanças de curso do projeto (CAVALCANTI et al, 2004). Na formulação de um projeto de inovação, é muito importante atribuir corretamente números à expectativa de ganhos e despesas que serão gerados pela nova tecnologia. Por fim, cada um dos itens de um projeto, explicados e descritos neste trabalho, são importantes e, frequentemente, fazem parte dos critérios utilizados pelas organizações de fomentos, sejam elas públicas ou privadas. Com esses itens respondidos e elaborados, certamente uma ideia pode ser considerada uma proposta de investimento.

4. FONTES DE RECURSOS FINANCEIROS

Nos primeiros períodos, o projeto pode precisar de um investimento para cobrir gastos com a pesquisa e desenvolvimento, salvo em caso de a organização já ter desenvolvido a tecnologia. Esses primeiros períodos antecedem o lucro gerado com os resultados do projeto, e a organização pode ser obrigada em adquirir fundos financeiros para suporte. Para solucionar tal problema, de acordo com Prado (1999), a empresa deve organizar um pacote de fontes que tem diferentes destinos dentro do projeto. Existem fontes de recursos diferenciadas, no que se refere as suas próprias regras para concessão de recursos. Por exemplo, existe fontes que oferecem financiamento para pesquisa e desenvolvimento, para fins acadêmicos, porém não podem ser usados para investimento industrial. Há, também, outras fontes de recursos que proporcionam financiamento, com o objetivo de participar no risco e nos resultados do negócio, desde que tenha alguma garantia. Além desses exemplos citados, e de acordo com Weicz (2009), os recursos financeiros podem se originar em

recursos próprios; licenciamento da tecnologia para terceiros; fusões e alianças estratégicas; aportes dos acionistas; bolsa de valores; fundos de investimento; capital de risco; anjos; capital semente; financiamentos públicos e privados: FINEP (Financiamento de Estudos e Projetos); BNDES (Banco Nacional do Desenvolvimento); bancos ou financeiras; agências estaduais; subvenção; uso do poder de compra do Estado. Essas informações podem sofrer alterações pelo dinamismo da economia e do mercado financeiro.

5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este trabalho se trata de uma pesquisa de cunho bibliográfico, utilizando livros, artigos e publicações de periódicos para sintetizar e construir argumentos sobre metodologia de pesquisa e de projetos inovadores, além de pesquisa sobre Gerenciamento do processo de inovação, com incremento de conhecimento adquiridos no decorrer da Especialização em Gestão de Projetos. De acordo com Rampazzo (2005), a pesquisa bibliográfica busca explicar uma temática a partir de citações teóricas publicadas, como por exemplo, livros, revistas, publicações avulsas, boletins, jornais, monografias, dentre outras, até elementos de comunicação orais como rádio, audiovisuais (filmes e televisão), etc. Os artigos e periódicos, utilizados como fonte de pesquisa bibliográfica, estão armazenados em bases de dados na internet, como por exemplo, a Scielo, Capes e portais acadêmicos, dentre eles o *Google acadêmico*.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para que uma empresa se mantenha crescendo no mercado deve investir em inovação. Todo o produto e empresa tem seu ciclo como uma parábola, na qual no início existe um crescimento, com o passar do tempo o crescimento diminui e se estabiliza, e dependendo das decisões sobre aquele produto/empresa, o recesso pode acontecer, tornando o processo inviável, na qual seria o fim da parábola. Para evitar esse tipo de problema em uma empresa/produto, mesmo em diferentes seguimentos, deve-se gerenciar o processo de Inovação, aplicar políticas de incentivo internamente pela cultura organizacional, usar como exemplo empresas de outros setores que dominam o mercado, dentre outros, de modo a manter a inovação sempre ativa.

Algumas empresas necessitam de recursos e investimentos externos para suas ideias e projetos. Neste sentido, este trabalho propôs formas de transformar uma ideia inovadora em proposta de negócio, ou mesmo, formular um projeto de negócio existente. Neste trabalho, foi esclarecido os itens que as organizações de fomento, geralmente, pedem e são necessários em projetos de captação de recursos financeiros ou, simplesmente, transformam uma ideia inovadora em oportunidade de negócio. Com isso, é de suma im-

portância, que um Gestor de projetos tenha capacidade de manipular esses itens e, tenha conhecimento sobre os mesmos, de maneira que se obtenha êxito nos objetivos de sua empresa.

7. REFERÊNCIAS

BRUSH, Candida G.; GREENE, Patricia G.; HART, Myra M. Fórum AME de Estratégia e Liderança. **Empreendedorismo e Construção da base de recursos**. v. 42. n. 1. Jan./Mar. 2002.

CASTRO, Bernardo Hauch Ribeiro de. **Estratégias de inovação**: um estudo na indústria de máquinas e implementos agrícolas no Brasil. Orientador: Cesar Gonçalves Neto. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPEAD, 2004.

CAVALCANTI, Cristiano Campos; PESSOA, Dinaldo Andrade; COUTINHO, João Rodrigo Teixeira de Souza; MARTINS, Vanessa Hirakava; CASTRO, Jaelson Brelaz. **SAC - Sistema para Administração de Condomínio - Estudo de Viabilidade**. 2004.

CRUZ, Rosane. **O empreendedor no processo de inovação de pequenas empresas de software do Rio Grande do Sul**. In: EGEPE – ENCONTRO DE ESTUDOS SOBRE EMPREENDEDORISMO E GESTÃO DE PEQUENAS EMPRESAS. 3. Brasília. 2003.

DIAS, P. R. V. **Engenharia de custos: Uma metodologia para orçamentação de obras civis**. COPIARE, Ed. 5, 2004.

FERREIRA, Stanley Primo; SILVA, Michelle Queiroz da. **Gerenciamento de Riscos em Projetos de Inovação Tecnológica Financiados por Agências de Fomento**. SENAI. Ceará, 2012.

FREITAS, Maria Ester de. **Cultura Organizacional Grandes Temas em debate**. Rev. administração de empresas. vol.31 no.3. São Paulo. Julho/Setembro, 1991.

GASQUES, José Garcia; GERVÁRSIO, Castro de Rezende; VERDE, Carlos Monteiro Villa; SALERNO, Mario Sergio; CONCEIÇÃO, Júnia Cristina P. R. da; CARVALHO, João Carlos de Souza. **TEXTO PARA DISCUSSÃO N°1009: Desempenho e crescimento do Agronegócio no Brasil**. Ipea. Brasília. Fevereiro de 2004.

GODOY, Renata Semensat Pereira de; PEÇANHA, Dóris Lieth Nunes. **Relações entre cultura organizacional e processos de inovação em empresas de base tecnológica**. São Carlos, 2009.

HORTA, Renata; RENATO, Paulo; RICHARTZ, Bianca; KNOEDT, Bruno. Radar Inovação. **Cultura Organizacional e Gestão da Inovação Tecnológica**. Dezembro, 2008.

KRUCHTEN, P.; **The Rational Unified Process: An Introduction**, Reading, MA: Addison-Wesley, 1998.

MORESI, Eduardo. **Metodologia da Pesquisa**. Universidade Católica de Brasília – UCB. Brasília – DF. 2003.

NONAKA, Ikujiro e TAKEUCHI, Hirotaka. **Criação do Conhecimento na Empresa: como as empresas geram a dinâmica da inovação**. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

PAPAVERO, Nelson; SANTOS, Christian Fausto Moraes dos. **Evolucionismo darwinista? Contribuições de Alfred Russel Wallace à Teoria da Evolução.** Revista Brasileira de História. São Paulo, v. 34, nº 67, p. 159-180 – 2014.

PRADO, Darci Santos do. **Gerência de projetos em tecnologia da informação / Darci Santos do Prado.** – Belo Horizonte, MG: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1999.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK).** Quinta Edição. 2013.

RAMPAZZO, Lino. **Metodologia científica.** 3º ed. ISBN: 85-15-02498-5. Edições Loyola. São Paulo - SP. 2005.

RODRIGUES, William Costa. **Metodologia Científica.** FAETEC/IST. Paracambi - RJ. 2007.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação.** Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. 4ed. Florianópolis - SC. 2005.

TATSCH, Ana Lúcia. **Conhecimento, Aprendizagem, Inovação e Proximidade Espacial:** o caso do arranjo de máquinas e implementos agrícolas no Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Inovação. Rio de Janeiro (RJ), p.63-100. janeiro / junho 2008.

TERRA, José Cláudio C. Gestão do conhecimento. **Gestão do conhecimento: o grande desafio empresarial!** biblioteca Terra Fórum. Terra Fórum consultores. 2012.

YAMAUCHI, Vander; JUNIOR, Ricardo Mendes. **A Gestão do conhecimento e a inovação organizacional na construção civil.** Curitiba. 2003.

WEISZ, Joel. **Projetos de inovação tecnológica: planejamento, formulação, avaliação, tomada de decisões / Joel Weisz.** – Brasília: IEL, 2009.

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE MONITORAMENTO REMOTO (SEM FIO) DE O₂ DISSOLVIDO EM ÁGUA

10.33872/engcivil.fatecie.2019.cap4

Lucas Ferreira de Souza¹

1. INTRODUÇÃO

A água que pode ser utilizada, de acordo com Souza (2004), seja na indústria, na agropecuária e para o consumo humano, de maneira economicamente viável, é em torno de 1% do total, distribuídos em lagos, rios e lençóis freáticos, principais fontes de água potável. A má distribuição de água limita as ações humanas e traz preocupação para que não ocorra perdas desnecessárias, com poluição e baixa da qualidade da água, que posteriormente, deve ser consumida pela sociedade.

De acordo com Lindim et al (2008), os problemas de qualidade da água causam riscos para a saúde pública e vida animal, tornando necessário um estudo aprofundado destes fenômenos e projeção de novas ferramentas que permita prever, medir e/ou controlar, por exemplo, a poluição e a eutrofização (fenômeno causado pelo excesso de nutrientes numa massa de água, provocando um aumento excessivo de algas). A necessidade de efetuar previsões para diferentes cenários torna indispensável o desenvolvimento de modelos matemáticos, assim como também ferramentas de controle/medição da qualidade da água, na gestão dos recursos hídricos.

Tendo em vista que os recursos hídricos são finitos, e que devido ao crescimento do número de indústrias, a poluição em rios e bacias hidrográficas é crescente, tornando de suma importância entender os processos químicos que ocorrem na água, bem como o uso de tecnologia para medir e controlar aspectos da qualidade da água, de modo a preservar a vida aquática (SILVA, 2003). O excesso de nutrientes em meios aquáticos, frequentemente oriundo de ocorrências de fertilizantes agrícolas, provoca um aumento de produção primária danoso para a qualidade da água. A existência de “blooms” de fito plâncton causa um desequilíbrio ecológico ao promover o domínio de certas espécies aquáticas sobre outras e ao reduzir os níveis de oxigênio na água causando a morte a animais aquáticos (LINDIM et al., 2008).

Segundo Souza (2004), diferentes parâmetros são usados para medir o grau de poluição de um corpo d’água, como a concentração de nitrogênio, de fósforo e de colifor-

¹ Mestrando não-regular em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Maringá – UEM. Professor do curso de Engenharia Civil da Faculdade de Tecnologia e Ciências do Norte do Paraná – UniFatecie.

mes, dentre outros. Dois dos mais importantes são a concentração de oxigênio dissolvido (OD), que é a medição de oxigênio dissolvido na água, e a demanda bioquímica de oxigênio (DBO), isto é, a medição do consumo de oxigênio na água. Este trabalho objetiva desenvolver uma rede de sensores de oxigênio dissolvido, com conexão sem fio em dois ou mais pontos, armazenando os dados em memória, utilizando tecnologias *open-source* (código aberto) e componentes eletrônicos físicos de baixo custo, para que, dessa forma, possa-se resultar em uma plataforma de custo acessível.

Os sensores ambientais são dispositivos que possuem a propriedade de converter em sinal elétrico as propriedades das transformações físicas do meio ambiente. Existem diversos tipos de sensores, que inclusive podem ser conectados com o *Arduino UNO* (plataforma de prototipagem eletrônica de hardware livre, projetada com um micro controlador Atmel AVR de placa única, com suporte de entrada/saída embutido), como o LM35 (sensor temperatura) e o MG811 (sensor de CO₂), entre muitos outros. (EVANS, HOCHENBAUM, 2013). Esses sensores podem ser dinamizados, trabalhando-se em rede sem fio. Para implementação deste tipo de rede de sensores, o protocolo mais utilizado atualmente é o *Zigbee* (padrão de rede sem fio para arquitetura em malha de baixo custo), devido ao seu longo alcance e baixo consumo de energia. Existem diversos equipamentos capazes de trabalhar com este protocolo, sendo os módulos *Xbee* (marca da Digi International para um dispositivo que utiliza comunicação sem fio e protocolo *Zigbee*), os mais comuns para se trabalhar com a plataforma *Arduino UNO* (LABIOD et al, 2007).

Para a realização deste projeto, foi preciso realizar pesquisas sobre diversos assuntos, tais como protocolo *Zigbee*, padrão IEEE 802.14.5, bibliotecas específicas, linguagem C++, sensores de O₂ dissolvido, dentre outros assuntos. Em seguida, os materiais necessários foram adquiridos e os testes iniciados para fazer a programação do *Arduino UNO* (plataforma com micro controlador At-mega) e configuração dos três módulos *Xbee*. No decorrer do projeto, constatou-se que o sistema de rede sem fio atende os requisitos industriais de confiabilidade de transmissão de dados e atende os objetivos deste trabalho, quanto à utilização de tecnologias *open-source*, de baixo custo, grande compatibilidade com diversos sistemas, medições em tempo real, baixo consumo energia, flexíveis topologias de rede e grande alcance de medição.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A introdução de oxigênio dissolvido no recurso hídrico pode ocorrer de várias maneiras. Entre as quais, através da fotossíntese, da ação de aeradores ou do próprio contato do ar atmosférico. Sua determinação é significativa para avaliar as condições naturais da água e detectar impactos ambientais como eutrofização e poluição orgânica (SILVEIRA, 2007, apud ESTEVES, 1998). Quanto maior sua concentração, melhor a qualidade da água, e este critério é o mais importante na determinação das condições sanitárias das

águas superficiais.

2.1. QUALIDADE DA ÁGUA

As águas não detêm grande concentração de oxigênio dissolvido. Segundo Von Sperlin (2005), enquanto o ar concentra na ordem de 270mg/L (miligramas por litro), a água, nas condições normais, tem aproximadamente a concentração de oxigênio em torno de 9mg/L, ou ainda, segundo Farias (2006), de 8 a 10 mg/L. Essa quantidade pode variar em função da temperatura e pressão da água, e é importantíssimo para sobrevivência de seres vivos aquáticos, como por exemplo, os peixes. Dessa forma, qualquer alteração, consumo em maior quantidade, poluição, pode causar problemas para a vida naquele meio aquático.

A poluição das águas de rios e lagos podem ocorrer através das águas já usadas nas residências, contendo fezes, urina, restos de comida, sabões, detergentes etc., que são despejados diretamente ou pelas redes de esgoto. Essas substâncias sofrem o processo de decomposição em pequenas quantidades. Em grandes quantidades e sem tratamento provocam um aumento considerável de micro-organismos que, ao respirarem, consomem o gás oxigênio (O_2) dissolvido na água, provocando assim a morte da vida aquática. (DUARTE et al, 2012).

A porção orgânica do esgoto ao ser lançada no corpo hídrico receptor, será consumida pelas bactérias aeróbias existentes no manancial. Essas bactérias ao receberem a carga extra de matéria orgânica se multiplicam, o que acarreta em um maior consumo de oxigênio dissolvido e aumenta a demanda bioquímica de oxigênio (DBO). Além disso, de acordo com Duarte et al (2012), o nitrogênio (N) e o fósforo (P), presentes nos adubos químicos, podem ser levados pela chuva até rios e lagos, juntando-se com as substâncias existentes nos esgotos, fazendo com que as algas multiplique-se em grande quantidade, impedindo a passagem de luz para a água, sendo as plantas que vivem no fundo sem realizar a fotossíntese, e dessa forma, diminuindo a produção do gás oxigênio. Quando finda a entrada de matéria orgânica, o corpo hídrico poderá se recompor gradativamente, aumentando a concentração de oxigênio dissolvido e diminuindo a demanda bioquímica de oxigênio (SOUZA, 2004).

Visando automatizar medidas de concentração de O_2 diluído na água, este projeto desenvolveu um sistema composto de uma plataforma *Arduino UNO* conectado ao módulo *Xbee* (coordenador); um sensor *Atlas Scientific DO* conectado, por meio de portas seriais Rx (recepção de dados), Tx (transmissão de dados), com outro módulo *Xbee*, e por final, um terceiro módulo *Xbee* que pode, tanto assumir a mesma função de enviar dados para o coordenador, como pode servir de ponte em outra topologia, de modo a aumentar o espaço de alcance entre dois módulos *Xbee*.

Os dados recebidos pelo *Arduino UNO* são armazenados no cartão SD, utilizando

um módulo RTC (*Real Time Clock*), para que, dessa forma, seja possível incrementar os resultados obtidos pelo sensor em um documento TXT (texto), com data e hora da medição, de um ou mais sensores, por meio de um rede sem fio, com protocolo *Zigbee* e módulos *Xbee*.

2.2. INTERFACE ARDUINO UNO

O *Arduino UNO* é uma plataforma de prototipagem eletrônica, desenvolvido inicialmente na Itália por Massimo Banzi e David Cuartielles, formada por hardware e software livre, com o objetivo de construir um dispositivo dispendioso, ou seja, barato e menos trabalhoso para aplicações típicas de sistemas micro controlados, como por exemplo, controlar e monitorar circuitos externos, permitindo que se envie e receba informações de outro sistema eletrônico compatível (MCROBERTS, 2013). Resumidamente, e de acordo com Cavalcante (2011), a plataforma consiste em uma placa de circuitos com entradas e saídas para um microcontrolador AVR da Atmel, um ambiente de desenvolvimento e o *bootloader* ou programa criado para iniciar o *Arduino UNO* que já vem gravado no micro controlador.

O microcontrolador é onde se tem o armazenamento e execução do programa dentro da plataforma *Arduino UNO*. Segundo Souza (2000), um micro controlador é constituído de um microprocessador, memória ROM (*Read Only Memory* ou Memória somente de leitura) e memória RAM (*Random Access Memory* ou Memória de Acesso Aleatório), além de conversores A/D (analógico/digital), conversores D/A (digital/analógico), *timers*, contadores e periféricos de entrada/saída que podem ser programados para funções específicas, como, por exemplo, o controle de máquinas e diferentes automações. Desta forma é possível construir, por exemplo, sistemas de captação de dados dos mais diversos sensores, processar e enviar ou salvar esses dados para um sistema remoto.

Existem outras plataformas construídas para facilitar a utilização de microcontroladores, mas o *Arduino UNO* tem se destacado pela alta compatibilidade e baixo custo. Mesmo para os que desejam interações de alto nível, o *Arduino UNO* tem atendido as expectativas. Segundo Microberts (2013), nele é possível acoplar diversos tipos de *Shields* (placas extensoras que podem ser conectadas aos microcontroladores) com o objetivo de ampliar suas funcionalidades. No projeto proposto, será utilizado uma *Shield* própria para conectar no módulo *Xbee* e a plataforma *Arduino UNO*.

2.3. MÓDULO XBEE

O módulo *Xbee* (Figura 1) utiliza protocolo *Zigbee* (baseado no padrão IEEE 802.15.4) para comunicação sem fio. De acordo com Saleiro (2009), são módulos RF (Rádio Frequência) que utiliza troca de informação pelo protocolo *Zigbee*, altamente confiável e

projetada para trabalhar em ambiente industrial. O Protocolo *Zigbee* permite comunicações robustas e opera na frequência ISM (*Industrial, Scientific and Medical*), sendo aqui no Brasil 2,4 GHz (16 canais), isto é, não requer licença para funcionamento.

Figura 4: Módulo Xbee.



Fonte: Github, 2015.

As Redes *Zigbee* oferecem uma excelente imunidade contra interferências, e segundo a Digi (2009), a capacidade de hospedar mais de 65000 em uma rede, com taxas pequenas de transferências de dados variando entre 20Kbps a 250Kbps, pois o fator velocidade não é crítico numa implementação *Zigbee*, justamente pela segurança de troca de informações em ambientes industriais.

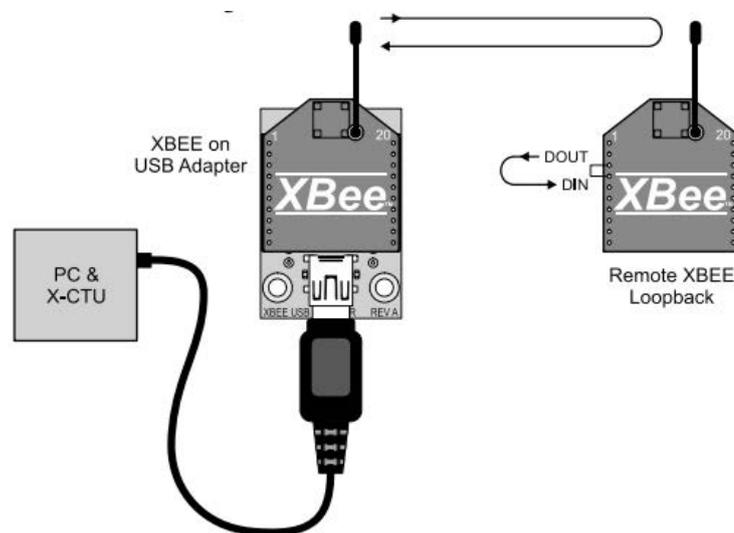
De acordo com Baronti (2006), os módulos RF padrão *Zigbee* foram criados para economizar o máximo de energia possível. Com isso, é possível criar aplicações onde é possível ler sensores em campo remotamente, apenas utilizando pilhas ou baterias comuns, que durarão meses ou mesmo anos sem precisarem ser substituídas. Isso porque, os módulos que utilizam protocolo *Zigbee*, quando não estão transmitindo/recebendo dados, entram num estado de dormência ou “*Sleep*”, consumindo o mínimo de energia. Isso se confirma se forem devidamente configurados por um software, disponibilizado gratuitamente pelo fabricante, chamado X-CTU.

De acordo com Faludi (2010), cada pino possui uma identificação, e a conexão entre o módulo *Xbee* e *Arduino UNO* é feita começando pelo pino VCC do módulo *Xbee* conectado ao pino 3,3v do *Arduino UNO*, o pino TX ou DOUT do módulo *Xbee* conectado ao pino RX do *Arduino UNO*, o pino RX ou DIN do módulo *Xbee* conectado ao pino TX do *Arduino UNO*, e por fim, os pinos GND's de ambos conectados. Este módulo é totalmente compatível com a aplicação deste projeto, pois é voltada para aplicações que exigem baixa taxa de dados, baixo consumo de energia (baterias) e segurança na transmissão de dados, tornando-se parte fundamental na transmissão de dados entre a medição do modulo detector de oxigênio e o *Arduino UNO*, que recebe, processa e guarda as informações em arquivo TXT, isto é, trata e converte os dados em informação.

2.4. PADRÃO IEEE 802.15.4 E MODO DE OPERAÇÃO API

O padrão IEEE 802.15.4 permite uma comunicação ponto a ponto ou uma comunicação ponto a multiponto. De acordo com Saleiro (2009), é comum a utilização de um coordenador central, conectado via rede sem fio a diversos nós que comunicam diretamente com o mesmo. Este projeto usa este tipo de topologia, tendo um módulo *Xbee* coordenador instalado em um *Arduino UNO* para pedir e receber informação de um ou mais *Xbee* espalhados no campo de detecção, que no caso do *Xbee-Pro*, utilizado neste projeto, tem o alcance interior de um metro e alcance exterior de cem metros.

Figura 5: Xbee coordenador e Xbee remoto.



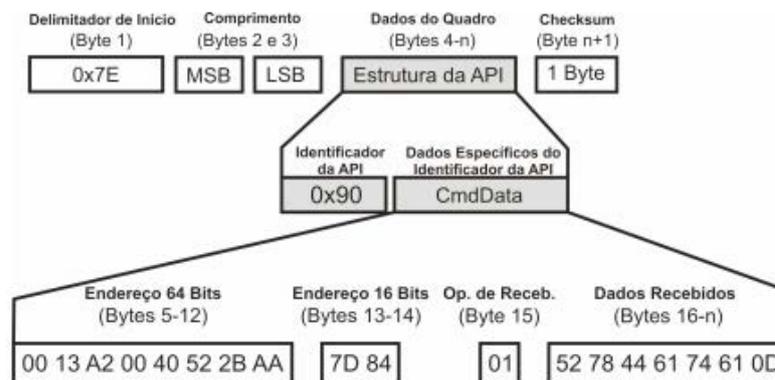
Fonte: HEBEL, 2012.

O módulo possui dois modos de operação, são elas, a AT (modo transparente) e a API (*Application Programming Interface*). Por meio do modo API é possível um determinado módulo enviar endereço fonte, endereço destino, nome de um determinado nó, sinal RSSI, estado, dentre outros dados. De acordo com Digi Internacional (2009), API proporciona transmissão de dados em frames, e facilita muitas operações, como por exemplo, utilização do modo “*Sleep*”, na qual os módulos, com exceção do coordenador, entram em estado de “espera”, além de receber o sucesso ou fracasso em resposta de cada pacote transmitido RF, identificar o endereço de origem de cada pacote recebido e pode transmitir dados para múltiplos destinos sem entrar em modo de comandos. Na Figura 3, temos à esquerda, um *Xbee* coordenador conectado ao adaptador usb, que por sua vez, está conectado a um computador com o software X-CTU instalado, e na direita, um *Xbee* remoto recebendo dados, executando solicitações e respondendo ao coordenador.

Existem três categorias de dispositivos lógicos na rede *Zigbee*, são elas o *coor-*

dinador, *router* e *endpoint*. De acordo com Tose (2012), sendo os dois primeiros implementáveis com base em dispositivos físicos da classe FFD (*Full Function Device*), isto é, eles possuem todas as funções do módulo na programação, e o terceiro com base em dispositivos físicos de classe FFD ou RFD (*Reduced Function Device*), ou seja, contam com menos funções do módulo. O *coordinator*, como o próprio nome indica, é responsável pela criação e manutenção da rede *Zigbee*, armazenando informação de gestão interna relevante para o seu funcionamento e podendo também funcionar como bridge entre diferentes redes *Zigbee*. O *router* além de ser um nó normal tem como funcionalidade extra poder funcionar como *router* intermédio, permitindo a comunicação entre nós sem a intervenção do coordenador; o *endpoint* apenas tem a possibilidade de comunicar com a rede não tendo nenhuma função de gestão. Este projeto conta com um módulo *Xbee coordinator* (coordenador) e dois *endpoints*, sendo um deles ligado a um sensor pela portas seriais Rx Tx.

Figura 6: Frame de dados na operação API.



Fonte: Rivero and Mili (2011), apud Digi (2009a).

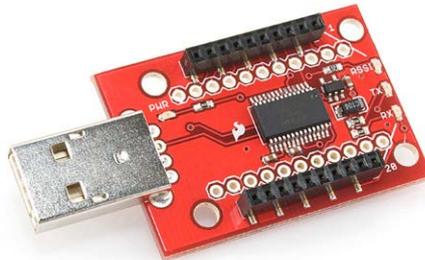
Na Figura 3 é possível conferir o frame de dados do protocolo *Zigbee* por operação API. Nela pode-se observar o delimitador de início (0x7E) com até 1 byte, o MSB (byte mais significativo), LSB (byte menos significativo), na qual MSB+LSB com até 3 bytes, Estrutura da API, na qual normalmente utiliza do byte 5 até o byte 21, e Checksum de apenas 1 byte. Todos os bytes utilizam numeração hexadecimal e podem ser convertidos em operações simples na programação do *Arduino UNO*.

Para que o *Arduino UNO* registre exatamente qual dos módulos enviou dados, os bytes 13 e 14, bytes de endereço, são verificados no recebimento de informações. Os dados recebidos, os bytes 16 até o byte 21, são verificados de acordo com a aplicação e necessidade.

2.5. CONFIGURAÇÕES X-CTU

Ao utilizar o *X-CTU* para configurar os módulos *Xbee*, o usuário precisa utilizar um adaptador *usb*, que será conectado ao *Xbee* e ao computador (Figura 2). Este projeto utilizou uma placa convencional chamada *Xbee explorer* (Figura 4) conectado ao primeiro módulo, chamado *Xbee* coordenador, além do programa *X-CTU* instalado na máquina na qual o *Xbee explorer* e o *Xbee* coordenador estão conectados, para que se possa realizar as devidas configurações.

Figura 7: Xbee explorer



Fonte: Digi Internacional (2012)

De acordo com Digi Internacional (2012), o *X-CTU* tem a capacidade de descobrir todos os dispositivos *Xbee* na rede; atualização de firmware em um módulo local; ler ou escrever parâmetros de configuração do módulo em um dispositivo local ou remoto; salvar perfis de configuração de carga contendo configurações personalizadas.

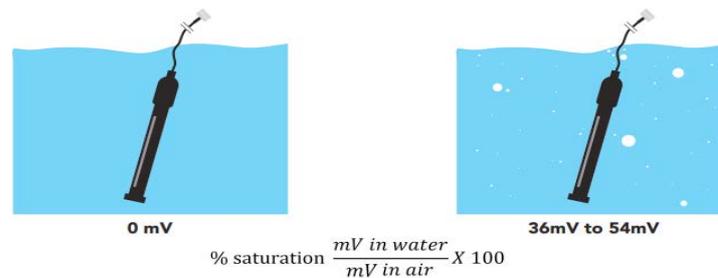
De acordo com Soleiro (2009), a configuração dos módulos *Xbee* era feita via porta serial, por comandos AT enviados por meio de um programa de emulação de terminal. Atualmente, pela forma antiga ser muito demorada, optou-se por recorrer ao software *X-CTU* fornecido pela própria fabricante. Este software disponibiliza em ambiente gráfico, de maneira que facilmente se alteram todas as opções de configuração do módulo *Xbee*. Além de permitir a configuração dos módulos, o software *X-CTU* também efetuar o update do firmware e a realização de diversos testes, como por exemplo, um teste de alcance, uma vez que permite ver a potência do sinal em tempo real.

2.6. SENSOR DE O₂ DISSOLVIDO EM ÁGUA

A conexão entre os módulos *Xbee* e os sensores de oxigênio dissolvido é serial Rx Tx, isto é, o Rx do sensor conectado com o Tx do módulo *Xbee* e o Tx do sensor conectado com o Rx do módulo *Xbee*, além de usar os pinos Vcc e Gnd para colocar o sistema em uso. Para isso, o sensor deve operar no modo de transmissão padrão, isto é, modo UART (*Universal AsynchroUNOus Receiver/Transmitter* ou Transmissor Receptor Universal) e não no modo I2C (*Inter-Integrated Circuit* ou Circuito Inter-integrado). De acordo

com Atlas-Scientific (2015), o sensor de oxigênio dissolvido é da 6ª geração do fabricante, oferece o mais alto nível de estabilidade e precisão. O sensor leva em conta temperatura, salinidade e pressão para obter a concentração de oxigênio dissolvido em água. O sinal vem de uma sonda de HDPE (*High-density polyethylene* ou Polietileno de alta densidade) galvânica. Quando se lê 0mV (milivolts) significa que não há oxigênio enquanto que uma tensão de 36mV a 54 mV significa 100% de oxigênio.

Figura 5: Sensor de Oxigênio dissolvido.



Fonte: Atlas-Scientific, 2015.

Este dispositivo é adequado e compatível para a aplicação. Para determinar informações muito básicas sobre a percentagem de saturação tomamos a tensão (em milivolts) saindo do sensor de oxigênio dissolvido, quando está inserido na água, e dividimos pela tensão (em milivolts), quando o mesmo estiver fora da água (Figura 5). Em modo “*Sleep*”, de acordo com o fabricante, o sensor consome 3,3 volts e opera com temperatura no intervalo entre -40°C e 85°C.

3. MATERIAIS E MÉTODOS – DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Inicialmente, foi feita uma revisão detalhada sobre o módulo de detecção de OD (oxigênio dissolvido), programação em linguagem C++, fundamentos eletrônicos, principalmente sobre o módulo *Xbee* e o protocolos de rede *Zigbee*, microcontroladores e plataformas como o *Arduino UNO*, além dos tipos de *Shields* e sensores passíveis de serem utilizados no projeto.

Os artigos e periódicos, utilizados como fonte de pesquisa bibliográfica, estão armazenados em bases de dados na internet. Logo a seguir, adquiriu-se os equipamentos necessários como dois módulos *Xbee-pro*; um módulo *Xbee*; um módulo RTC; um módulo cartão de memória SD; um sensor de O₂ dissolvido; um *Arduino UNO*; uma shield *Arduino UNO*; duas fontes de 5 volts; dois notebook’s; uma protoboard e muitos jumpers (fios pequenos usados para ligações simples em circuitos eletrônicos).

Com base na pesquisa bibliográfica e em testes práticos, foram desenvolvidas a programação do *Arduino UNO*, no programa chamado “*Arduino*”, versão 1.6.5, a configuração dos módulos *Xbee*, acompanhamento e resolução dos problemas encontrados.

Para programar os dispositivos no *Arduino UNO* utilizou-se, em primeiro lugar, os datashet's dos próprios dispositivos, onde se continham informações de cada função e como se podiam manipula-las na programação. Após isto, alguns exemplos de rotina de programação em linguagem C++, fornecidas pelo fabricante dos módulos *Xbee*, foram usados para configurar e verificar o funcionamento dos mesmos. Com isso, verificou-se a necessidade de adicionar bibliotecas específicas dos dispositivos, sendo duas bibliotecas dos módulos *Xbee*, duas bibliotecas dos módulos RTC e uma biblioteca do módulo cartão SD. Dessa forma a rotina da programação foi elaborada e testada enquanto se realizavam configurações dos módulos *Xbee*, por meio do programa X-CTU, também fornecido pelo fabricante dos módulos *Xbee*, afim de que se atingisse o desempenho e rotinas desejadas na execução do sistema.

A programação desenvolvida neste trabalho, para que as leituras dos sensores fossem transmitidos por conexão sem fio ao *Arduino UNO* e, posteriormente, com devida instalação de hardware e software, ao computador, atendeu aos objetivos do projeto. O programa foi desenvolvido e armazenado na plataforma *Arduino UNO*, que por sua vez é conectado com o *Xbee* coordenador ou coordinator, recebendo e tratando os dados com formulas específicas do fabricante, armazenando as informações com data/hora e, em caso de estar devidamente instalado em um computador, exibe o log com as informações recebidas pelos módulos de conexão sem fio, via tela "*Arduino monitor*", no programa *Arduino*.

3.1. MÓDULO RTC (REAL TIME CLOCK)

O registro da hora, dia, mês, ano é essencial para a organização e controle das medições e dados recebidos de cada módulo *Xbee*, que neste caso, estão como *endpoints*. Por isso, foi adicionado um módulo RTC ao *Arduino UNO*, na qual também tem instalado um módulo cartão de memória SD, para guardar os dados recebidos. Para programar o RTC, foi necessário utilizar duas bibliotecas, são elas, a "Time.h" e a "DS3232RTC.h". Os demais dispositivos também necessitaram de bibliotecas específicas.

3.2. EXPORTAÇÃO DE INFORMAÇÃO VIA ARQUIVO TXT DENTRO DO CARTÃO SD

O registro de informações em um cartão de memória é necessário para se possa fazer tratamento dos dados posteriormente, podendo até criar gráficos e tabelas a partir dos dados obtidos na verificação. Para este projeto foi adicionado um módulo de cartão SD, com a função de gravar dados de medições recebidas pelo coordenador, em arquivo de texto (TXT) (Figura 6). Dessa forma, os dados podem ser conferidos posteriormente.

Figura 6: Arquivo de Log com dados de sensores de temperatura, salvo automaticamente no cartão SD.

| Canal | Temperatura (°C) | Tempo (HH:MM:SS) | Data (DD/MM/AAAA) |
|-------|------------------|------------------|-------------------|
| 1 | 28.36 | 16:58:33 | 29/07/2015 |
| 2 | 28.01 | 16:58:34 | 29/07/2015 |
| 1 | 28.48 | 16:58:42 | 29/07/2015 |
| 2 | 28.01 | 16:58:44 | 29/07/2015 |
| 2 | 27.89 | 17:03:50 | 29/07/2015 |
| 1 | 28.36 | 17:03:51 | 29/07/2015 |
| 2 | 27.77 | 17:04:00 | 29/07/2015 |
| 1 | 28.24 | 17:04:01 | 29/07/2015 |
| 2 | 27.66 | 17:04:10 | 29/07/2015 |
| 1 | 28.12 | 17:04:11 | 29/07/2015 |
| 2 | 27.66 | 17:04:19 | 29/07/2015 |
| 1 | 28.12 | 17:04:20 | 29/07/2015 |
| 2 | 27.66 | 17:04:29 | 29/07/2015 |
| 1 | 28.24 | 17:04:30 | 29/07/2015 |
| 2 | 27.66 | 17:04:39 | 29/07/2015 |
| 1 | 28.24 | 17:04:40 | 29/07/2015 |
| 2 | 27.77 | 17:04:49 | 29/07/2015 |
| 1 | 28.24 | 17:04:49 | 29/07/2015 |

Para programar a rotina de gravação das medições em um arquivo TXT dentro do cartão SD, foi necessário utilizar uma biblioteca “SD.h”, necessária para ativar as funções do módulo e salvar os dados recebidos pelos módulos *Xbee*.

3.3. PROGRAMAÇÃO

Após instalar e configurar os módulos *Xbee*, instalar os dois sensores nos dois *Xbee endpoint's* e instalar os módulos RTC e cartão SD no *Arduino UNO*, é necessário programar as rotinas necessárias para que o *Arduino UNO* receba, processe e imprima as informações dos sensores no cartão SD. A rotina foi desenvolvida em linguagem C++, no programa *Arduino*.

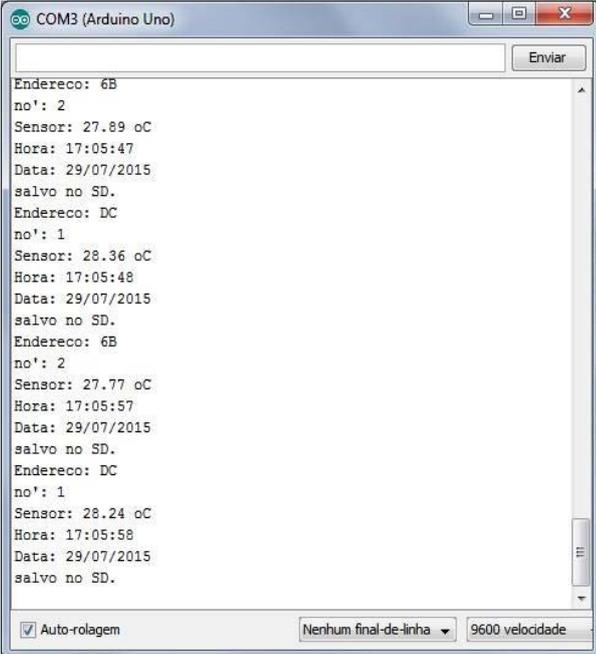
De acordo com Renna et al (2013), para que ocorra comunicação serial e interações com outros dispositivos de rede, foi necessário inserir as bibliotecas “Wire.h” e “SPI.h”, na qual, podemos entender cada um, separadamente, como, SPI - para se comunicar com os dispositivos que utilizam a *Serial Peripheral Interface (SPI)*; *Wire (Two Wire Interface – TWI/I2C)* - para enviar e receber informações através de uma rede.

Após adicionar as bibliotecas necessárias e construir a rotina utilizada, pelo *Arduino UNO*, para tratar, salvar e imprimir as informações recebidas foram realizados testes com sensores de temperatura, a fim de testar a programação e os módulos *Xbee*. Este teste foi realizado com dois módulos *Xbee* remotos, um módulo *Xbee* coordinator, um *Arduino UNO* conectado ao módulo *Xbee* coordinator, um módulo cartão SD e um módulo RTC, sendo os dois últimos conectado ao *Arduino UNO*.

Os dois sensores de temperatura enviam suas medições pelas portas seriais

RxTx, para o módulo *Xbee*, que por sua vez, direciona o código hexadecimal via rede sem fio ao *Xbee* coordinator. De acordo com Digi Internacional Inc (2012), o quadro de dados no modo API do módulo *Xbee* contém vinte e dois bytes, na qual detém dentro deste frame, informações sobre endereço de destino, endereço de origem, transmissão de dados, comprimento do quadro, dentro outros. Para este teste, foram usados informações fixas do quadro de transmissão dos dois módulos *Xbee*, como endereço de origem para identificação dos módulos e, informações variáveis, como os dados de leitura de temperatura.

Figura 7: Arduino UNO monitor - Teste com sensor de temperatura.



```
COM3 (Arduino Uno)
Enviar
Endereco: 6B
no': 2
Sensor: 27.89 oC
Hora: 17:05:47
Data: 29/07/2015
salvo no SD.
Endereco: DC
no': 1
Sensor: 28.36 oC
Hora: 17:05:48
Data: 29/07/2015
salvo no SD.
Endereco: 6B
no': 2
Sensor: 27.77 oC
Hora: 17:05:57
Data: 29/07/2015
salvo no SD.
Endereco: DC
no': 1
Sensor: 28.24 oC
Hora: 17:05:58
Data: 29/07/2015
salvo no SD.
 Auto-rolagem
Nenhum final-de-linha
9600 velocidade
```

Os resultados do teste ocorrerão como o esperado, já que a identificação dos sensores e módulos estão corretas, as leituras de temperatura estão de acordo com o aguardado e as informações foram salvas com data e hora (Figura 7). Além disso, os módulos foram configurados anteriormente, utilizando o programa X-CTU, para entrar em dormência (modo *Sleep*) a cada dez segundos, diminuindo o gasto de energia.

Ao receber os dados pelos módulos *Xbee*, ocorre um tratamento da medição recebida em número hexadecimal, devido à programação conter a fórmula de conversão de número hexadecimal para decimal, orientada no manual do fabricante. A programação utilizada neste teste encontra-se no Apêndice A deste documento.

Para a realização deste projeto, foi necessário configurar o módulo *Xbee* coordenador e, em seguida, os outros módulos *Xbee* da rede. No Apêndice B, contém impressões de tela, de todas as configurações realizadas com o programa X-CTU, versão 6.2.0, nos três módulos *Xbee*. Com este programa pode-se alterar diversos parâmetros, dentre eles opções de rede, endereçamento e valores de tempo de espera, e além disso, carregar os valores atuais e salvar configurações. Para realizar as configurações, basta que o computa-

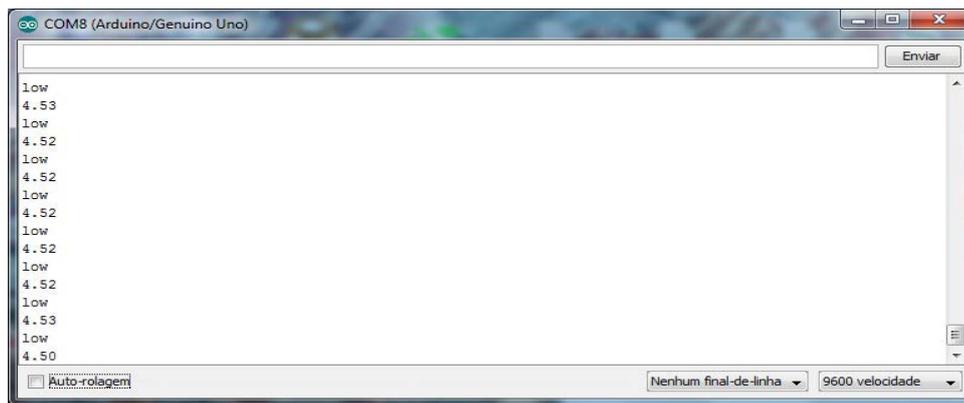
dor esteja conectado ao módulo *Xbee* coordenador via cabo e adaptador USB. Além disso, o módulo *Xbee* coordenador é responsável por estabelecer comunicação com os demais módulos *Xbee* e, por meio do X-CTU, pode realizar as configurações nos demais módulos via rede sem fio.

3.4. Sensor de O₂ dissolvido em água

O sinal detectado pelo sensor de oxigênio dissolvido será transmitido via rede sem fio utilizando os módulos *Xbee*'s e o receptor do sinal está acoplado em uma interface *Arduino UNO*, que pode estar ou não conectado a um computador. Na figura 8, temos as medições realizadas em teste com o sensor de oxigênio em um recipiente com água. Para realizar essas medições, o sensor foi montado de acordo com as orientações do fabricante em seu manual, em um *Arduino UNO*, usando pinos (portas de entrada) que foram programados para simular portas seriais, isto é, o *Arduino UNO* vai receber as medições por duas de suas portas de entrada, logo depois o circuito do sensor vai realizar algumas conversões e, por fim, o *Arduino UNO* vai imprimir na tela do "*Arduino monitor*", as informações recebidas do circuito do sensor. Além disso, a programação no *Arduino UNO* vai realizar teste e, de acordo com a medição recebida, deve imprimir "*low*", "*medium*" e "*high*", para que o usuário possa entender melhor o resultado da medição.

No entanto, para que os módulos *Xbee*'s recebam e transportem as medições dos sensores, via rede sem fio, para o módulo *coordinator* (coordenador), é necessário configurar as portas seriais dos módulos que estão conectados aos sensores de oxigênio dissolvido (OD). O Sensor de OD, por sua vez, realiza medições a partir de sua energização e, só finaliza o seu ciclo de medições, quando é desenergizado.

Figura 8: Medições do sensor de Oxigênio dissolvido.



Fonte: Atlas-Scientific, 2015.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Testes preliminares, feitos em laboratório mostram que o sensor detecta o oxigênio dissolvido, como foi visto na Figura 8, e dessa forma, envia as medições para as portas seriais RxTx, onde pode ser instalado um transmissor, um *Arduino* ou módulo de comunicação de serial, como o módulo *Xbee*. No caso da Figura 8, foi usado um *Arduino* para testar o sensor e verificar o seu funcionamento. Este mesmo procedimento foi realizado com os demais módulos e dispositivos envolvidos no sistema, a fim de testar as funções de cada dispositivo no desenvolvimento do projeto.

Os dados inerentes da pesquisa até aqui desenvolvida mostraram-se confiáveis, pois o que se objetivou (a execução da programação) exigiu que os dispositivos *Xbee* fossem configurados de acordo com a aplicação, por meio do software X-CTU. O modo *Sleep* foi um dos modos que exigiu várias modificações para que dois dispositivos trabalhassem em sincronia com terceiro módulo, isto é, o coordenador. Com a alteração no modo de funcionamento dos módulos *Xbee*, o consumo de energia se tornou o mínimo possível para esta aplicação, realizando dessa forma, medições de dez em dez segundos. Se o *Arduino UNO* estiver conectado ao computador, é possível acompanhar, pela tela “*Arduino monitor*”, de impressão serial, no programa “*Arduino*”, as informações recebidas dos sensores, conforme expresso na Figura 7, anteriormente exposta.

Após constatar que a programação e configurações realizadas nos dispositivos atendiam as necessidades do projeto, um problema foi encontrado na transmissão de dados da porta serial do sensor de OD para o módulo *Xbee*. Isso impossibilitou a realização de testes com o sensor de oxigênio dissolvido. Porém, soluções para o problema estão sendo elaboradas e questões já foram enviadas para o fabricante dos módulos *Xbee*.

Alguns autores fazem menção da importância de se desenvolver sistemas de monitoramento de OD com baixo custo e confiável.

De acordo com Ferreira (2007), que desenvolveu sensores OD com a tecnologia LTCC (*low temperature co-fired ceramics*) um dos principais objetivos de seu trabalho foi alcançado, isto é, construir um sensor que atende as expectativas e que seja de baixo custo, igualmente como o realizado neste presente trabalho.

Those (2012), na conclusão de seu trabalho sobre redes de sensores sem fio *Zigbee*, aplicada em uma estação de tratamento de esgoto, constatou a alta estabilidade de transmissão de dados e baixo consumo de energia, sendo da mesma forma verificado neste trabalho, por meio de testes com sensores de temperatura, visualizado anteriormente na Figura 7, onde também é possível notar a utilização do modo “*Sleep*”, diminuindo ainda mais o consumo de energia.

Assim, pode-se dizer que o sistema de rede sem fio atende aos requisitos industriais de confiabilidade de transmissão de dados e atende os objetivos deste trabalho, quanto a utilização de tecnologias *open-source*, de baixo custo, grande compatibilidade com diversos sistemas, medições em tempo real, baixo consumo energia, flexíveis topologias de rede e grande alcance de medição.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este projeto teve como proposta, o desenvolvimento de um sistema de monitoramento remoto sem fio de medições de oxigênio dissolvido, com custo baixo, isto é, dispositivos com licença livre (*open-source*), de alta segurança na transmissão de dados e flexíveis topologias. A metodologia empregada determinou que devia ser realizado a programação e configuração dos periféricos envolvidos, tais como os módulos *Xbee*, *Arduino UNO*, modulo cartão SD, modulo RTC, sensores de oxigênio dissolvido (OD) e outros tipos de sensores utilizados em testes.

Nos testes, foi verificado que o sensor de OD tem um tempo de espera de medições, em tempo real, de aproximadamente um minuto. Com isso, novas modificações nas configurações e na programação devem ser realizadas, com intuito de melhorar a compatibilidade entre os módulos *Xbee* e os sensores de OD.

No entanto, os objetivos para esta fase do projeto foram realmente obtidos, embora o mesmo possa ter continuidade. E, futuramente, novos projetos podem ser realizados a partir deste trabalho, como, um sistema supervisorio que permita configurar os sensores de OD e imprimir gráficos, e/ou imprimir relatórios de eventos decorridos nos sensores de OD, ou ainda, outros tipos de sensores acoplados em módulos de transmissão de dados em rede sem fio.

6. REFERÊNCIAS

- ATLAS-SCIENTIFIC. **Dissolved Oxygen Circuit EZO**. V 2.6. Environmental Robotics. Disponível em: <http://www.atlas-scientific.com/_files/_datasheets/_circuit/DO_EZO_Datasheet.pdf?>. 2015.
- BARONTI, Paolo; PILLAI, Prashant; CHOOK, Vince W.C.; CHESSA, Stefano; GOTTA, Alberto; HU, Y. Fun. **Wireless sensor networks: A survey on the state of the art and the 802.15.4 and Zigbee standards**. ScienceDirect. 2006.
- CAVALCANTE, Marisa Almeida; TAVOLARO, Cristiane Rodrigues Caetano; MOLISANI, Elio. Revista Brasileira de Ensino de Física. **Física com Arduino UNO para iniciantes**. v.33, n.4. 2011.
- DIGI INTERNATIONAL. **Manual Operation Xbee/Xbee-PRO RF Modules**. 2009.
- DIGI INTERNACIONAL INC. **Xbee®/Xbee-PRO® ZB RF Modules: Zigbee RF Modules by Digi International**. Models: XBEE2, XBEEPRO2, PRO S2B. Hardware: S2 and S2B. 2012.
- DUARTE, Maria S. B.; MENDONÇA, Ana Maria G. D.; PEREIRA, Darling L.; RAMOS, Aluska M. C.; MENDONÇA, José J. **Estudo da qualidade da água como referência para educação ambiental do ensino de química**. Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB - ENECT. 2012.
- ESTEVES, F.A. **Fundamentos de Limnologia**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Inter ciência, 1998.
- EVANS, Martin; HOCHENBAUM, Jordan. **Arduino UNO in Action**. Manning, EUA, 2013.
- FALUDI, Robert. **Building Wireless Sensor Networks**. O'REILLY. ISBN: 978-0-596-80773-3. 2011.
- FARIAS, Maria S. Sobral de. **Monitoramento da qualidade da água na bacia hidrográfica do Rio Cabelo**. Campina Grande, 2006. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - UFCG -Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, 2006.
- FERREIRA, Marcos Aparecido Chaves. **Desenvolvimento de sensores de oxigênio dissolvido utilizando métodos eletroquímicos e ópticos para monitoramento em tempo real da qualidade de água / M.A.C. Ferreira**. --ed. rev.-- São Paulo, 2007. 154p.
- GITHUB. **Attie/libXbee3: A C/C++ library to aid the use of Digi Xbee radios in API mode**. <<https://github.com/attie/libXbee3>>. Acessado em 15 de agos. 2015
- HEBEL, Martin; BRICKER, George; HARRIS, Daniel. **Getting Started with Xbee RF Modules: A Tutorial for BASIC Stamp and Propeller Microcontrollers**. v. 1.0. 2012.
- LINDIM, C.; PINHO, J. L. S.; VIEIRA, J. L. S. **Modelação da Qualidade da Água na Albufeira de Alvito**. Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Minho, 4710-553 Braga, Portugal. Número 33. 2008.
- LABIOD, Houda; AFIFI, Hossam; SANTIS, Costantino De. **WiFi, Bluetooth, Zigbee and WiMax**. Paris: Springer, 2007.

LABORATÓRIO DE GARAGEM. **Tutorial: Como utilizar o Xbee**. Disponível em < <http://labdegaragem.com/profiles/blogs/tutorial-como-utilizar-o-Xbee>>. 2013. Acessado em 20/08/2015 às 23:06.

MCROBERTS, Michael. **Arduino UNO** Básico. Novatec, Brasil, 2013.

RENNA, Roberto Brauer Di; BRASIL, Rodrigo Duque Ramos; CUNHA, Thiago Elias Bitencourt; BEPPU, Mathyan Motta; FONSECA, Erika Guimarães Pereira da; VEGA, Alexandre Santos de la. **Introdução ao kit de desenvolvimento Arduino UNO**. Programa de Educação Tutorial – Grupo PET-Tele. Curso de Engenharia de Telecomunicações – TGT. Junho, 2013.

RIVERO, Ilo Amy Saldanha; MINI, Raquel Aparecida de Freitas. **Rede de sensores sem fio para monitoramento de equipamentos eletrônicos** / Ilo Amy Saldanha Rivero. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Informática. Belo Horizonte, 2011.

SALEIRO, M.; EY, E. **Zigbee Uma Abordagem Prática**. Disponível em: <http://www.lusorobotica.com/ficheiros/Introducao_ao_Zigbee_-_por_msaleiro.pdf> Acesso em: 01 jun. 2009.

SILVA, R.M.G. **Contextualizando aprendizagens em Química na formação escolar**. Química Nova na Escola, 2003.

SILVEIRA, Thyago. **Análise Físico-química da água da bacia do Rio Cabelo**. II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica. João Pessoa-PB. 2007.

SOUZA, Artur Holanda de; FILHO, Francisco de Assis de Souza; CID, Daniel Antônio Camelo; LEMOS, Wictor E. Dajtenko; CABRAL, Samuelson L. XII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. **Otimização Computacional do Tratamento de Água em Rios no Nordeste Brasileiro**. Natal-RO. 2004.

SOUZA, David Jose de. **Desbravando o PIC: baseado no micro controlador PIC16F84**. 2 ed. São Paulo: Érica, 2000. 200 p.

TOSE, Thobias. **Rede de Sensores sem fio Zigbee aplicada em uma estação de tratamento de esgoto**. Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória. 2012.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte. Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2005.

ROTINA DE CÁLCULO PARA DIMENSIONAMENTO DE REFORÇO À FLEXÃO POR ADIÇÃO DE PERFIS DE AÇO LAMINADOS EM VIGAS

10.33872/engcivil.fatecie.2019.cap5

Arthur Rosinski do Nascimento¹

Rafael Alves de Souza²

1. INTRODUÇÃO

Reforços em estruturas de concreto armado são utilizados em várias situações, sendo os principais motivos o aumento da carga de serviço devido à mudança de utilização de uma edificação, alteração ou eliminação de elementos estruturais como lajes, vigas e pilares, acarretando em uma redistribuição de esforços na estrutura.

Na década de 1970 diversos estudos foram realizados para o aperfeiçoamento da técnica de reforço em vigas de concreto armado com elementos metálicos aderidos externamente, especialmente nas questões de ancoragem e concentração de tensões no final das chapas. Vários experimentos foram realizados para avaliar o comportamento da ligação chapa-concreto. Após estes trabalhos, a técnica foi disseminada em todo o mundo, sendo aperfeiçoada principalmente nos trabalhos de Van Gemert (1980), Van Gemert e Maesschalck (1983), Charif (1980), Cánovas (1985), Ziraba (1993) e Appleton (1997).

Dentro desse contexto, o presente trabalho apresenta-se uma rotina de cálculo para o dimensionamento de reforço à flexão de vigas de concreto armado por adição de perfis de aço laminado, baseando nas recomendações da NBR 6118 (2014).

As equações propostas para o dimensionamento da armadura do reforço foram inspiradas no Método da Compatibilidade de Deformações de Charif (1983), onde se estabelece uma rotina de cálculo de forma iterativa, partindo-se de uma área de reforço metálico conhecida. No cálculo do momento resistente da seção reforçada também são considerados os panoramas de deformação para os diferentes estágios de carregamento no processo de execução do reforço estrutural.

No modelo sugerido foi considerado que há interação total entre os perfis de aço laminado e a seção de concreto. Isto é possível com o uso do adesivo epóxi supondo que

1 Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Maringá - UEM (2017). Professor do curso de Engenharia Civil da Faculdade de Tecnologia e Ciências do Norte do Paraná – UniFatecie.

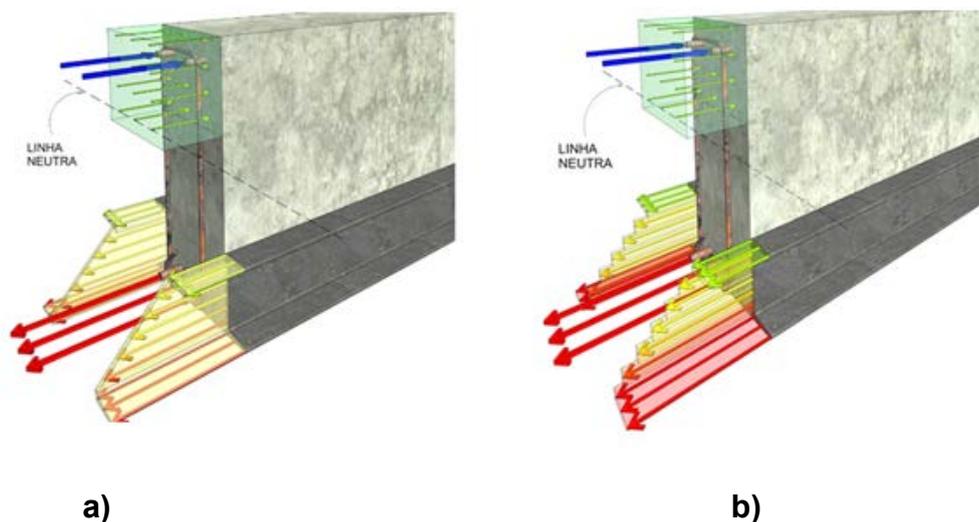
2 Pós-doutor pela University of Illinois at Urbana-Champaign - EUA (2006) e pela University of Massachusetts Amherst - EUA (2015). Professor titular da Universidade Estadual de Maringá – UEM.

não ocorram deslizamentos na ligação entre os referidos materiais.

A tensão normal devido à flexão em uma seção transversal com comportamento elástico e linear é zero no eixo neutro e máxima nas faces tracionadas e comprimidas. Para uma seção de concreto armado reforçada com perfil de aço laminado com tensões de tração inferiores à tensão de escoamento do aço, a distribuição de tensão se assemelha à ilustrada na Figura 1.1 (a).

De forma simplificada, a área do reforço poderia ser concentrada no seu centróide. Contudo esta simplificação fugiria muito do comportamento das tensões neste material. Para evitar esta hipótese grosseira, os perfis serão divididos em camadas ao longo da sua altura com tensões constantes em cada uma, como apresentado na Figura 1.1(b). Assim, é possível identificar quais camadas ultrapassarão as deformações de escoamento.

Figura 1 – Tensões normais atuantes na seção de concreto armado reforçada



2. CAPACIDADE RESISTENTE DA SEÇÃO DE CONCRETO REFORÇADA

O primeiro passo a ser realizado no processo de dimensionamento do reforço é a verificação da sua necessidade. Para isto, calcula-se através das equações de equilíbrio de forças e momentos a capacidade resistente da seção existente de concreto armado, comparando a mesma a mesma com solicitação para a situação futura. Caso a solicitação supere a capacidade resistente, constata-se a necessidade do reforço.

Verificada a necessidade do reforço à flexão, procede-se ao dimensionamento do reforço metálico. Primeiramente, é preciso conhecer a deformação da seção transversal no local que será instalado o perfil metálico na condição de pré-carregamento no instante da execução do reforço. Para isto, adota-se um perfil metálico, cujas dimensões são conhecidas, e divide-se a altura em camadas, cujas áreas são conhecidas, de modo a poder concentrá-las nos seus respectivos centróides.

Como a espessura das mesas do perfil é variável (no caso de perfis U laminados, por exemplo), é preciso realizar uma correção desta dimensão através do fator Φ , podendo ser calculado pela Equação 2.1.

$$2 * b_f * \Phi * t_f + (h - 2 * \Phi * t_f) * t_w = A_{rp} \quad (2.1)$$

Em que,

- b_f : largura da mesa do perfil de acordo com fabricante;
- t_f : Espessura da mesa do perfil de acordo com fabricante;
- t_w : Espessura da alma do perfil de acordo com fabricante;
- A_{rp} : Área de um perfil de aço laminado com seção em U;
- h : Altura do perfil de acordo com fabricante;
- Φ : Fator de correção da espessura da mesa.

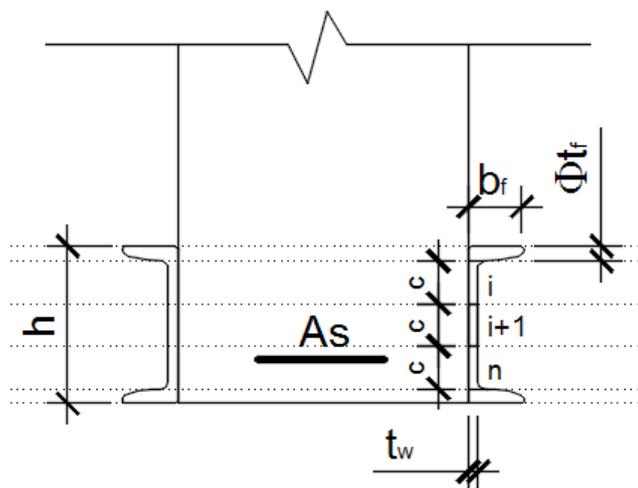
Com isto, as mesas inferior e superior terão área igual a . A alma deve ser dividida em n elementos, sendo que a altura máxima destes elementos deve ser 25 mm para se aproximar das dimensões usuais de um vergalhão de aço. Assim, n pode ser calculado pela Equação 2.2, cujas dimensões devem estar em mm. Caso o valor de n seja decimal, este deve ser arredondado para o número inteiro imediatamente superior a ele.

$$n = \frac{h - 2 * \Phi * t_f}{25} \quad (2.2)$$

Definido o número de camadas, a altura, c , de cada elemento i é calculado pela Equação 2.3. A Figura 2.1 ilustra esta situação.

$$c = \frac{h - 2 * \Phi * t_f}{n} \quad (2.3)$$

Figura 2.1 – Elementos de áreas do perfil U



A deformação de cada elemento poderá ser calculada a partir da distância do centróide de cada elemento até a posição da linha neutra. Esta distância será representada

por y , podendo ser calculada pelas Equações 2.4 a 2.6.

$$y_{rp}^{m,sup} = H - x - h + \frac{\emptyset * t_f}{2} \quad (2.4)$$

$$y_{rp}^{m,inf} = H - x - \frac{\emptyset * t_f}{2} \quad (2.5)$$

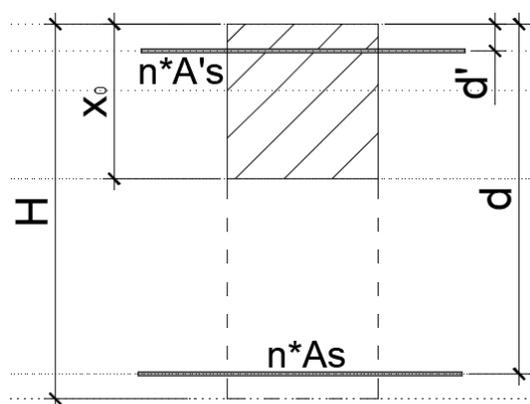
$$y_{rp}^i = H - x - h + \emptyset * t_f + (i - 1) * c + \frac{c}{2}, \text{ sendo } i \text{ variando de } 1 \text{ a } n \quad (2.6)$$

Em que, $y_{rp}^{m,sup}$: distância da linha neutra até o centróide da mesa superior;
 $y_{rp}^{m,inf}$: Distância da linha neutra até o centróide da mesa inferior;
 y_{rp}^i : Distância da linha neutra até o centróide de cada elemento i ;
 H : Altura da seção de concreto armado;
 x : Posição da linha neutra;
 i : Número de ordem dos elementos de área da alma do perfil;
 c : Altura dos elementos de área i .

Para o cálculo das deformações em cada elemento de área i é preciso definir a carga atuante na estrutura no instante da execução do reforço e as condições de escoramento. Tal cálculo é necessário para obter a real deformação do reforço após toda a aplicação do carregamento de uso na viga. Esta deformação será igual à diferença entre a deformação na condição carregada e a deformação na condição inicial (no instante da fixação do perfil).

Definida a condição de escoramento e alívio de cargas, calculam-se os esforços internos em serviço e a posição da linha neutra desta condição, para a seção homogeneizada fissurada (no Estádio II).

Figura 2.2 – Seção transformada de concreto armado



Seção Fissurada

A linha neutra para este pré-carregamento é obtida fazendo-se o momento es-

tático da seção transversal transformada igual a zero, conforme esquema apresentado na Figura 2.2. As equações da linha neutra e do momento de inércia para a seção transformada estão apresentadas nas Equações 2.7 e 2.8.

$$b * x_0 * \frac{x_0}{2} + n^* * A'_s * (x_0 - d') - n^* * A_s * (d - x_0) = 0 \quad (2.7)$$

$$I_{tr} = \frac{b * x_0^3}{3} + n^* * A'_s * (x_0 - d')^2 + n^* * A_s * (d - x_0)^2 \quad (2.8)$$

$$n^* = \frac{E_s}{E_{cs}} \quad (2.9)$$

Em que,

n^* : Fator de transformação do aço para homogeneização da seção de concreto;

E_s : Módulo de elasticidade do aço;

E_{cs} : Módulo de elasticidade secante do concreto;

b : Largura da seção de concreto;

x_0 : Posição da linha neutra para a situação descarregada;

A'_s : Área da armadura de compressão;

d' : Altura útil da armadura de compressão;

A_s : Área da armadura de tração;

d : Altura útil da armadura de tração;

I_{tr} : Momento de inércia da seção transformada.

Definida a linha neutra e o momento de inércia, é possível calcular a deformação em cada elemento de área do perfil U através da Equação da Lei de Hooke e da equação de flexão para os materiais no regime elástico, conforme apresenta as Equações 2.10, 2.11 e 2.12.

$$\varepsilon_{c,0}^{m,sup} = \frac{M_0 * y_{rp}^{m,sup}}{I_{tr} * E_{cs}} \quad (2.10)$$

$$\varepsilon_{c,0}^{m,inf} = \frac{M_0 * y_{rp}^{m,inf}}{I_{tr} * E_{cs}} \quad (2.11)$$

$$\varepsilon_{c,0}^i = \frac{M_0 * y_{rp}^i}{I_{tr} * E_{cs}} \quad (2.12)$$

Em que, M_0 : momento atuante para a situação da estrutura descarregada e/ou escorada;

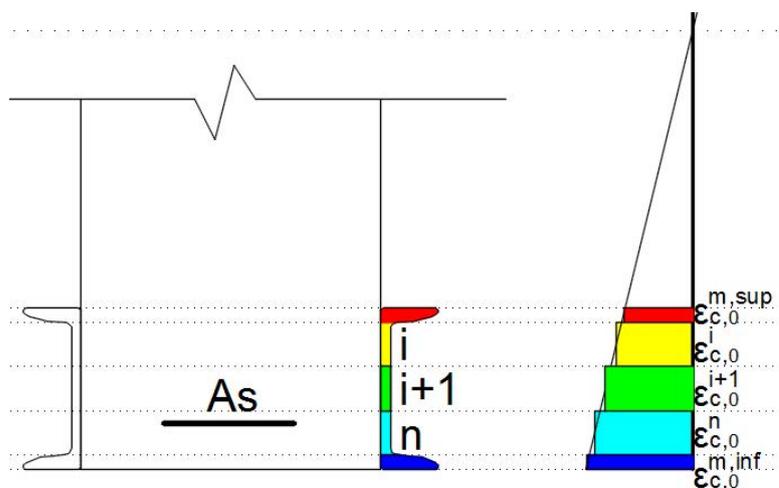
$\varepsilon_{c,0}^i$: Deformação existente na seção de concreto na posição y_{rp}^i quando atua M_0 ;

$\varepsilon_{c,0}^{m,sup}$: Deformação existente na seção de concreto na posição $y_{rp}^{m,sup}$ quando atua M_0 ;

$\varepsilon_{c,0}^{m,inf}$: Deformação existente na seção de concreto na posição $y_{rp}^{m,inf}$ quando atua M_0 .

A Figura 2.3 ilustra o perfil de deformações considerado na seção de concreto armado nas posições y_{rp}^i quando atua o momento M_0 .

Figura 2.3 – Perfil de distribuição de deformação no concreto para a condição descarregada e/ou escorada

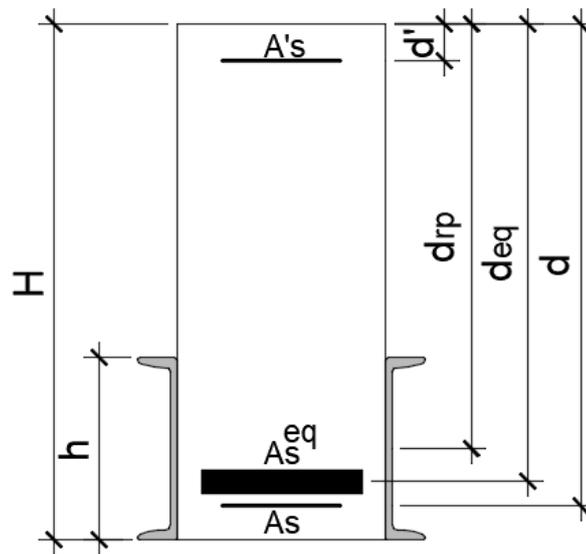


O cálculo da capacidade resistente da viga reforçada é semelhante ao de uma viga de concreto armado convencional. Entretanto, como se tem materiais de resistências diferentes trabalhando à tração em uma viga reforçada com perfis metálicos, é necessário definir a altura equivalente das armaduras tracionadas, unicamente para definir o limite entre os domínios 3 e 4. Esta altura equivalente é calculada pela Equação 2.13. A Figura 2.4 representa o na seção transversal.

$$d_{eq} = \frac{A_s * d + 2 * A_{rp} * d_{rp}}{A_s + 2 * A_{rp}} \quad (2.13)$$

Em que, d_{eq} : distância da borda comprimida da seção de concreto até o centróide das armaduras tracionadas;
 A_s : Área da armadura tracionada interna;
 A_{rp} : Área de um perfil de aço laminado em U adotado como reforço;
 d : Altura útil da armadura tracionada interna;
 d_{rp} : Distância da borda comprimida da seção de concreto até o centróide dos perfis de reforço.

Figura 2.4 – Representação do



Com este valor, os limites entre os domínios 2 e 3 e os domínios 3 e 4 são estabelecidos pelas Equações 2.14 e 2.15.

$$x_{23} = \frac{\varepsilon_{cu} * d_{eq}}{0,01 + \varepsilon_{cu}} \quad (2.14)$$

$$x_{34} = \frac{\varepsilon_{cu} * d_{eq}}{\varepsilon_{yd} + \varepsilon_{cu}} \quad (2.15)$$

Percebe-se pela Equação 2.15 que o x_{34} depende da deformação que inicia o escoamento da armadura tracionada. Como a estrutura reforçada possui dois tipos de aço (CA-50 para vergalhões e A36 para o perfil U) haverá dois valores para ε_{yd} . Por segurança, esta deformação será considerada igual à deformação que inicia o escoamento da armadura interna assumindo o valor de 0,00207, pois assim reduz-se a região do domínio 3. Assim, o limite entre estes domínios fica definido pela Equação 2.16, para concretos com $f_{ck} \leq 50$ MPa.

$$x_{34} = 0,628 * d_{eq} \quad (2.16)$$

O momento resistente é calculado de forma iterativa, atribuindo-se valores para a posição da linha neutra da seção reforçada, definindo-se sequencialmente as deformações, tensões e forças resultantes na armadura comprimida, concreto comprimido, armadura tracionada e no perfil de reforço. As equações das deformações variam de acordo com a posição da linha neutra, definidas com as Equações 2.17 a 2.25 para a seção em domínio 2 e Equações 2.26 a 2.34 para a seção em domínio 3.

a) Domínio 2

$$\varepsilon_c = \frac{0,010 * x}{d - x} < \varepsilon_{cu} \quad (2.17)$$

$$\varepsilon_{sc} = \frac{(x - d') * 0,010}{d - x} \quad (2.18)$$

$$\varepsilon_{st} = 0,010 \quad (2.19)$$

$$\varepsilon_{rp}^{m,inf} = \frac{0,010 * (y_{rp}^{m,inf})}{d - x} \quad (2.20)$$

$$\varepsilon_{rp,ef}^{m,inf} = \varepsilon_{rp}^{m,inf} - \varepsilon_{c,0}^{m,inf} = 0,010 \quad (2.21)$$

$$\varepsilon_{rp}^{m,sup} = \frac{0,010 * (y_{rp}^{m,sup})}{d - x} \quad (2.22)$$

$$\varepsilon_{rp,ef}^{m,sup} = \varepsilon_{rp}^{m,sup} - \varepsilon_{c,0}^{m,sup} \quad (2.23)$$

$$\varepsilon_{rp}^i = \frac{0,010 * (y_{rp}^i)}{d - x} \quad (2.24)$$

$$\varepsilon_{rp,ef}^i = \varepsilon_{rp}^i - \varepsilon_{c,0}^i \quad (2.25)$$

em que,

- $\varepsilon_{rp}^{m,inf}$: deformação na mesa inferior do perfil de reforço;
- $\varepsilon_{rp,ef}^{m,inf}$: deformação efetiva na mesa inferior do perfil de reforço;
- $\varepsilon_{rp}^{m,sup}$: deformação na mesa superior do perfil de reforço;
- $\varepsilon_{rp,ef}^{m,sup}$: deformação efetiva na mesa superior do perfil de reforço;
- ε_{rp}^i : deformação na camada i da alma do perfil de reforço;
- $\varepsilon_{rp,ef}^i$: deformação efetiva na camada i da alma do perfil de reforço.

b) Domínio 3

$$\varepsilon_c = \varepsilon_{cu} \quad (2.26)$$

$$\varepsilon_{sc} = \frac{(x - d') * \varepsilon_{cu}}{x} \quad (2.27)$$

$$0,00207 \leq \varepsilon_{st} = \frac{(d - x) * \varepsilon_{cu}}{x} < 0,010 \quad (2.28)$$

$$\varepsilon_{rp}^{m,inf} = \frac{\varepsilon_{cu}}{x} * (y_{rp}^{m,inf}) \quad (2.29)$$

$$0,00109 \leq \varepsilon_{rp,ef}^{m,inf} = \varepsilon_{rp}^{m,inf} - \varepsilon_{c,0}^{m,inf} < 0,010 \quad (2.30)$$

$$\varepsilon_{rp}^{m,sup} = \frac{\varepsilon_{cu}}{x} * (y_{rp}^{m,sup}) \quad (2.31)$$

$$\varepsilon_{rp,ef}^{m,sup} = \varepsilon_{rp}^{m,sup} - \varepsilon_{c,0}^{m,sup} \quad (2.32)$$

$$\varepsilon_{rp}^i = \frac{\varepsilon_{cu}}{x} * (y_{rp}^i) \quad (2.33)$$

$$\varepsilon_{rp,ef}^i = \varepsilon_{rp}^i - \varepsilon_{c,0}^i \quad (2.34)$$

As forças atuantes na seção transversal são definidas de acordo com o nível tensional atuante nos materiais que são calculadas em função das deformações nos mesmos. As Equações 2.35 a 2.40 estabelecem o cálculo destas forças.

$$R_c = \alpha_c * f_{cd} * b * \lambda * x \quad (2.35)$$

$$R_{sc} = A'_s * \sigma'_s, \text{ sendo } \sigma'_s \text{ igual a } \begin{cases} 43,48 \text{ kN/cm}^2, \text{ se } \varepsilon_{sc} \geq 0,00207 \\ E_s * \varepsilon_{sc}, \text{ se } \varepsilon_{sc} < 0,00207 \end{cases} \quad (2.36)$$

$$R_{st} = A_s * \sigma_s, \text{ sendo } \sigma_s \text{ igual a } \begin{cases} 43,48 \text{ kN/cm}^2, \text{ se } \varepsilon_{st} \geq 0,00207 \\ E_s * \varepsilon_{st}, \text{ se } \varepsilon_{st} < 0,00207 \end{cases} \quad (2.37)$$

$$R_{rp}^{m,inf} = 2 * b_f * \phi * t_f * \sigma_{rp}^{m,inf}, \text{ sendo } \sigma_{rp}^{m,inf} \text{ igual a } \begin{cases} 21,74 \text{ kN/cm}^2, \text{ se } \varepsilon_{rp,ef}^{m,inf} \geq 0,00109 \\ E_s * \varepsilon_{rp,ef}^{m,inf}, \text{ se } \varepsilon_{rp,ef}^{m,inf} < 0,00109 \end{cases} \quad (2.38)$$

$$R_{rp}^{m,sup} = 2 * b_f * \phi * t_f * \sigma_{rp}^{m,sup}, \text{ sendo } \sigma_{rp}^{m,sup} \text{ igual a } \begin{cases} 21,74 \text{ kN/cm}^2, \text{ se } \varepsilon_{rp,ef}^{m,sup} \geq 0,00109 \\ E_s * \varepsilon_{rp,ef}^{m,sup}, \text{ se } \varepsilon_{rp,ef}^{m,sup} < 0,00109 \end{cases} \quad (2.39)$$

$$R_{rp}^i = 2 * c * t_w * \sigma_{rp}^i, \text{ sendo } \sigma_{rp}^i \text{ igual a } \begin{cases} 21,74 \text{ kN/cm}^2, \text{ se } \varepsilon_{rp,ef}^i \geq 0,00109 \\ E_s * \varepsilon_{rp,ef}^i, \text{ se } \varepsilon_{rp,ef}^i < 0,00109 \end{cases} \quad (2.40)$$

em que, R_c : força atuante no concreto comprimido;
 R_{sc} : força atuante na armadura de compressão;
 R_{st} : força atuante na armadura de tração;
 $R_{rp}^{m,inf}$: força atuante na mesa inferior do perfil de reforço;
 $R_{rp}^{m,sup}$: força atuante na mesa superior do perfil de reforço;
 R_{rp}^i : força atuante na camada i da alma do perfil de reforço.

Caso a resultante das forças tracionadas seja igual a resultante das forças comprimidas, as iterações são encerradas sendo definida a posição da linha neutra, conforme Equação 2.41. Caso contrário, um incremento deverá ser feito em x e efetuado os cálculos novamente, a partir da Equação 2.17, até que esta condição seja satisfeita.

$$R_c + R_{sc} = R_{st} + R_{rp}^{m,inf} + R_{rp}^{m,sup} + \sum_{i=1}^n R_{rp}^i \quad (2.41)$$

Definido o valor de x , calcula-se o momento resistente fazendo-se o somatório dos momentos na seção reforçada igual a zero, conforme Equação 2.42.

$$M_{ud,r} = \alpha_c * f_{cd} * b * \lambda * x * (x - (\lambda * x)/2) + R_{sc} * (x - d') + R_{st} * (d - x) + \sum_{i=1}^n R_{rp}^i * y_{rp}^i \quad (2.42)$$

Se $M_{ud,r} \geq M_{sd}$, então este perfil poderá ser utilizado como reforço. Caso contrário, outro perfil deverá ser adotado e verificado.

3. CONCLUSÕES

Diversos processos de cálculo de reforço de vigas de concreto armado por adição de elementos metálicos aderidos externamente estão disponíveis na literatura. Entretanto, quando se trata de perfis aderidos nas faces laterais, essa quantidade de informações é bastante escassa.

As rotinas de cálculo definidas por diversos autores apresentando muitas diferenças entre si, levando a uma falta de consenso em relação à melhor alternativa de cálculo. As principais diferenças averiguadas relacionam-se ao dimensionamento em Estádio II ou Estádio III, consideração, ou não, do estágio de pré-carregamento, consideração do

alívio de tensões devido ao estado fissurado da seção, etc.

O modelo de cálculo proposto neste artigo segue os requisitos da NBR 6118 (2014) e faz a verificação da capacidade resistente da seção de concreto armado reforçada, por um método iterativo, considerando a seção em Estádio III, com a condição de pré-carregamento. Mais detalhes podem ser obtidos em Nascimento (2017).

Desta maneira, este trabalho torna-se relevante, por fornecer uma fonte de consulta a projetos de reforço à flexão em vigas de concreto armado. É importante deixar claro, que o modelo é teórico, sendo necessário a sua constatação experimental, ficando aqui, a sugestão para trabalhos futuros.

4. REFERÊNCIAS

APPLETON, J.; GOMES A. Reforço de estruturas de betão armado por adição de armaduras exteriores. **Revista Portuguesa de Engenharia em Estruturas**, N° 41. Portugal, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6118**: projeto de estruturas de concreto – procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

CÁNOVAS, M. F. Refuerzo de elementos estructurales de hormigon armado mediante encolado de bandas de acero com adhesivos epoxídicos. **Informes de la Construcción**, Vol 37, N° 373, agosto-setembro, Espanha, 1985.

CHARIF, A. **Structural behavior of reinforced concrete beams strengthened by epoxy bonded steel plates**. Tese (Doutorado em Engenharia de Estruturas) – University of Sheffield, 1980.

NASCIMENTO, A. R. **Capacidade de carga de vigas de concreto armado reforçadas com perfis de aço laminado**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2017.

VAN GEMERT, D. Force transfer in epoxy bonded steel/concrete joints. Int. **Journal of adhesion and adhesives**, 1980, pp-67-72.

VAN GEMERT, D. MAESSCHALCK, R. Structural repair of a reinforced concrete plate by epoxy bonded external reinforcement. **The International Journal of Cement Composites and Lightweight Concrete**. V. 5, No 4, p. 247-255, Novembro, 1983.

ZIRABA, Y. **Non-linear finite elemento analysis of reinforced concrete beams repaired by plate bonding**. 1993. Tese (Doutorado em filosofia em Engenharia Civil) – King Fahd University of Petroleum and Minerals, Dharan, 1993.

VULNERABILIDADE AMBIENTAL E AS FORMAS DE PRODUÇÃO DA MORADIA NO MUNICÍPIO DE PARANAÍ-PR

10.33872/engcivil.fatecie.2019.cap6

Silvia Midori Sasaki¹

Fábio Freire

1. INTRODUÇÃO

O problema habitacional do Brasil remonta do período da colonização e está intrinsecamente ligado à questão do acesso à propriedade da terra. Até meados do século XIX, a terra no Brasil era concedida pela Coroa – as sesmarias -, ou - simplesmente ocupada -, sendo que nas cidades - o Rocio - era a terra municipal onde estavam as casas e pequenas produções agrícolas para o subsídio local. A terra até então não tinha valor comercial. A promulgação da Lei de Terras, em setembro de 1850, mudou este cenário, ao instituir a propriedade fundiária no país, tanto rural quanto urbana: foi legitimada a propriedade de quem já detinha “cartas de sesmaria” ou provas de ocupação “pacífica e sem contestação”. O resto, de propriedade da Coroa, passou a ser leiloado. Para ter a terra, a partir de então, era necessário pagar por ela. Na prática, a substituição do trabalho escravo pelo assalariado deu-se no Brasil ao mesmo tempo em que a terra tornou-se privada. A Lei de Terras praticamente antecipou-se às grandes transformações que viriam a ocorrer no fim do século, com o fim da escravidão (1888) e o início da industrialização, garantindo à propriedade da terra rural e urbana aos poderosos, impedindo o acesso à propriedade por parte dos trabalhadores livres, ex-escravos e imigrantes, transformando-os em força de trabalho nas grandes fazendas.

Segundo Bonduki (1998), a habitação das classes populares se deu, até os anos 30, através da produção privada de vilas operárias ou de moradias de aluguel, que podiam ir de casas com alguma qualidade até moradias de baixo padrão e coletivas, de tal forma que nesses casos era difícil diferenciar moradias de aluguel e cortiços. A produção de vilas foi incentivada pelo poder público através de isenções fiscais, pois era considerada uma solução de disciplinamento e higienização das massas. Essa solução, só era acessível à baixa classe média (operários qualificados, funcionários públicos e comerciantes), não sendo viáveis para a população mais pobre. Diante deste contexto, os cortiços, de qualidade

1 Especialista em Engenharia de Segurança Contra Incêndio e Pânico pela Universidade Estadual de Maringá – UEM. Professor do curso de Engenharia Civil da Faculdade de Tecnologia e Ciências do Norte do Paraná – UniFatecie. Email: sasakiconsultoria@hotmail.com

inferior, tornaram-se à única forma de acesso à moradia pela maioria da população.

Na era Vargas, a partir de 1930, houve incentivos à industrialização, através de subsídios à indústria de bens de capital, do aço, do petróleo, à construção de rodovias, entre outros. No setor de habitação, surgiram os Institutos de Aposentadorias e Pensões que se tornaram referência qualitativa na história da arquitetura de habitação social no Brasil, porém muito pouco significativo numericamente, já que no período compreendido entre 1937 e 1964, apenas 140 mil moradias foram produzidas, a maioria destinada ao aluguel.

A intensa industrialização da segunda metade do século XX levou o país a um acelerado crescimento econômico principalmente na região Sudeste, fomentando o fenômeno da migração rural-urbana da região Nordeste em direção aos pólos industriais, intensificando a tragédia urbana brasileira de segregação socioespacial. Foi a chamada “urbanização com baixos salários” cuja política habitacional era a da “não ação”, que deixou as cidades brasileiras conformar suas enormes periferias sob a informalidade urbanística e tendo a autoconstrução como única solução utilizada para a produção de moradias.

No período militar, em 1964, face às péssimas condições de vida da população mais pobre, o governo lança junto ao Sistema Financeiro de Habitação - SFH o Banco Nacional de Habitação - BNH, voltado aos interesses do crescimento econômico e ao favorecimento das grandes empreiteiras (grandes contratos de obras públicas). Essa política produziu mais de 4 milhões de unidades, incentivando a especulação em áreas intermediárias, causando a expansão da infraestrutura urbana e a retenção da terra urbanizada central – mais valorizada - para os setores dominantes e de maior poder aquisitivo. Esta política beneficiou a população com renda superior a três salários mínimos (3 SM), evidenciando ainda mais a formação de cidades cada vez mais desiguais e a proliferação das periferias.

A partir da segunda metade dos anos 70, observa-se a proposição de programas habitacionais destinados à população com renda mensal inferior a 3 SM, considerados programas alternativos, como o PROFILURB, PROMORAR e JOÃO DE BARRO. Esses programas visavam obras de urbanização, melhorias nas habitações pré-existentes, equipamentos urbanos, regularização de lotes e apoio à autoconstrução, mas não tinham como prioridade a produção de novas unidades habitacionais. De qualquer forma, os resultados desses programas não foram significativos, face à produção habitacional no período BNH (1964-1986).

Em 2001, surge a Lei Federal no. 10.257 (chamada de Estatuto da Cidade), que regulamenta os instrumentos de controle de uso e ocupação do solo e de regularização fundiária e determina que cidades com mais de 20.000 habitantes, entre outros critérios, devam elaborar o Plano Diretor Municipal.

Em 2003, foi criado o Ministério das Cidades que se tornou o órgão coordenador, gestor e formulador da Política Nacional de Desenvolvimento Urbano e que incluiu a Política Nacional de Habitação - PNH, principal instrumento de orientação das estratégias e das ações a serem implementadas pelo Governo Federal.

Em 2005, a Lei 11.124, regulamenta o Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social - SNHIS, destinado à população de baixa renda, principalmente a que se encontra limitada a rendimentos até 3 SM e que compõe a quase totalidade do déficit habitacional do país.

Em 2007, surge o Programa de Aceleração do Crescimento - PAC, com o objetivo de promover o crescimento econômico, através de uma série de obras e investimentos em infraestrutura e em áreas como saneamento, habitação, transporte, energia e recursos hídricos, entre outros, com ênfase na regularização fundiária, segurança, salubridade e habitabilidade da população localizada em áreas inadequadas à moradia.

Em 2008, dentro do PAC Habitação, o governo federal lança o Programa Minha Casa, Minha Vida - PMCMV que pretende viabilizar o acesso a um milhão de moradias para famílias com renda de até 10 SM (reduzindo o déficit habitacional).

Diante deste quadro, a desigualdade social das cidades brasileiras fica bem evidenciada nas formas com que se organizou nossa sociedade, na maneira com que se construiu um Estado patrimonialista – em que se confundem o interesse público e o privado -, nas dinâmicas de exploração do trabalho impostas pelas elites dominantes desde a colônia e, principalmente, no controle absoluto dessas elites sobre o processo de acesso a terra, tanto rural quanto urbana.

Observa-se ainda, que existe uma estreita relação entre a má qualidade da condição de moradia, com o acesso a serviços públicos e os riscos ambientais, como se ocorresse no território um encontro, perverso, de conflitos ambientais no meio urbano, em alguns casos estendendo-se a área rural. Avaliar a vulnerabilidade ambiental torna-se, portanto um importante instrumento para o planejamento das cidades e das políticas governamentais, principalmente aquelas voltadas à questão habitacional. É comum verificar que locais com pouco ou nenhum investimento público, concentram a maior parcela de população em situação de pobreza, evidenciando também áreas com maior degradação ambiental. Os locais de moradia podem exercer um papel central sobre as condições de vida e sobre o grau de vulnerabilidade ambiental. Diante desse quadro, torna-se necessário identificar os diversos graus de vulnerabilidade ambiental e sua relação com a produção de moradias de interesse social no meio urbano.

2. OBJETIVOS

Objetivo geral

Aprofundar os conhecimentos da questão habitacional e sua relação com o meio ambiente, contribuindo para formular políticas de planejamento e gestão territoriais baseadas nos princípios do desenvolvimento sustentável definidos pela Agenda 21.

Objetivos específicos

- Identificar, cronologicamente, a produção de moradias no município de Paranaíba;
- Localizar, em mapa temático, a produção habitacional no município de Paranaíba (sede) no período compreendido entre 2005 e 2010;
- Discutir os impactos ambientais decorrentes da produção habitacional.

Os objetivos destacados pelo trabalho devem conduzir ao desenvolvimento sustentável do território, considerando as necessidades e condições para se alcançar o crescimento econômico, o desenvolvimento social e a proteção ao meio ambiente.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para alcançar os objetivos propostos o trabalho envolveu três etapas: inventário sobre a área de estudo; identificação dos principais problemas relacionados à produção de moradias de interesse social; e análise qualitativa e quantitativa dos dados obtidos.

3.1 INVENTÁRIO DO OBJETO DE ESTUDO

Foi realizado levantamento dos dados disponíveis sobre o objeto de estudo e sobre o tema em discussão (artigos em periódicos, eventos científicos e jornais; dissertações; livros; entre outros). É necessário também destacar que foram realizadas diversas visitas técnicas aos órgãos públicos responsáveis pela produção de moradias, durante o desenvolvimento do trabalho, para melhor entendimento da política municipal de habitação e coleta de dados.

3.2 IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS PROBLEMAS

De acordo com os objetivos previstos no trabalho foi realizado levantamento de informações no banco de dados dos agentes públicos (DIHAB e COHAPAR), responsáveis pelos programas habitacionais no município, para identificar os problemas relacionados à aplicação da política municipal de habitação e planejamento do meio urbano.

3.3 ANÁLISE DOS DADOS

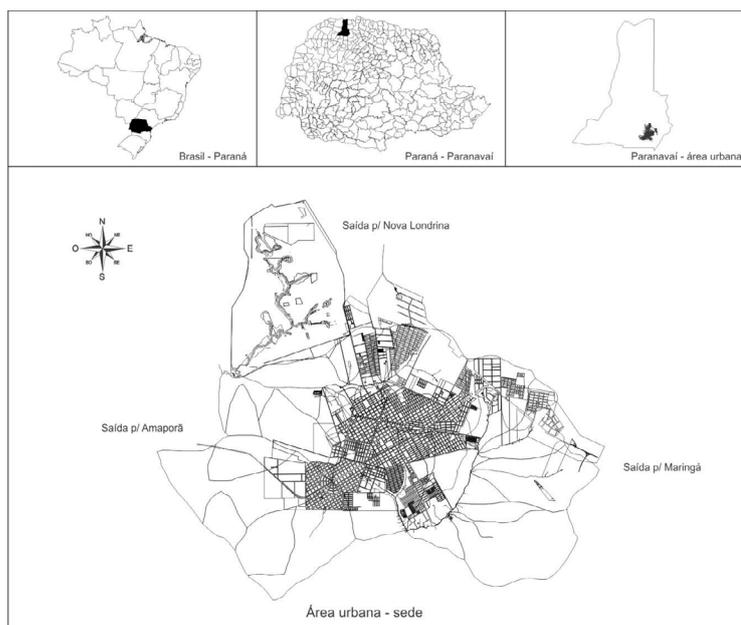
Os dados obtidos nas etapas anteriores proporcionaram subsídios para a identificação dos principais entraves relacionados à aplicação do Plano Local de Habitação de Interesse Social - PLHIS e Plano Municipal de Regularização Fundiária - PMRF e a questão conflitos ambientais, sociais e de infraestrutura urbana decorrentes deste processo. Estes dados retratam o cenário encontrado no local de estudo e alguns procedimentos adotados pela administração pública municipal no planejamento e gestão dos programas habitacionais no município.

4. CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

O local selecionado para o desenvolvimento deste trabalho foi à área urbana (sede) do município de Paranavaí, situado na mesorregião Noroeste do Estado do Paraná, Brasil (Cf. figura 1).

A área territorial do município é de 1.202,151 km² (ITCG), o grau de urbanização de 92,86% (IBGE, 2007) e a densidade demográfica de 68,81 hab/km² (IPARDES, 2009). É importante destacar que a área urbana da sede municipal (45,22 km²), que é delimitada pelo perímetro urbano, representa 3,8% da área total do município de Paranavaí, não obstante concentra a maior parcela da população municipal.

Figura 1 – Localização da área de estudo no município de Paranavaí, Estado do Paraná, Brasil.



5. DESENVOLVIMENTO

5.1 CRONOLOGIA DA LEGISLAÇÃO E PRODUÇÃO HABITACIONAL

Fundada em 1952 a cidade de Paranavaí, conta atualmente com uma população de 81.595 (IBGE, 2010). A primeira produção habitacional para população de baixa renda foi realizada em 1968. De 1968 a 2004, a prefeitura do município executou 23 empreendimentos populares (1.266 unidades), em parceria com a COHAPAR, que disponibilizou diversos programas habitacionais no estado do Paraná e que foi ao longo destes anos, a único agente público a planejar e executar projetos e programas habitacionais nos municípios paranaenses, salvo alguns poucos programas federais.

Em maio de 2005 foi aprovado pelo Congresso Nacional um projeto de lei de iniciativa popular, que criou o Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social - SNHIS e o Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social - FNHIS, além de instituir o Conselho Gestor do Fundo Municipal de Habitação de Interesse Social - CGFMHIS. A matéria, que esteve em tramitação durante longos 14 anos, foi remetida à sanção presidencial, transformando-se na Lei n.º 11.124, em 16 de junho de 2005. Isso contribuiu para mudança no cenário habitacional do país, com significativa mobilização de recursos e com integração das esferas federal, estadual e municipal, baseada nos princípios da democratização, descentralização, controle social e transparência dos procedimentos decisórios. O novo sistema sugerido consolidou o setor habitacional como política de Estado e buscou, entre outros objetivos, a viabilização para a população de menor renda do acesso a terra urbanizada e à habitação digna e sustentável. Em 2005, com a aprovação da Lei 11.124, que regulamenta o Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social - SNHIS, destinado à população de baixa renda do governo federal, houve em Paranavaí, a criação da DIHAB - Diretoria de Habitação pela Lei Municipal nº 2.596/2005 que resultou na adesão ao Programa Nacional do Fundo de Habitação de Interesse Social, junto ao Ministério das Cidades, na criação do Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social - FNHIS pela Lei Municipal nº 3.126/2008 e no decreto que regulamentou o Conselho Gestor do Fundo Municipal de Habitação (Decreto nº 10.224/2008) além, da criação do Conselho Municipal de Habitação - COMHAB pela Lei nº 2.726/2006 e alterada pela Lei nº 3.485/2009 e dos decretos de nomeação do Conselho Municipal de Habitação (Decreto nº 10.230/2008 e Decreto nº 11.386/2009).

5.2 DÉFICIT HABITACIONAL

A partir da criação da Diretoria de Habitação - DIHAB realizaram-se dois levantamentos do déficit habitacional no município de Paranavaí. No primeiro levantamento, em 2006, foram contabilizadas aproximadamente 4.500 famílias com necessidade de moradia

própria, das quais aproximadamente 15% (675 famílias), tinham renda superior a 3 SM e o restante, 3.825 famílias, possuíam renda inferior a 3 SM, já no segundo levantamento, em 2009, destinado a fornecer subsídios para o PMCMV e outros programas municipais para famílias com renda inferior a 3 SM, contabilizou-se 4.705 famílias com necessidade de moradia própria, evidenciando que o déficit habitacional para esta faixa de renda aumentou quando comparado ao primeiro levantamento realizado três anos antes.

Para fazer frente à necessidade de produção de novas moradias, no período compreendido entre 2005 e 2010, inúmeras parcelas de solo urbano foram adquiridas. Nesse sentido, a produção habitacional decorrente dos programas habitacionais empreendidos no município gerou 15 novos empreendimentos (1.054 unidades habitacionais). A execução das moradias coube ao município e a iniciativa privada, sendo a maioria por meio de recursos provenientes do PMCMV (Cf. tabela 1).

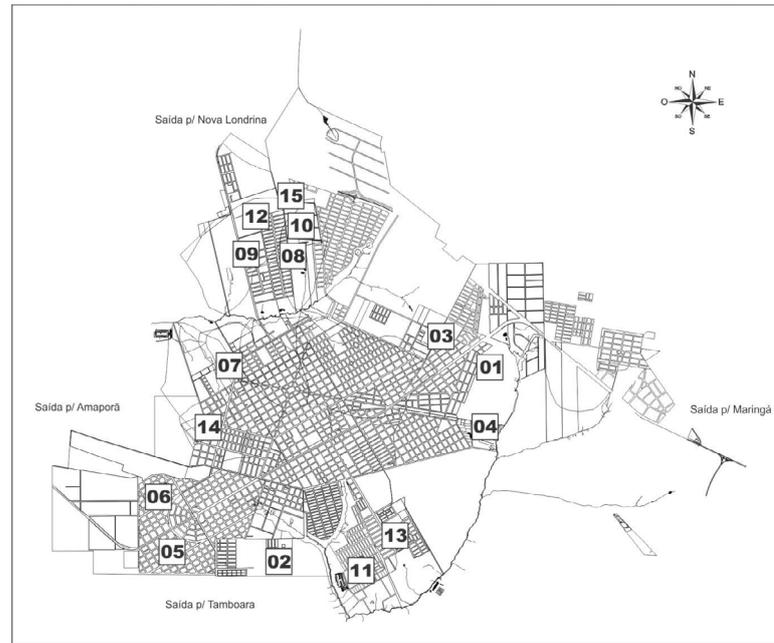
Tabela 1 – Principais características dos programas habitacionais, (2005-2010).

| Cód. | Identificação | Unidades habitacionais | Renda (SM) | Modalidade |
|------|--|------------------------|------------|---------------|
| 01 | Jardim Santos Dumont – Moradias Santos Dumont | 06 | 3 - 5 | CAFA/Hipoteca |
| 02 | Jardim São Jorge | 31 | 3 - 5 | CAFA/Hipoteca |
| 03 | Jardim Santos Dumont - Construa | 19 | 3 - 10 | PMCMV |
| 04 | Jardim Ipê – Conjunto Flávio Ettore Giovine | 316 | ≤ 3 | PMCMV |
| 05 | Jardim São Jorge - Coloninha | 22 | 3 - 5 | Concessão |
| 06 | Jardim São Jorge - Monthoya | 18 | 3 - 10 | PMCMV |
| 07 | Jardim São Felício – Residencial Amélia M. Jacovozzi | 20 | 3 - 10 | PMCMV |
| 08 | Jardim Morumbi – Residencial Morumbi I | 90 | ≤ 3 | PMCMV |
| 09 | Jardim Morumbi – Residencial Amália E. Giraldes | 20 | 3 - 10 | PMCMV |
| 10 | Jardim Morumbi – Monthoya III | 22 | 3 - 10 | PMCMV |
| 11 | Vila Operária – Hélio Lopes | 207 | ≤ 3 | CAFA/Hipoteca |
| 12 | Jardim Morumbi | 45 | ≤ 3 | CAFA/Hipoteca |
| 13 | Vila Operária - Mitra | 180 | ≤ 3 | PMCMV |
| 14 | Jardim Avaré – São Vicente | 27 | 3 - 10 | PMCMV |
| 15 | Jardim Morumbi - FAFIPA | 31 | 3 - 10 | PMCMV |
| | Total | 1.054 | | |

Fonte: Prefeitura do Município de Paranaíba e Companhia de Habitação do Paraná – COHAPAR.

De acordo com o número total de unidades habitacionais produzidas, pode-se observar que houve considerável incremento na quantidade de recursos, por parte do governo federal, no setor habitacional. Ainda, por meio dos dados obtidos, foi possível comparar à produção de moradias ao longo dos últimos 40 anos e verificar que o número de moradias produzidas no período compreendido entre 2005 e 2010 foi superior à somatória do que se produziu nos 35 anos anteriores. Também houve considerável incremento na produção de moradias destinadas a famílias com renda inferior a 3 SM, que é sem dúvida a maior parcela do déficit habitacional.

Figura 2 – Localização dos programas habitacionais, período compreendido entre 2005-2010.



A despeito da localização geográfica dos projetos habitacionais (2005-2010) é evidente a tendência da população de menor renda estar distribuída em áreas periféricas ao quadro urbano central (Cf. figura 2), normalmente associado à local com condições urbanísticas e sanitárias precárias (declividade acima de 30%; próximo a cursos d'água, nascentes ou áreas de lançamento de resíduos domésticos clandestinos; ocorrência de processo de erosão do solo, entre outros). O município de Paranavaí tem uma herança “maldita” deste crescimento desordenado, provocado pela ineficiência de políticas públicas municipais de planejamento urbano. Até 2003, os loteamentos populares, não incluíam toda a infraestrutura necessária a um empreendimento habitacional. Como consequência, a maioria não possuía vias pavimentadas, drenagem de águas pluviais e esgotamento sanitário. E ainda, por estarem localizados em áreas periféricas, criaram grandes vazios urbanos entre os loteamentos populares e as áreas consolidadas da malha urbana e área rural, onerando consideravelmente os serviços públicos prestados pelo município tais como: coleta de resíduos domésticos, limpeza de vias urbanas, transporte público, iluminação pública. Cabe destacar que, associado à infraestrutura urbana precária, os locais definidos para a instalação dos projetos habitacionais sofrem com a ausência de espaços públicos e equipamentos urbanos de uso coletivo (praças, quadras de esporte, unidade de saúde, escolas, centro de educação infantil, entre outros).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observa-se que, desde a criação de Lei de Terras, a localização dos programas habitacionais está diretamente relacionada ao custo da terra, evidenciando a tendência de segregação socioespacial que ocorre na maioria das cidades. Assim, os locais periféricos a malha urbana consolidada, com pouco ou nenhum investimento público, concentram a maior parcela de população em situação pobreza e geralmente são as áreas com maior degradação ambiental. Não obstante, os locais de moradia passam a exercer um papel central sobre as condições de vida e sobre o grau de vulnerabilidade socioambiental.

A relação entre as condições de moradia precárias, a dificuldade de acesso aos serviços públicos e as áreas com maior risco ambiental, caracterizam o encontro perverso de vulnerabilidades no meio urbano.

A partir dos dados obtidos, de alguns componentes da infraestrutura urbana, verificou-se que a sede do município de Paranavaí possui uma boa cobertura no sistema de esgotamento sanitário e água potável. Com relação à rede de esgoto, mais de 80% dos domicílios são atendidos e em relação à rede de água potável, 99% dos domicílios são atendidos. A coleta de resíduos domésticos também é realizada em quase a totalidade da área urbana e a disposição dos resíduos é realizada em aterro sanitário. Os percentuais apresentados são expressivos, principalmente quando comparados à média dos municípios localizados no noroeste paranaense. Segundo informações contidas no documento da Política de Desenvolvimento Urbano - PDU elaborado pelo Governo do Estado em 2003, o noroeste paranaense apresentou 42,89% de cobertura no sistema de esgotamento sanitário, 85,63% em rede de água potável e 86,58% na coleta de resíduos domésticos.

A drenagem de águas pluviais e a pavimentação de vias urbanas são os componentes da infraestrutura urbana com as piores taxas de cobertura no meio urbano da sede municipal. Inserido na região do Arenito Caiuá, o município de Paranavaí sofre as consequências do solo extremamente arenoso e convive com imensas voçorocas no meio urbano, que associadas à ausência de rede de águas pluviais e de pavimentação, comprometem a qualidade de vida da população e implicam em inúmeros impactos negativos no ambiente “natural”.

Estes resultados evidenciam que o planejamento urbano municipal priorizou e vem priorizando, a aquisição de parcelas de solo localizadas em áreas de menor valor para instalação de projetos habitacionais de baixa renda, normalmente localizadas na borda da franja urbana e em áreas sujeita a maior vulnerabilidade socioambiental, frequentemente desconsiderando os componentes da infraestrutura urbana e as implicações sobre o meio “natural” na seleção da localização.

7. REFERÊNCIAS

- BONDUKI, N. G. **Origens da Habitação Social no Brasil**. São Paulo: Estação Liberdade, 1998.
- ALVES, H. P. F.; TORRES, H. G. Vulnerabilidade socioambiental na cidade de São Paulo: uma análise das famílias e domicílios em situação de pobreza e risco ambiental. In: **São Paulo em Perspectiva**. São Paulo: Fundação Seade, 2006.
- ALVES, H. P. F. et al. Dinâmicas de urbanização na hiperperiferia da metrópole de São Paulo: análise dos processos de expansão urbana e das situações de vulnerabilidade socioambiental em escala intraurbana. In: **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, nº 1, São Paulo, 2010.
- FERREIRA, J. S. W. **Planos Locais de Habitação de Interesse Social**. Curso à distância: O processo de urbanização brasileira e a função social da propriedade urbana. Brasília: Ministério das Cidades, 2009.
- PAZ, R. D. O.; TABOADA, K. J. **Trabalho Social em Programas e Projetos de Habitação de Interesse Social**. Curso à distância: Cidades, Desigualdades e Território. Brasília: Ministério das Cidades, 2010.
- PARANÁ. Companhia de Habitação do Paraná - COHAPAR. **Déficit Habitacional no Paraná**. Disponível em: <<http://www.cohapar.pr.gov.br/modules/conteudo>>. Acesso em 13 de set. 2010.
- BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Dispõe sobre o **Estatuto das Cidades**. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br>>. "Acesso em 13 de set. 2010".
_____. Lei nº 11.124, de 16 de junho de 2005. Dispõe sobre o **Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social (SNHIS)**. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br>>. Acesso em 13/09/2010.
- PARANAÍ. Lei Municipal nº 2.596, de 11 de junho de 2005. Dispõe sobre a criação da **Diretoria de Habitação (DIHAB)**. Procuradoria Jurídica, 2010.
_____. Lei Municipal nº 2.726, de 11 de junho de 2006. Dispõe sobre a criação do **Conselho Municipal de Habitação (COMHAB)**. Procuradoria Jurídica, 2010.
_____. Lei Municipal nº 3.485, de 21 de junho de 2009. Dispõe sobre a alteração do **Conselho Municipal de Habitação (COMHAB)**. Procuradoria Jurídica, 2010.
_____. Lei Municipal nº 3.126, de 15 de abril de 2008. Dispõe sobre a criação do **Fundo Municipal de Habitação de Interesse Social (FMHIS)**. Procuradoria Jurídica, 2010.
_____. Decreto Municipal nº 10.224, de 17 de maio de 2008. Dispõe sobre a regulamentação do **Conselho Gestor do Fundo Municipal de Habitação**. Procuradoria Jurídica, 2010.
_____. Decreto Municipal nº 10.230, de 17 de maio de 2008. Dispõe sobre a nomeação do **Conselho Municipal de Habitação (COMHAB)**. Procuradoria Jurídica, 2010.
_____. Decreto Municipal nº 11.386, de 07 de junho de 2009. Dispõe sobre a nomeação do **Conselho Municipal de Habitação (COMHAB)**. Procuradoria Jurídica, 2010.

TRANSFORMAÇÕES E DINAMISMO DA PAISAGEM NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO SÃO FRANCISCO – NOROESTE DO PARANÁ

10.33872/engcivil.fatecie.2019.cap7

Neiriele Bruschi Montana¹

1. INTRODUÇÃO

O estudo de bacia hidrográfica, segundo a perspectiva geográfica, precisa ser embasado num esboço teórico-metodológico que contemple as interações natureza-sociedade e, notadamente, como estas interações se plasmam na paisagem; esta, vista sempre como o resultado de um processo histórico, onde a estrutura socioeconômica atuou e atua sobre a estrutura geocológica para construir a paisagem atual.

MAACK (2002) descreve os reflexos do processo de ocupação do Noroeste do Paraná, onde encontramos a bacia hidrográfica do São Francisco:

Da primitiva área de 167.824 Km² de mata virgem foram destruídos 119.688 km² e transformados em terra de cultura ou mato secundário, segundo os dados transcritos na tabela 4 {pág.224 – TABELA 40- MAACK}. Da área de 48.136 Km² de mata virgem ainda existente em 1965 32.204 Km² recaem sobre remanescentes limitados da grandiosa mata pluvial tropical-subtropical e 15.0=932 Km² sobre mata virgem de araucárias. Atualmente já se sentem de maneira acentuada e impressionante as consequências desta desmatação desenfreada, sem criação de reservas cientificamente distribuídas ou de reflorestamento propriamente dito. Os trágicos acontecimentos apenas podem ser relatados superficialmente, fatos sobre os quais há décadas o autor tem chamado a atenção sem ter encontrado eco. Agora é demasiado tarde para reservar para o Estado do Paraná áreas de matas virgens racionalmente distribuídas. O último resto de mata pluvial, que durante séculos, até 1955, isolou e resguardou o espaço vital dos índios xetaza, evitando sua descoberta e destruição, foi finalmente vítima da expansão irracional da cultura cafeeira a regiões inadequadas. (p. 224-225)

Neste momento irá se abordar as transformações históricas e a dinâmica atual da bacia hidrográfica do ribeirão São Francisco, para entre outros objetivos, dar continuidade e atualidade ao texto de Maack.

A escolha da presente área então, chama atenção, tanto pela convivência pessoal com a bacia, como pelas transformações que aconteceram e acontecem na paisagem. As dinâmicas apresentam-se diferenciadas em três compartimentos da bacia,

¹ Mestre em Geografia Ambiental pela Universidade Estadual de Maringá – UEM. Professora do curso de Engenharia Civil da Faculdade de Tecnologia e Ciências do Norte do Paraná – UniFatecie. E-mail: neirimontina@hotmail.com

subdividida por nós em alta, média e baixa bacia hidrográfica do ribeirão São Francisco. As relações/interações observadas classificam a alta bacia como a parte que mais sofreu modificações, desde sua colonização até os dias atuais, desde a monocultura cafeeira às policulturas atuais. Já a média bacia também troca a cultura cafeeira por cultivos extensivos, não provocando tantos recortes na propriedade, enquanto a baixa bacia hidrográfica continua mantendo as atividades agropecuárias.

De modo geral, as análises e interpretações sobre o processo de formação sócio- espacial do noroeste do Paraná, enfatizam que, a partir da crise da cafeicultura (1975), os pequenos lotes foram transformados, com a compra e venda – constituindo a média/grande propriedade, que passa a se dedicar ao binômio soja-trigo. Na verdade, isto não aconteceu em toda a extensão territorial do Norte Novo² e nem, mais especificamente, na bacia do São Francisco, onde se observa a permanência da sua estrutura fundiária, próxima da divisão dos lotes iniciais, que resistiu à “modernização” da agricultura no norte paranaense. O que mais se destaca, é que ao longo da bacia não ocorreram às mesmas transformações. A alta bacia do São Francisco remete-se a uma diversidade de culturas dentro da mesma propriedade, tentando atender as necessidades do próprio agrossistema³. Já a média bacia introduz aos meios agrícolas, culturas como a mandioca, e mais recentemente a cana-de- açúcar, tentando atender as demandas das fecularias e das usinas de álcool. Enquanto a baixa bacia, já nas imediações do rio Paranapanema, ainda percebe-se grandes extensões de pastagens voltadas à pecuária. Diante desses fatos, é preciso considerar que a bacia oferece elementos para pensar a problemática da preservação ambiental, permitindo avaliar e lançar um olhar crítico acerca da questão.

2. A PAISAGEM

A origem da palavra paisagem procede da linguagem comum e nas línguas românticas deriva do latim (*pagus*, que significa país), com sentido de lugar, setor territorial. Assim, dela derivam as diferentes formas: *paisaje* (espanhol), *paysage* (francês), *paesaggio* (italiano) etc. As línguas germânicas apresentam um claro paralelismo através da palavra originária *land*, com um sentido praticamente igual e da qual derivam *landschaft* (alemão), *landscape* (inglês), *landschap* (holandês) etc. Esse significado de espaço territorial, mais ou menos definido, remonta ao momento da aparição das línguas vernáculas e podemos dizer que este sentido original, com certas correções, é válido ainda hoje, conforme a citação de PASSOS, 2006, p. 37.

A possibilidade de deslocamentos mais rápidos, as epopeias coloniais, a apa-

2 O Norte Novo é delimitado pelo rio Tibagi até as barrancas do rio Ivaí, indo às margens do rio Paranapanema e ribeirão Caiuá e tendo como limite a oeste a linha traçada entre as cidades de Terra Rica e Terra Boa. Nesse compartimento regional foram implantadas algumas das mais importantes cidades do Paraná, como Londrina, Maringá, Apucarana, Arapongas e Paranaíba, além de outras como Nova Esperança, Jaguapitã e Porecatu.

3 O agrossistema é um ecossistema mutilado, organizado pelo homem para produzir uma certa qualidade e uma certa quantidade de matéria viva, vegetal ou animal. (Ver PASSOS, 2006)

rição e difusão da fotografia, o papel da imprensa, o acesso aos romances de aventuras ou regionalistas, a tomada de consciência das agressões das quais as paisagens são vítimas etc. levam à tomada de consciência coletiva da noção comum de paisagem.

A partir do século XIX, o termo *paisagem* é profundamente utilizado em Geografia e, em geral, se concebe como o conjunto de “formas” que caracterizam um setor determinado da superfície terrestre. A partir dessa concepção que considera puramente as formas, o que se distingue é a heterogeneidade da homogeneidade, de modo que se podem analisar os elementos em função de sua forma e magnitude e assim se obter uma classificação de paisagens: morfológicas, vegetais, agrárias etc. Esse conceito de paisagem foi introduzido em Geografia por A. Hommeyerem mediante a forma alemã *Landschaft*, entendendo exatamente por esse termo o conjunto de elementos observáveis desde um ponto alto.

A concepção de paisagem vai se ampliando graças a sua própria análise. Surgem problemas tais como os conceitos de heterogeneidade e homogeneidade em relação à escala, à complexidade e à globalidade das formas da superfície terrestre, o que conduz cientistas e naturalistas a uma reflexão cada vez mais profunda acerca da estrutura e organização da superfície terrestre em seu conjunto.

A segunda metade do século XIX e a primeira metade do século XX representam, para a concepção científica da paisagem, o período do estabelecimento da maior parte de suas bases teóricas.

A Geografia admite em seu escopo teórico-metodológico o conceito de paisagem como expressão de seu objeto de estudo, cuja pretensão é valorizar o fundamental, por conseguinte, unificar a Geografia e, ainda torná-la aplicável, de modo a projetá-la como uma ciência prática. Segundo Torres (2003),

O conceito de paisagem foi se ampliando ao longo dos séculos XIX e XX, sendo os problemas mais ressaltados referentes à heterogeneidade e homogeneidade com relação à escala, complexidade e globalidade das formas da superfície terrestre, fato que conduz a reflexões mais aprofundadas sobre a estrutura e a organização da superfície terrestre em seu conjunto. (p. 26)

Seguindo caminho semelhante tem-se a escola soviética, a qual apresenta uma longa história, desde Dokoutchaev, que no final do século XIX já mostrava uma preocupação crescente com a paisagem, demonstrando sensibilidade naturalista, até Grigoriev no período entre-guerras. Preocupado com uma análise sistemática da paisagem para sua melhor ordenação, na década de 1960 Sochava (1963) lança o termo e a noção de geossistema, que rapidamente corre o mundo. Na sua interpretação, os geossistemas atuam como sistemas naturais de dimensão local, regional e mesmo global, cujos elementos naturais se interligam através de fluxos de matéria e energia, sendo, portanto, o geossistema um modelo teórico aplicável a qualquer paisagem. Por fim tem-se a escola francesa, com Bertrand, G. (1971), que a classifica em função da taxonomia e da

dinâmica. Para esse autor,

A paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É, numa determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução. (p. 2)

Este conceito evidencia o caráter interativo e integrador que Bertrand denomina como *combinação dinâmica* entre os elementos da natureza e os da sociedade, destacando o processo dialético das transformações que se verificam na paisagem. Daí uma concepção sistêmica de paisagem, destacando o geossistema como unidade básica espacial, situada entre o regional e o local.

A paisagem, portanto, conceitua-se como um sistema. No entanto, é aconselhável não substituir a palavra paisagem por geossistema⁴ ou ecossistema⁵, já que esses termos se reservam para conceitos diferentes.

Em 1997, Bertrand chama a atenção para novos apontamentos: “(...) a conceituação unívoca (exemplo: ecossistema) que até hoje prevaleceu permitiu realizar progressos essenciais, porém ainda insuficientes. A ideia consiste em prever várias „entradas” possíveis em um mesmo sistema especulando sobre finalizações possíveis e as hierarquias internas”. Apresenta, então as três “entradas” teleológicas: Geossistema: fonte ou entrada natural; território: recursos ou entrada socioeconômica; paisagem: ressurgimento ou entrada sócio- cultural.

Também o espaço rural pode ser considerado um local ideal para a aplicação do conceito de geossistema, principalmente porque se caracteriza pela integração direta dos elementos naturais e sociais (com relações de dependência e dominação), além de forte aliado para se entender as construções históricas da paisagem.

Para Bertrand (1975) o espaço rural é uma realidade ecológica e uma criação humana concomitantemente, sendo uma superfície de contato e de instabilidade em que todos os elementos (biosfera, atmosfera, hidrosfera e antroposfera) se combinam. Distinguem-se, então, três subdivisões: o potencial abiótico: componentes inertes como o substrato geológico e o relevo; a exploração biológica: comunidades vivas (animais e vegetais); e a utilização antrópica: exploração socioeconômica do espaço (exploração esta que interfere nas duas subdivisões descritas anteriormente).

Entretanto, o espaço rural não é somente uma estrutura espacial autônoma, é

4 Geossistema corresponde a um determinado tipo de sistema – é a aplicação do conceito de sistema à concepção sistêmica da paisagem – é uma abstração, uma concepção, um modelo teórico da paisagem. O geossistema de inspiração geográfica se define como uma combinação espacializada onde interagem elementos abióticos (rocha, ar, água), bióticos (animais, vegetais, solos) e antrópicos (econômicos e sociais).

5 Ecossistema diz respeito ao conjunto de seres vivos e o meio ambiente onde vivem e todas as interações desses organismos entre si e com o meio.

também um sistema integrado e funcional no qual todos os elementos são diariamente solidários uns com os outros, portanto indissociáveis. O espaço rural é, portanto, um ecossistema, ou seja, uma entidade ou uma unidade natural que inclui as partes vivas para produzir um sistema estável no qual as trocas entre as duas partes se inscrevem em caminhos circulares (ODUM, 1971). Por se tratar de um sistema delicado e em interação, qualquer alteração em um dos elementos repercute no equilíbrio do conjunto.

O homem se utiliza do trabalho para obter da natureza condições necessárias de sobrevivência, entretanto, o processo pode ser desestabilizador na medida em que retira além do que seria necessário para sua reprodução física. Esta situação gera um crescimento da complexidade sócio, econômica e cultural das sociedades, resultando no aumento da divisão e estratificação social em grupos humanos, conforme explica Almeida (1988), alando-se numa relação homem-homem. Ao que se pode dizer, portanto, que o impacto do homem sobre o meio ambiente vai variar historicamente de acordo com o modo de produção, a estruturação de classes, o aparato tecnológico e o universo cultural de cada sociedade.

Assim, tem que se levar em conta que existe uma dialética da história humana geral e que o valor aplicado à matéria natural só pode ter sentido nesta complexa relação antropocêntrica, já que a natureza em si existe independente do homem. Levando em conta as “necessidades” sociais, criadas culturalmente, que serão diferentes de acordo com as sociedades, é preciso estudar e analisar a ecologia pela forma como os homens instituem as suas relações sociais e seu modo de produção, está diretamente ligado a um conceito holístico de investigação extremamente dinâmico, das interações homem/natureza que pode e deve ser uma nova área de pesquisa para o historiador (ALMEIDA, 1988).

O espaço rural é um modo de exploração constante dos elementos naturais ou derivados deles pela ação antrópica (e seu trabalho). Assim, a evolução do espaço rural se dá de forma combinada entre os aspectos físicos e os sociais, exigindo um cuidado maior na análise. Tal evolução teve início com a agricultura (primeiro vínculo do homem com a terra), com identificação e apego do homem ao lugar.

Bertrand (1975) afirma que a agricultura não deve ser encarada somente como ruptura no ecossistema natural (para objetivos exteriores ao funcionamento de um dado ecossistema). Ele ressalta o agrossistema, que é um tipo particular de ecossistema. A destruição de um único elemento repercute sobre o equilíbrio do conjunto. Assim, não basta descrever uma “paisagem agrária” é preciso compreender o funcionamento de um dado sistema.

O empobrecimento de um dado ecossistema faz com que o vínculo homem-terra seja enfraquecido, muitas vezes gerando o êxodo rural. Este pode ser considerado como um elo a menos nos elementos que compõem a paisagem, já que o homem do campo é um fator importante na composição. Aliás, o trabalhador rural está intrinsecamente ligado à terra que cultiva, pois ele que até este momento, influenciou o desenvolvimento desta área, determinando o que deveria ser plantado, o modo como este

processo deveria dar-se etc., do mesmo modo como o ritmo da terra, o esteve influenciado, por todo o tempo, moldando a sua maneira de viver e interferir no mundo (Leme, 1999, in BERTRAND, 1971).

Além do mais, uma vez alterado este ambiente natural, torna-se difícil, e porque não dizer impossível, conseguir o equilíbrio de outrora. O espaço rural substitui o equilíbrio do meio natural por novos equilíbrios, considerados secundários, principalmente onde a exploração agrícola apresenta-se com maior intensidade. Assim, pode-se afirmar que não existe uma “vocaçãõ” de terra para uma ou outra cultura, o que há é maior ou menor capacidade de aplicação e investimentos técnicos e agrícolas. Desta forma, fatores ecológicos não favoráveis às práticas agrícolas passam a ser utilizadas com o desenvolvimento de novas técnicas, mostrando que o determinismo aqui, passa a ser de caráter mais técnico e econômico do que natural.

Desta maneira, para desenvolver um estudo sistêmico em ambientes rurais, deve-se levar em conta ainda, o funcionamento dos elementos naturais com a relação homem-solo⁶- produção. Tal funcionamento deve ser entendido dentro de um ambiente mais equilibrado e produtivo, sendo que, muitas vezes são construídos através de práticas sociais e não somente pelos potenciais de uma estrutura do ambiente natural de origem.

3. OCUPAÇÃO (SOCIOESPACIAL) TERRITORIAL E TRANSFORMAÇÃO DA PAISAGEM DO PARANÁ

Como bem sabemos, a ocupação com vista a uma colonização sistematizada se deu através da incorporação de novas fronteiras agrícolas descortinadas com a marcha do café no início do século XX em direção ao Norte do Estado do Paraná, com influência paulista.

Ao iniciar o século XX, a atividade cafeeira paulista já cedia lugar a um processo de industrialização sem retorno e a cafeicultura realizava sua marcha em direção ao Estado do Paraná. O café realizava o trajeto da ferrovia que buscava o interior na direção oeste, cujos terrenos eram cobertos por basalto, que dera origem ao solo de terra roxa.

Durante o período de colonização a companhia colonizadora preocupou-se como um planejamento bem-elaborado, de modo que

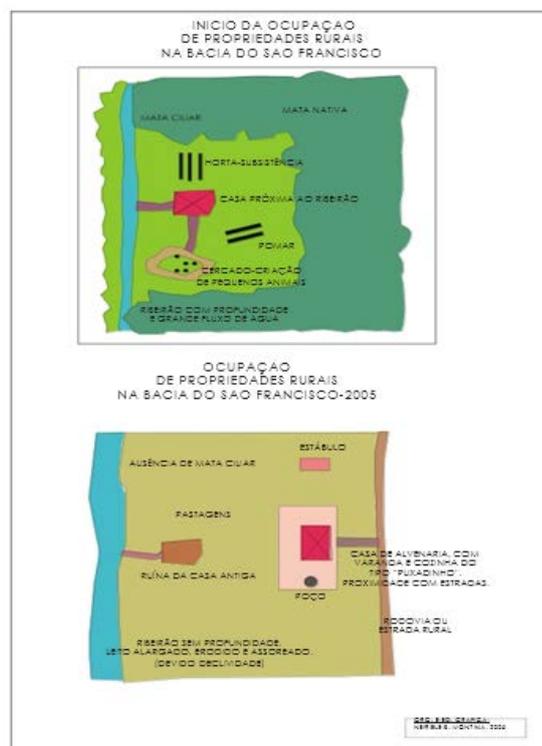
As cidades destinadas a se tornarem núcleos econômicos de maior importância seriam demarcadas de cem em cem quilômetros, aproximadamente. Entre estas, distanciados de 10 a 15 quilômetros um do outro, seriam fundados os patrimônios, centros comerciais e abastecedores intermediários. Tanto nas cidades como nos patrimônios a área urbana apresentaria uma divisão em datas residenciais e comerciais. Ao redor das áreas urbanas se situariam cinturões verdes, isto é,

6 Ao longo da bacia do São Francisco não se observa o mesmo tipo de solo; daí então a exploração do solo como qualidade dinâmica – desde as policulturas na alta bacia até as pastagens na baixa bacia.

uma faixa dividida em chácaras que pudessem servir para a produção de gêneros alimentícios de consumo local, como aves, ovos, frutas, hortaliças e legumes. A área rural seria cortada de estradas vicinais, abertas de preferência ao longo dos espigões, de maneira a permitir a divisão da terra da seguinte maneira: pequenos lotes de 10, 15 ou 20 alqueires, com frente para a estrada de acesso e fundos para um ribeirão. Na parte alta, apropriada para plantar café, o proprietário da gleba desenvolveria sua atividade agrícola básica: cerca de 1.500 pés por alqueire. Na parte baixa construiria sua casa, plantaria a sua horta, criaria seus animais para consumo próprio, formaria seu pequeno pomar. Água seria obtida no ribeirão ou em poços de boa vazão. (CMNP, 1975. p. 76 - 78).

É notório que a companhia colonizadora também demonstrou preocupação com a socialização dos adquirentes. Do tamanho modesto dos lotes rurais e sua disposição geral, ligando a estrada no espigão ao ribeirão no fundo do vale, resultaram propriedades estreitas e alongadas. Já nos dias atuais, a casa antiga foi abandonada e a nova foi construída às margens de estradas ou rodovias. Quase não existe mata nativa, o que há remete-se à pecuária e à agricultura bem diversificada em decorrência de fatores já mencionados. Tentamos retratar a evolução da ocupação deste cenário na figura 1 a seguir:

Figura 1 - Visão gráfica respectiva da ocupação de propriedades rurais na bacia do São Francisco durante o processo de colonização, em contrapartida com as transformações ocorridas nestas mesmas propriedades, adequando-se ao novo modelo agrícola.



Como as casas eram construídas nas proximidades dos rios, havia fácil contato entre os vizinhos.

As casas de vários lotes contíguos, alinhados nas margens dos cursos d'água, formariam comunidades que evitassem o isolamento das famílias e favorecessem o trabalho em mutirão, principalmente na época da colheita de café, que para a maioria dos pequenos agricultores representaria lucro líquido de sua atividade independente, porquanto no decorrer do ano ele viveria – consumindo o necessário e vendendo o supérfluo – das culturas paralelas: arroz e milho plantados por entre as fileiras de café novo, legumes e hortaliças, frutas diversas, porcos e galinhas. (CMNP, 1975. p. 78)

A CTNP/CMNP, colonizou uma área correspondente a 546.078 alqueires paulistas de terras, ou 1.321.499 hectares, o equivalente a cerca de 13.166 quilômetros quadrados. Foi responsável pela fundação de 63 cidades e patrimônios, comercializou lotes com 41.741 compradores, com áreas variando entre 5 e 30 alqueires, além de cerca de 70.000 datas urbanas com cerca de 500 metros quadrados cada.

Do total da área colonizada, cerca de 515 mil alqueires encontram-se localizados no chamado Norte Novo, tendo Londrina e Maringá como principais centros urbanos. Os outros pouco mais de 30 mil alqueires compuseram o Norte Novíssimo, sendo Umuarama e Cianorte as mais importantes cidades. Esta última é atualmente a sede das atividades da CMNP.

Em curto relato, as regiões Norte e Noroeste do Paraná tiveram uma ocupação estimulada e motivada num primeiro momento pelo avanço do café e da ferrovia, no início do século XX. Até a década de 1930 a parte identificada como Norte Novo permaneceu praticamente intocada. No final dos anos 1940, com a comercialização das terras por parte da CTNP/CMNP, a região começou a ser “desbravada”. Tem-se aí o panorama perfeito para a implantação de um dos maiores e mais bem-sucedido projetos de colonização ocorridos no Paraná e no Brasil.

Para estudo da área em questão utilizaram-se cartas topográficas, fotografias aéreas de propriedade do IAP, imagens de satélites, registros fotográficos históricos do acervo do Museu da Bacia do Paraná (UEM), de imagens fotográficas obtidas a partir de trabalho de campo, bem como de entrevistas com moradores e pioneiros da região. Optou-se por esses procedimentos acreditando-se que os mesmos se prestam melhor à explicitação dos processos evolutivos do que o tratamento numérico. Assim, a abordagem adquire um aspecto qualitativo mais apropriado à compreensão da construção da paisagem.

O agricultor, uma vez dono da terra, construía sua moradia no fundo do lote, próximo ao curso d'água, ali mantinha sua horta, seu pomar, e criava algumas poucas cabeças de animais - como gado bovino, suíno, caprino e equino - com a finalidade de obtenção de leite, carne, tração para o trabalho e transporte. As áreas de média e alta vertentes, por serem de altitudes maiores, constituíam-se como locais de menor exposição a geadas, o que as tornava ideais para a prática da cafeicultura, a atividade de caráter comercial por excelência, que garantia a poupança para o pagamento das parcelas anuais do lote,

bem como permitia o progresso socioeconômico do agricultor. Por entre os cafezais se cultivava milho, arroz, feijão e outros cultivares, que serviam como subsistência da família. Esse tipo de ocupação e uso do solo predominou da década de 1940 ao início da de 1970 e identifica o estágio inicial da colonização.

4. A FOTOGRAFIA COMO DOCUMENTO HISTÓRICO-GEO-FOTO-GRÁFICO

Quando dizemos que as fotografias são as melhor maneiras da visualização/conhecimento de um local sem nunca termos estado neste local, não estamos mentindo, pois elas dão ao homem uma visão real do mundo, tornando-se assim, um instrumento de como captar imagens dos registros da História.

Conforme as descrições de Passos (2004), atribui-se ao francês Louis-Jacques Mande Daguerre (1787-1851) o título de descobridor/inventor da fotografia. Seu feito consistiu em produzir pela primeira vez (por volta de 1835), uma imagem fixa pela ação direta da luz através de um, à época, revolucionário aparelho batizado como *daguerreótipo*.

Paul Boswel (1998, p.1), afirma que:

O daguerreótipo era algo diferente das formas tradicionais das artes visuais. Na pintura o artista criava formas simbólicas que representavam sua interpretação do sujeito. Em seu lugar, a função da fotografia como índice fornece informações da mesma maneira que uma marca ou uma sombra representam a presença de um sujeito.

No meio geográfico sustenta-se a ideia de que é com Paul Vidal de La Blache, em 1908, que se dá início a utilização da fotografia com função iconográfica através da publicação da obra *La France. Tableau géographique*, uma reedição do *Tableau da la géographique da la France*, ao inserir em sua obra muitas fotografias comentadas inaugurou um novo e importante significado na representação da paisagem. E desde então, ela (a fotografia), se mostra presente no trabalho de inúmeros geógrafos, dentre eles, Jeans Brunhes e Emmanuel de Martonne, herdeiros da prática iconográfica de Vidal de La Blache.

A paisagem quando retratada através de uma tomada fotográfica, sem dúvida, representa uma paisagem real. Todavia, certa dose de subjetividade se fará presente, pois em razão do objetivo de análise ou de demonstração dar-se-á a escolha do objeto a ser fotografado, do ângulo, da luz, da distância, etc. resultando numa imagem sugestiva, isto é, a partir da visualização da imagem de uma paisagem real, atribui-se a ela a pretensão de uma certa ideia de paisagem.

Nesse contexto, Passos (2004, p. 193-211), afirma:

A construção e utilização de representações da paisagem, mesmo compreendidas no quadro de uma reflexão científica, não são jamais neutras. A escolha das visualizações condiciona, e é condicionada, pela análise e se instaura um laço complexo entre o pesquisador, a paisagem estudada, a imagem que é produzida e o público ao qual ela se endereça.

Daí se poder conjecturar que, partindo do pressuposto de que, mesmo numa paisagem real obtida através de um registro fotográfico pode se ver coisas diferentes dependendo do olhar lançado sobre a mesma, é possível fazer uma reflexão sobre os elementos constituintes dessa paisagem baseado nos objetivos do observador.

A paisagem se constrói a partir da interdependência entre os vários elementos que a constituem. E, como afirma Passos (2004, p. 193-211): “É nela que as relações sociedade- natureza se materializam”. Nesse caso, as fotografias podem denunciar como uma estrutura socioeconômica agiu e/ou age sobre uma estrutura geocológica, podendo revelar o grau de intervenção antrópica no processo construtivo da paisagem atual. Assim, as páginas que se seguem serão destinadas a uma análise foto-interpretativa da paisagem da área de estudo.

As fotografias que integram esta coletânea têm a intenção de retratar sinteticamente a paisagem da bacia do ribeirão São Francisco. Optou-se aqui, por apresentar um ordenamento das fotos que possibilite uma visão da bacia do ribeirão São Francisco no sentido montante-jusante. Para esta apresentação, primeiramente, optou-se por fazer uma exploração mais generalizada do Noroeste do Paraná apresentando algumas cidades de importância e os elementos da paisagem que merecem ser evidenciados. Após esta explanação mais geral, parte-se para o enfoque da bacia e seus elementos de síntese da paisagem.



Foto 1 – Casa modelo Inicial de Ocupação no Noroeste do Paraná (PASSOS, 2004)



Foto 2 – Processo erosivo na alta bacia do ribeirão São Francisco. (MONTINA – 2005).



Foto 3 – Montante à nascente do ribeirão São Francisco no município de Nova Esperança, nas imediações do Clube Campestre Capelinha. (MONTINA – 2006).



Foto 4 – Área de nascente erodida em meio as pastagens da propriedade, sem proteção de matas ciliares, a montante da bacia do São Francisco (MONTINA – 2006).



Foto 5 – Ruínas do antigo “terreirão” de café, encontrado na parte mais baixa da propriedade, próxima ao ribeirão, resultado do declínio das culturas de café na região (MONTINA – 2005).



Foto 6 – Vista parcial de áreas ocupadas com plantio de amoreira localizadas na margem direita do ribeirão São Francisco, nas imediações de bairro Del Bel, município de Alto Paraná – média/alta bacia. (MONTINA – 2006)



Foto 8 – Transferência de habitações para a parte mais alta da propriedade, abandonando o antigo modelo da colonização (MONTINA – 2006). Observação de barracões destinados à criação de frango, ao lado do cultivo da amoreira.



Foto 12 – Imagem do ribeirão São Francisco já nas imediações do município de Santo Antonio do Caiuá – baixa vertente, com parte de sua margem florestada enquanto a margem esquerda sofre com o pisoteio do gado (MONTINA – 2005).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da bacia do ribeirão São Francisco, no que se refere ao proces-

so de ocupação e uso de solo, permitiu precisar as transformações históricas ocorridas na área. Todas as constatações já se sabiam percebidas pela própria convivência com a área, mas uma análise científica permitiu mostrar todas estas transformações em um trabalho escrito e organizado, que será oferecido a algumas entidades dos municípios pertencentes a esta bacia hidrográfica.

Como o que aconteceu em outras regiões paranaenses decorrentes da ação humana, a bacia hidrográfica do ribeirão São Francisco apresenta-se bastante alterada no seu conjunto. Tais alterações são decorrentes de um modelo de ocupação socioeconômica posto em prática num contexto histórico de acelerado crescimento da economia brasileira sobre uma paisagem natural. Tanto que no transcorrer deste processo histórico da ocupação territorial não prosperou uma consciência preservacionista, até porque, na ânsia do ambiente pioneiro, terra desmatada era sinônimo de terra produtiva. Além do mais, como as propriedades eram predominantemente formadas por pequenos lotes e foram adquiridas a prazo, havia, por parte do agricultor, a necessidade de aproveitar o máximo espaço possível para, inclusive, ele poder saldar suas dívidas com a empresa colonizadora. Desse modo, o desmatamento atingiu facilmente toda a propriedade, indo até mesmo aos fundos de vale, com notáveis prejuízos ao meio ambiente. Em pouco tempo um meio tipicamente natural transformou-se num meio cultural, assimilando as virtudes e os vícios inerentes ao processo vivido. As repercussões deste processo resultaram na transformação da paisagem, fazendo quase desaparecer a vegetação nativa naquela época, deixando sequelas até os dias de hoje. Uma nova transformação ainda atinge essa mesma região com a crise do café. Algumas cidades, estruturadas sobre a economia cafeeira praticamente estacionaram ou até retraíram seu crescimento em função desta crise.

Na parte rural da bacia se encontram propriedade reorganizadas conforme o modelo agrícola substituindo a cultura cafeeira, onde praticamente não se veem mais sinais das antigas moradias, e pouca presença humana é percebida. A concentração da terra é perceptível, sendo os lotes agrupados por compra ou por arrendamento, de tal maneira que o número de estabelecimentos tende a diminuir. Todas estas transformações foram proporcionadas e vividas por alguns de meus familiares, deixando esta herança cultural da paisagem modificada e reorganizada.

Desta maneira, pode-se concluir que a área correspondente à bacia hidrográfica do ribeirão São Francisco reproduz, se não todo, pelo menos grande parte do processo histórico e socioeconômico vivenciado pela região do Norte/Noroeste do Paraná, onde conseguimos acompanhar visualmente a evolução histórica e dinâmica atual desta paisagem, trazendo consigo as marcas positivas e negativas do ser humano que nela agiu. Desse modo, ao mesmo tempo em que se caracteriza como um espaço de grande produção e produtividade agrícola, inserida no que existe de mais moderno no setor do agro-negócio, também se ressentida da maneira agressiva como se desenvolveu a ocupação e posteriores formas de uso do solo, estando à degradação ao alcance de qualquer observador. A paisagem em si é de grande beleza física e merece uma atenção adequada

para sua recuperação.

Acredita-se que na evolução constante dos modos agrícolas e nas necessidades do aprimoramento tecnológico, esta paisagem não está finalizada, mas em constante processo de transformação. Grande parte das expectativas foram alcançadas, enquanto outras, nem tanto, porém foi de extrema importância realizar uma análise tão significativa quanto esta. E assim, constata-se que o trabalho ainda pode estender-se mais, pois já que a paisagem está em constante transformação, ela necessita de acompanhamento, onde ainda se poderá retratar muitas outras modificações. Assim, considera-se que foi possível analisar como as sucessivas sociedades atuaram e atuam no processo de transformação histórica da paisagem de modo a permanecerem no território e tê-lo como local para morar, trabalhar e sonhar.

6. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J. P. de. **A extinção do arco-íris: ecologia e história.** Campinas: Papyrus, 1988.
- ANDRADE, M. C. de. A região como unidade dinâmica. Posição dos geógrafos e dos economistas ante o problema regional. In: Espaço, polarização e desenvolvimento. São Paulo. Brasiliense, 1973. p. 35-50.
- BERTRAND, G. **Paisagem e geografia física global: esboço metodológico.** Caderno Ciências da Terra, São Paulo, v. 13, p.1-27, 1971.
- _____. **Pour une histoire écologique de la France rurale.** In: DUBY, Georges e WALLOM, Armand (orgs.). Histoire de la France rurale. Paris: Seuil, 1975, v. 1. CARDOSO, J. A. e WESTPHALEN, C. M. Atlas histórico do Paraná. Curitiba, Indústria gráfica Projeto, 1981. 78p.
- COMPANHIA MELHORAMENTOS NORTE DO PARANÁ. **Colonização e Desenvolvimento do Norte do Paraná.** Publicação comemorativa do Cinquentenário da Companhia Melhoramentos Norte do Paraná. Maringá, 1975.
- CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Modelagem de sistemas ambientais.** São Paulo: Edgard Blücher, 2002.
- DIAS, J. **A construção da paisagem na raia divisória: São Paulo-Paraná-Mato Grosso Do Sul: Um estudo por teledetecção,** 2003. (Doutorado em Geografia). Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Estadual Paulista.
- MAACK, R. **Geografia física do estado do Paraná.** Curitiba: Secretaria de cultura e esportes do governo do estado do Paraná, 2003.
- MAGALHÃES, M. V. **A migração no Paraná nas duas últimas décadas: um balanço preliminar.** Análise Conjuntural, v. 14, números 11-12, novembro/dezembro de 1992, p.6.
- MONTEIRO, C.A.F. **Geossistema – a história de uma procura.** São Paulo: Contexto, 2000. A questão ambiental no Brasil. 1960/1980. São Paulo: USP-IGEOG. 1981.
- _____. **Geossistema – a história de uma procura.** São Paulo: Contexto, 2000.

- MORO, D. A. **Substituição de culturas, modernização agrícola e organização do espaço rural no Norte do Paraná.** Tese de Doutorado. Rio Claro: UNESP/IGECE, 1991.
- ODUM, E. P. *Fundamentals of ecology*, W. B. Saunders Co. Philadelphia, 1971.
- PASSOS, M. M. dos. **Biogeografia e Paisagem.** Presidente Prudente: Edição do Autor, 278p., 1988. Programa de Mestrado-Doutorado em Geografia. FCT-UNESP/Campus de Presidente Prudente. Programa de Mestrado em Geografia, UEM-Maringá, 1988.
- _____. **Meio Ambiente e Desenvolvimento Humano.** Boletim de Geografia. Maringá: 2001.
- _____. **A construção da paisagem no Pontal do Paranapanema – uma apreensão geo-foto-gráfica.** São Paulo: TERRA LIVRE, ano 19, v.2, no. 21 –pp.193-211 – jul/dez- 2004.
- _____. **A Raia Divisória: geossistema, paisagem e eco-história.** Maringá: Eduem, 2006.
- RIGON, O. **Desenvolvimento local e meio ambiente: Produção do espaço e problemas ambientais. A bacia hidrográfica do ribeirão da Morangueira.** Maringá-PR (1970-2005). 2005. 149f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós Graduação em Geografia. Departamento de Geografia da Universidade Estadual de Maringá – UEM, Maringá, 2005.
- ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento.** Contexto: São Paulo, 1990.
- SANTOS, M. **Metamorfoses do Espaço Habitado.** São Paulo: HUCITEC. 1988.
- SERRA, E. **Os primeiros processos de ocupação de terra e organização do espaço agrário no Paraná.** In: Boletim de Geografia. Maringá, FUEM – DGE, 10(1): 61-94, 1992.
- SOCHAVA, V. B. **O estudo de geossistemas. Métodos em questão.** São Paulo, (16): 1963. p. 1-52.
- TORRES, E. C. **As transformações e a dinâmica atual da paisagem nas microbacias dos ribeirões:** Santo Antônio – SP, São Francisco – PR e Três Barras – MS. Tese (Doutorado em Geografia) – UNESP, Presidente Prudente, 2003.



+55 (44) 3045 9898
Rua Getúlio Vargas, 333 - Centro
CEP 87.702-000 - Paranavaí - PR
www.fatecie.edu.br
edufatecie@fatecie.edu.br



Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-65-80055-02-9



9 786580 055029