

III SEMINÁRIO DE ENGENHARIA  
CIVIL DA UNIVERSIDADE ESTADUAL  
DE MARINGÁ



ANAIS

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ



III SEMINÁRIO DE  
ENGENHARIA CIVIL DA UEM

13 de Dezembro de 2013 – ISSN 2237-8219

Organização:

DORALICE APARECIDA FAVARO SOARES

Editores:

DORALICE APARECIDA FAVARO SOARES  
CLÁUDIA REGINA GRÉGIO D'ARCE FILETTI

Coordenação:

CLÁUDIA REGINA GRÉGIO D'ARCE FILETTI  
DORALICE APARECIDA FAVARO SOARES

Comissão organizadora:

CLÁUDIA REGINA GRÉGIO D'ARCE FILETTI  
CRISTHIANE M. P. OKAWA  
DORALICE APARECIDA FAVARO SOARES  
LUCI MERCEDES DE MORI  
PAULA SILVA SARDEIRO VANDERLEI

Comissão científica:

ALINE LISOT  
CARLOS AUGUSTO DE MELO TAMANINI  
CARLOS HUMBERTO MARTINS  
CLÁUDIA REGINA GRÉGIO D'ARCE FILETTI  
CRISTHIANE MICHIKO PASSOS OKAWA  
DORALICE APARECIDA FAVARO SOARES  
JESNER SERENI ILDEFONSO  
JOSÉ APARECIDO CANOVA  
JOSÉ LUIZ MIOTTO  
LAURA GRANZOTTO  
LUCI MERCEDES DE MORI  
MARCELO LUIZ CHICATI  
MENA CRISTINA MARCOLINO MENDES  
PAULA SILVA SARDEIRO VANDERLEI  
PAULO FERNANDO SOARES  
RICARDO MELO  
ROMEL DIAS VANDERLEI  
RONEY BERTI DE OLIVEIRA  
SANDRO ROGERIO LAUTENSCHLAGER  
VLADIMIR JOSÉ FERRARI  
WILSON WESLEY WUTZOW

Design gráfico:

CLÁUDIA REGINA GRÉGIO D'ARCE FILETTI

Monitores:

RICARDO HOEGEN BARALDI  
IGOR BOLOTTI ARRAIS

Apoio técnico administrativo:

JUAREZ ANTÔNIO DOS SANTOS



III SEMINÁRIO DE  
ENGENHARIA CIVIL DA UEM

13 de Dezembro de 2013 – ISSN 2237-8219

Reitor

JULIO SANTIAGO PRATIS FILHO

Vice-Reitor

NEUSA ALTOÉ

Pró-Reitor de Administração

MARCELO SONCINI RODRIGUES

Pró-Reitora de Recursos Humanos e Assuntos Comunitários

SONIA LUCI MOLINARI

Pró-Reitor de Ensino

EDNÉIA REGINA ROSSI

Pró-Reitor de Extensão e Cultura

JOSÉ GILBERTO CATUNDA SALES

Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação

MAURO ANTÔNIO DA SILVA SÁ RAVAGNANI

Diretor do Centro de Tecnologia

RICARDO DIAS SILVA

Diretor Adjunto do Centro de Tecnologia

LEANDRO VANALLI

Chefe do Departamento de Engenharia Civil

ROMEL DIAS VANDERLEI

Chefe Adjunto do Departamento de Engenharia Civil

OSNI PEREIRA

Coordenador do curso de Engenharia Civil

JOSÉ LUIZ MIOTTO

Coordenador Adjunto do Curso de Engenharia Civil

LUCI MERCEDES DE MORI

Coordenador do III SEC

CLAÚDIA REGINA GRÉGIO D'ARCE FILETTI  
DORALICE APARECIDA FAVARO SOARES

Coordenação do TCC do Curso de Engenharia Civil

CARLOS HUMBERTO MARTINS  
CLAÚDIA REGINA GRÉGIO D'ARCE FILETTI  
DORALICE APARECIDA FAVARO SOARES  
PAULA SILVA SARDEIRO VANDERLEI



### III SEMINÁRIO DE ENGENHARIA CIVIL DA UEM

13 de Dezembro de 2013 – ISSN 2237-8219

#### Programa

8:00		Abertura		
	Artigo apresentado	Autores		Apresentador
8:00 – 10:00	CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES EM MARINGÁ: DIAGNÓSTICO DO PERFIL DA MÃO DE OBRA E PRODUTIVIDADE DO TRABALHO NA EXECUÇÃO DE ALVENARIA EM BLOCOS DE CONCRETO	<i>Luã Mariani Soares, Lucas Gomes Gonçalves e José Luiz Miotto</i>		<i>Luã Mariani Soares</i>
	AVALIAÇÃO DA DRENAGEM URBANA ATRAVÉS DE SIMULAÇÃO EM MODELO COMPUTACIONAL EM SUB-BACIA NO ENTORNO DO EMISSÁRIO CÓRREGO OSÓRIO, MARINGÁ, PR	<i>Silas Daniel Roveri e Cristhiane Michiko Passos Okawa</i>		<i>Silas Daniel Raveri</i>
	IDENTIFICAÇÃO DE PATOLOGIAS NAS EDIFICAÇÕES NO CAMPUS SEDE DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ	<i>Kalliana Sayuri Sogabe e Cristhiane Michiko Passos Okawa</i>		<i>Kalliana Sayuri Sogabe</i>
	ANÁLISE DA VIABILIDADE HÍDRICA PARA INSTALAÇÃO DE UMA PCH: ESTUDO DE CASO NO RIO LIGEIRO, CIANORTE – PR	<i>Mennara Maria Dias de Oliveira e Cristhiane Michiko Passos Okawa</i>		<i>Mennara Maria Dias de Oliveira</i>
Intervalo				
10:20 – 12:00	ANÁLISE DE REDE DE DRENAGEM URBANA: ESTUDO DE CASO DE UM TRECHO DA AVENIDA NILDO RIBEIRO DA ROCHA	<i>Rafael Cassimiro Barbosa, Christopher Yuity Kuroda, Paulo Fernando Soares e Doralice Aparecida Favaro Soares</i>		<i>Rafael Cassimiro Barbosa</i>
	COLETÂNEA DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS	<i>Jessica Marcomini Pinatt, Nicolas Gabriel Carvalho de Almeida e Luci Mercedes De Mori</i>		<i>Jessica Marcomini Pinatt e Nicolas Gabriel Carvalho de Almeida</i>
	PERFIL DA MÃO DE OBRA E PRODUTIVIDADE DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA CIDADE DE MARINGÁ	<i>Rodolpho Gunther Rose Neto, Victor Hideki Cho e Generoso De Angelis Neto</i>		<i>Victor Hideki Cho</i>
12:00		Encerramento		

Local: Universidade Estadual de Maringá  
Departamento de Engenharia Civil, Bloco C67, Maringá, PR.



III SEMINÁRIO DE  
ENGENHARIA CIVIL DA UEM

13 de Dezembro de 2013 – ISSN 2237-8219

**SUMÁRIO**

ANÁLISE DA VIABILIDADE HÍDRICA PARA INSTALAÇÃO DE UMA PCH: estudo de caso no rio Ligeiro, Cianorte – PR <i>Mennara Maria Dias de Oliveira, Cristhiane M. P. Okawa</i>	6
ANÁLISE DE MEDIDAS DE CONTENÇÃO DE INUNDAÇÕES URBANAS ADOTADAS EM MARINGÁ, PR <i>Mennara Maria Dias de Oliveira, Cristhiane M. P. Okawa</i>	13
ANÁLISE DE REDE DE DRENAGEM URBANA: estudo de caso de um trecho da Avenida Nildo Ribeiro da Rocha <i>Rafael Cassimiro Barbosa, Christopher Yuity Kuroda, Paulo Fernando Soares, Doralice Aparecida Favaro Soares</i>	20
ANÁLISE DO DESEMPENHO DA TÉCNICA DE REFORÇO AO CISALHAMENTO EM VIGAS DE CONCRETO ARMADO ATRAVÉS DE COLAGEM EXTERNA DE LAMINADOS DE PRFC ENTRE OS ESTRIBOS <i>Nara Villanova Menon, Bruno Oliveira da Silva</i>	28
ANÁLISE DO DESEMPENHO DA TÉCNICA DE REFORÇO AO CISALHAMENTO EM VIGAS DE CONCRETO ARMADO ATRAVÉS DE COLAGEM EXTERNA DE LAMINADOS DE PRFC SOBRE OS ESTRIBOS <i>Nara Villanova Menon, Mateus Henrique de Souza</i>	37
AVALIAÇÃO DA DRENAGEM URBANA ATRAVÉS DE SIMULAÇÃO EM MODELO COMPUTACIONAL EM SUB-BACIA NO ENTORNO DO EMISSÁRIO CÓRREGO OSÓRIO, MARINGÁ, PR <i>Silas Daniel Roveri, Cristhiane M. P. Okawa</i>	46
CAPACITAÇÃO DE TRABALHADORES DA CONSTRUÇÃO CIVIL: Leitura e interpretação de projeto arquitetônico e matemática básica aplicada <i>Débora Martins Gobo, Luci Mercedes De Mori</i>	57
CONSTRUÇÃO CIVIL: Coletânea de inovações tecnológicas <i>Jessica Marcomini Pinatt, Nicolas Gabriel Carvalho de Almeida, Luci Mercedes De Mori</i>	65
CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES EM MARINGÁ: Diagnóstico do perfil da mão de obra e produtividade do trabalho na execução de alvenaria em blocos de concreto <i>Luã Mariani Soares, Lucas Gomes Gonçalves, José Luiz Miotto</i>	74
CONTRIBUIÇÃO DA ALVENARIA NO CONTRAVENTAMENTO DE ESTRUTURAS DE EDIFÍCIOS ALTOS <i>Nara Villanova Menon, Lourival Matos Zorzato</i>	84



III SEMINÁRIO DE  
ENGENHARIA CIVIL DA UEM

13 de Dezembro de 2013 – ISSN 2237-8219

ESTUDO INVESTIGATIVO DA SITUAÇÃO DOS LOTEAMENTOS BELA VISTA I E BELA VISTA II EM MARINGÁ-PR QUANTO À INFRAESTRUTURA <i>Sérgio Tunis Martins Filho, Cláudia Regina Grégio d'Arce Filetti, Erivelto Alves Prudencio</i>	93
IDENTIFICAÇÃO DE PATOLOGIAS NAS EDIFICAÇÕES NO CAMPUS SEDE DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ <i>Kalliana Sayuri Sogabe, Cristhiane M. P. Okawa</i>	101
INFLUÊNCIA DE ESCADAS E LAJES NO DESLOCAMENTO ESTRUTURAL DE EDIFÍCIOS ALTOS <i>Nara Villanova Menon, Carlos Eduardo de Oliveira</i>	108
PAVIMENTOS PERMEÁVEIS: VERIFICAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO <i>Juliane Vier Vieira, Cristhiane M. P. Okawa, Sandro Rogerio Lautenschlager, Jesner Sereni Ildefonso</i>	118
PERFIL DA MÃO DE OBRA E PRODUTIVIDADE DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA CIDADE DE MARINGÁ <i>Rodolpho Gunther Rose Neto, Victor Hideki Cho, Generoso De Angelis Neto</i>	124
PERFIL TÉCNICO E GERENCIAL DE EMPRESAS SUBEMPREENHEIRAS DE MÃO DE OBRA: estudo de caso em uma obra da cidade de Maringá-PR <i>Fernanda de Oliveira Pereira, Luci Mercedes De Mori</i>	134
PLANEJAMENTO DA EXECUÇÃO DE CONJUNTO HABITACIONAL DE INTERESSE SOCIAL PELO MÉTODO DA LINHA DE BALANÇO: Estudo de caso <i>Jaqueline Mantovani Vicentini, Luci Mercedes De Mori</i>	143



III SEMINÁRIO DE  
ENGENHARIA CIVIL DA UEM

13 de Dezembro de 2013 – ISSN 2237-8219

## **ANÁLISE DA VIABILIDADE HÍDRICA PARA INSTALAÇÃO DE UMA PCH: estudo de caso no rio Ligeiro, Cianorte – PR**

**Mennara Maria Dias de Oliveira<sup>1</sup>**

**Cristhiane Michiko Passos Okawa<sup>2</sup>**

### **RESUMO**

O estudo de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH's) é importante em um país rural e agrícola como o Brasil, especialmente na região do noroeste do Paraná. A possibilidade de que pequenos e médios agricultores possam usar a energia hídrica disponível nos rios próximos às suas terras gera impactos na economia da região de estudo, pois os beneficiados poderão dividir os gastos com a implantação e manutenção da PCH e depender, ao menos em parte, da geração de energia proveniente apenas da disponibilidade hídrica da região. O objetivo desse estudo é verificar a possibilidade de instalação de uma PCH em um rio, do ponto de vista hidrológico. A partir de dados de vazões médias diárias, foi determinada a curva de permanência de vazões e foram adotados os demais parâmetros, como eficiência de conversão da energia hidráulica em mecânica de 80% e demanda de energia futura fixa (não variando com o horizonte de projeto) de 1 MW. A mínima altura da barragem para atender a demanda foi calculada e comparou-se com o método de índice de gradiente (RDE) que relaciona a extensão do rio com sua altitude, para verificar se existe gradiente RDE suficiente para a altura determinada. Conclui-se que a disponibilidade hídrica da região de estudo e a topografia são suficientes para atender a uma demanda futura de energia fixada em 1MW.

**Palavras-chave:** Pequenas Centrais Hidrelétricas. Disponibilidade hídrica. Viabilidade de PCH.

---

<sup>1</sup> Acadêmica do Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Engenharia Civil-DEC, mennara\_@hotmail.com

<sup>2</sup> Profa. Dra., Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Engenharia Civil-DEC, cmpokawa@uem.br

## 1. INTRODUÇÃO

De acordo com a Resolução nº 394 de 4 de dezembro de 1998 da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL (ANEEL, 1998), pequena central hidrelétrica – PCH é toda usina hidrelétrica de pequeno porte cuja capacidade instalada seja superior a 1.000 kW e inferior a 30.000 kW, com área total de reservatório igual ou inferior a 3,0 km<sup>2</sup>.

A questão ambiental está presente no planejamento e na construção de uma PCH. Segundo a ELETROBRÁS (1999), as Pequenas Centrais Hidrelétricas são projetos de baixo impacto ambiental com menor volume de investimentos e potência limitada. São empreendimentos de simples concepção e operação, custo de transmissão reduzido, menor prazo de conclusão e maior facilidade na liberação de licenças ambientais quando comparados aos seus similares (usinas termoelétricas, por exemplo).

Como observado por SALSA (2009), por se tratar de uma fonte energética mais limpa que as outras, inclusive hidrelétricas de grande porte, a PCH é uma alternativa social e econômica para pequenos produtores, pois enquanto pequena, a central hidrelétrica não paga a compensação financeira pela utilização do recurso hídrico, portanto, após o pagamento de sua implantação, a energia se torna gratuita, ou até mesmo lucrativa para o pequeno produtor.

A PCH opera fio d'água, o que exige pequenos reservatórios e, em rios de pequeno e médio porte, em geral aproveita-se as quedas já existentes neles para gerar potência hidráulica suficiente para movimentar as turbinas. As PCH's ainda contam com potencial disposição das concessionárias de energia em comprar a energia excedente.

Assim, a PCH é uma alternativa que viabiliza o aproveitamento do potencial de rios próximos às regiões consumidoras de pequeno porte, aproveitando a força da água para gerar energia, sem causar mudanças físicas significativas no curso do rio (PORTAL PCH, 2010).

Dentro desse contexto, o objetivo desse trabalho é verificar a possibilidade de instalação de uma PCH no rio Ligeiro, localizado na região de Cianorte, Paraná, do ponto de vista hidrológico.

## 2. DESENVOLVIMENTO

Nessa seção, serão descritos os métodos, a caracterização da bacia hidrográfica do rio Ligeiro, os resultados e a discussão dos resultados.

### 2.1. Métodos:

Para atingir o objetivo da pesquisa, primeiramente foi feita a escolha do rio, baseada na provável disponibilidade hídrica e na disponibilidade de energia potencial, determinadas por conhecimento prévio da região de estudo, sendo escolhido, preferencialmente, um rio que já disponha de dados coletados de vazão média diária. Para esse estudo, foi escolhido o rio Ligeiro, na região de Cianorte – PR, por ser um rio de corredeira e com desnível provavelmente adequado para a instalação de uma PCH. Além disso, é um rio que possui dados de vazão coletados e cuja vazão média diária de longo termo vale 13,24 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>, com valores variando de 5,01 a 164 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>. Feita a escolha do rio, foi realizada uma revisão de literatura, para embasamento teórico dos estudos e para caracterizar a região de estudo.

Os dados de vazão média diária foram solicitados ao Instituto das Águas do Paraná, sendo obtidos dados no período de 1976 a 1994. Embora não se possua dados recentes de vazão, sabe-se que a região sofreu impermeabilização, o que deve ter aumentado o escoamento superficial. Assim, essa série histórica de vazões dará resultados subestimados de potencial de energia elétrica e, portanto, provavelmente os resultados serão melhores do que os aqui apresentados. Adotou-se uma demanda futura de energia elétrica fixa de 1.000 kW, ou seja, de 1 MW.

Foi determinada a curva de permanência de vazões conforme descrito em Pinto et al. (1976). Para determinação da disponibilidade hídrica da região e da energia assegurada adotou-se a vazão equivalente à  $Q_{95}$ .

Para a determinação da declividade média do rio, para verificar se o desnível (H) será suficiente para atendimento da demanda de energia elétrica, foi utilizado o gráfico obtido por Marcotti e Marcotti (2011), que relaciona a extensão do rio e sua altitude através do índice de relação declividade RDE, obtido pela equação (1).

$$RDE = \left( \frac{\Delta H}{\Delta L} \right) \cdot L \quad (1)$$

Sendo:  $\Delta H$  é a diferença altimétrica entre dois pontos extremos de um segmento ao longo do curso d'água;  
 $\Delta L$  é a projeção horizontal da extensão do referido segmento;  
 $L$  é a distância deste segmento (para qual o índice RDE está sendo calculado) e a nascente de drenagem.

Utilizou-se a equação (2) para cálculo da energia assegurada. Esse resultado deverá ser maior ou igual a 1.000 kW, visto que a demanda futura foi adotada como 1.000 kW. Assim, determinou-se qual deveria ser a altura da barragem, para assegurar a potência de no mínimo 1.000 kW.

$$Pot = \gamma \cdot Q_{95} \cdot H \cdot e \quad (2)$$

em que:  $Pot$  : potência ou energia assegurada, em W;  
 $\gamma$  : peso específico do líquido, adotado como 9810 N m<sup>-3</sup>;  
 $H$  : altura da barragem, em m;  
 $e$  : fator de conversão de energia hidráulica em energia mecânica, em decimal, adotado como 0,80.

## 2.2. Caracterização da bacia hidrográfica do rio Ligeiro

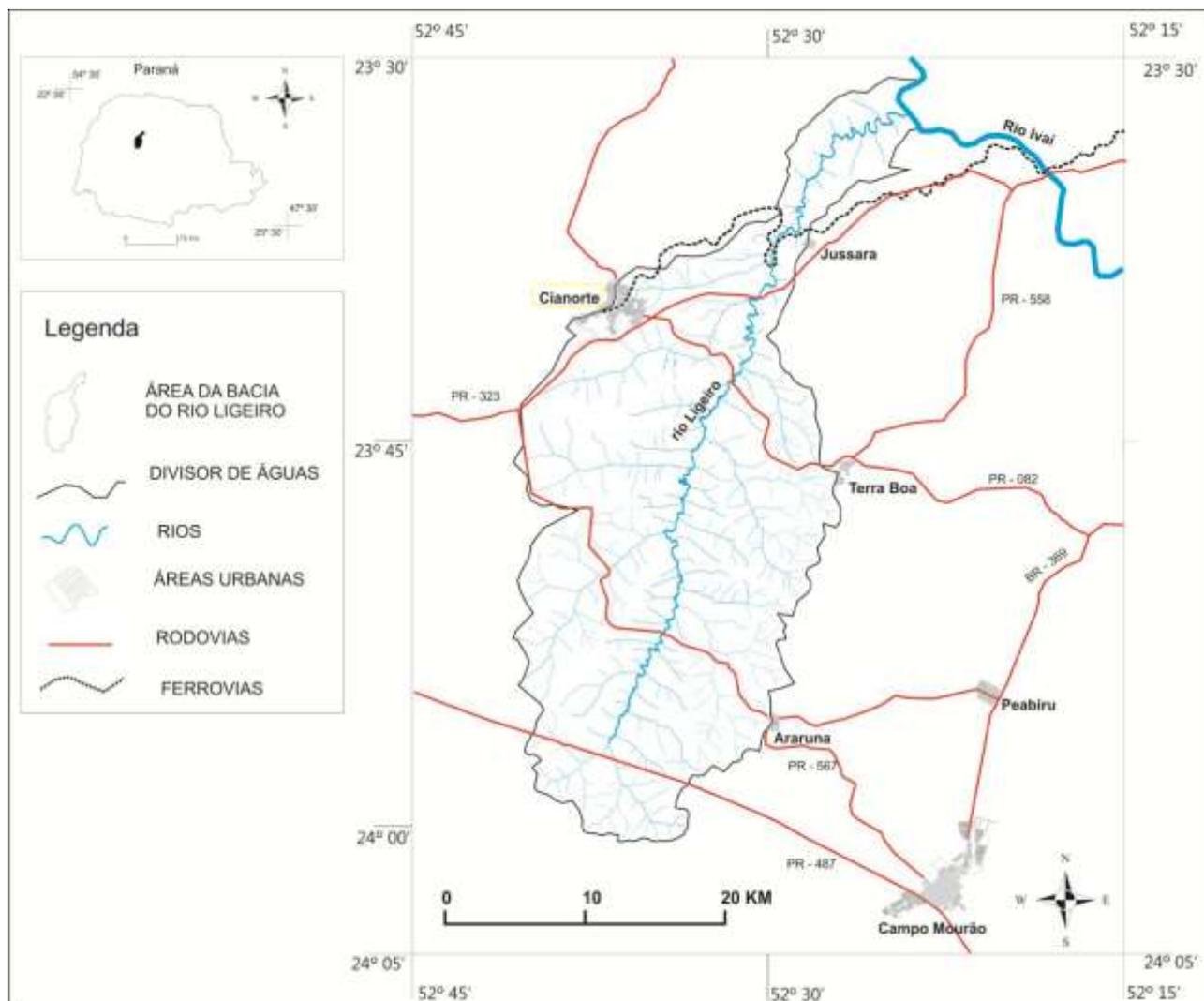
A bacia do rio Ligeiro (Figura 1), no noroeste do estado do Paraná, possui área de aproximadamente 775 km<sup>2</sup> e está localizada nas coordenadas 24°00' e 23°30' de latitude S e 52°20' e 52° 42' de longitude W (MARCOTTI; MARCOTTI, 2011).

As nascentes do rio surgem próximas às cidades de Campo Mourão e Araruna, em uma altitude aproximada de 612 m em relação ao nível do mar (r.n.m.) e, seguindo em sentido nordeste, percorre aproximadamente 82 km até desaguar como afluente da margem esquerda do rio Ivaí (DESTEFANI, 2005), com cota aproximada de 270 m r.n.m, ou seja, um desnível de cerca de 342 metros (MARCOTTI; MARCOTTI, 2011) em 82 km, o que resulta em um gradiente hidráulico de 0,00417 m m<sup>-1</sup>, ou 4,17 milímetro a cada metro.

O Rio ligeiro encontra-se numa região com clima subtropical úmido (Cfa) com tendência de concentração de chuva nos meses de verão sem estação seca definida. A média das temperaturas dos meses mais quentes é superior a 22°C e dos meses mais frios é inferior a 18°C (DESTEFANI, 2005). A bacia é dominada pela Floresta Estacional Semidecidual. Esse tipo de mata tem ocorrência na área dominada pelo clima Cfa e apresenta características tropicais aparentando-se menos exuberante por se desenvolver em solos mais arenosos na área de ocorrência da Formação Caiuá (MAACK, 2002).

O Rio Ligeiro apresenta forma dinâmica, com sinuosidade em alguns pontos específicos do alto curso, com trechos de drenagem com formação de meandros (CUNHA; GUERRA, 1996 apud MARCOTTI; MARCOTTI, 2011). No médio e baixo curso, observam-se muitas quedas d'água.

**Figura 1 – Bacia hidrográfica do rio Ligeiro, próximo a Cianorte, PR**



Fonte: Base cartográfica ITCG, adaptado por Angelo Ricardo Marcotti (MARCOTTI e MARCOTTI, 2011)

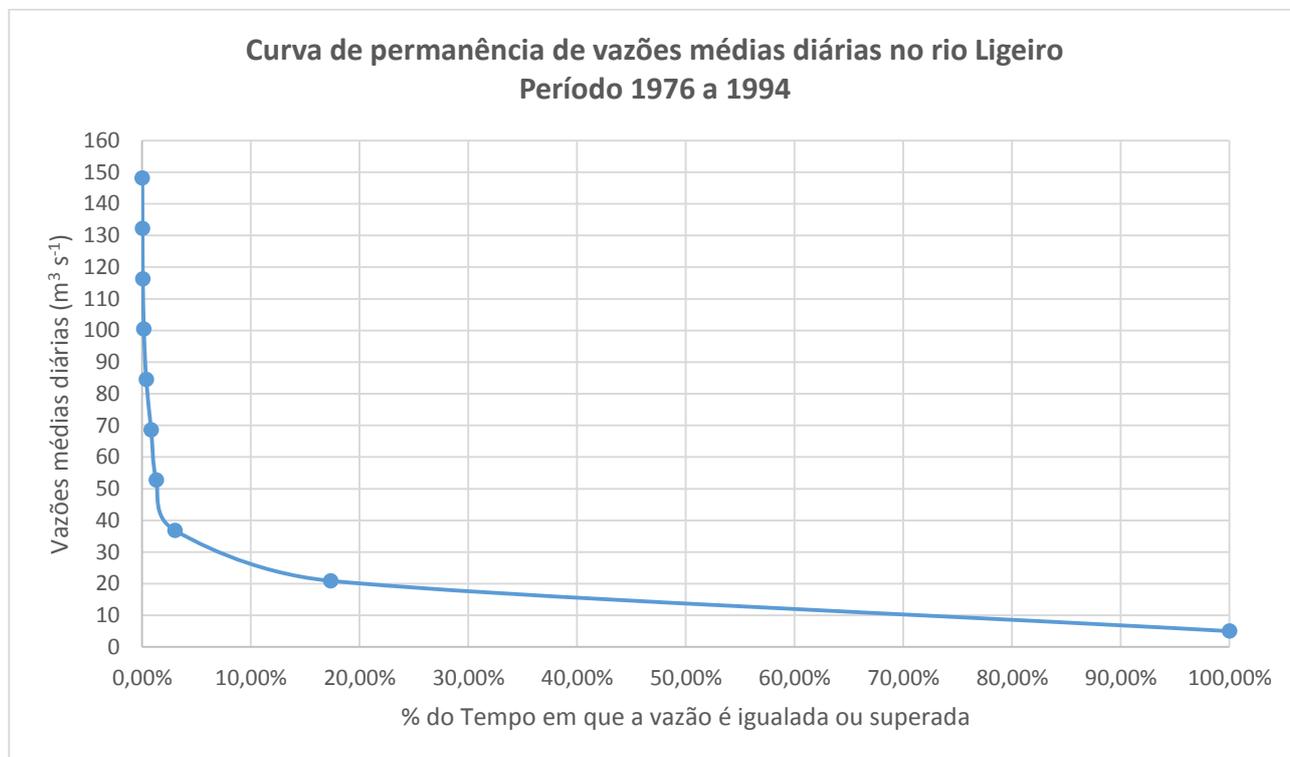
### 2.3. Determinação da curva de permanência de vazões

Os dados utilizados para a curva de permanência de vazões foram dados de vazão média diária da estação fluviométrica código 64680000, com data de instalação em 24 de julho de 1976 e data de desativação em 22 de setembro de 1994. Foi aplicado o método da curva de permanência de vazões, sendo obtido o gráfico representado na Figura 2.

Observa-se que a curva apresenta comportamento de queda acentuada para vazões baixas, comportamento representativo de rios com altas declividades, geralmente rios de corredeiras e/ou cachoeiras, que é o caso do rio Ligeiro.

Nota-se ainda que em 18% do tempo a vazão encontra-se igual ou superior a  $20 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ , ou seja, em 82% do tempo a vazão é inferior a esse valor. A  $Q_{95}$ , usada no cálculo da energia assegurada, possui valor de cerca de  $6 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ .

**Figura 2 – Curva de permanência de vazões médias diárias**



Fonte: Autoras

#### 2.4. Determinação do índice de gradiente RDE

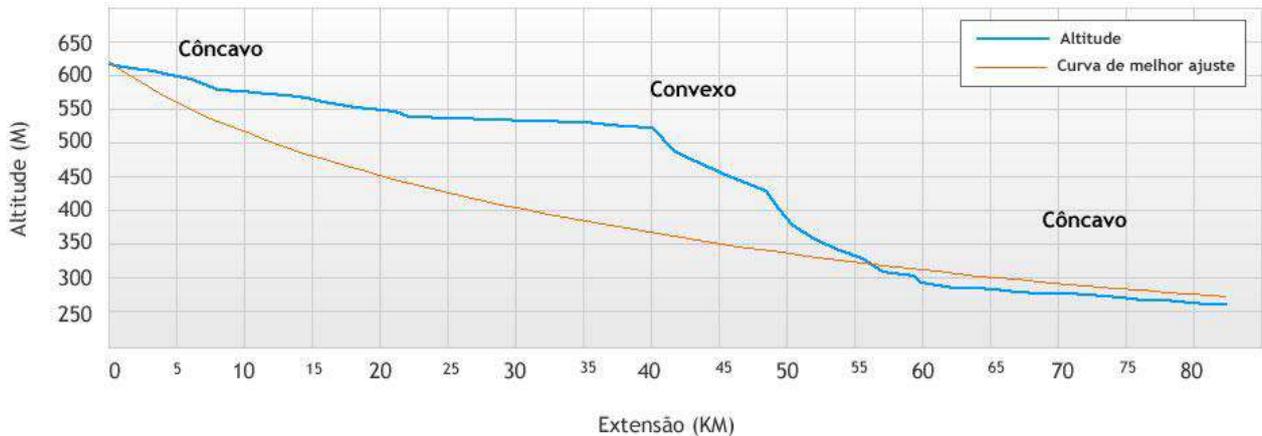
De acordo com Fujita (2009), Hack (1973) propôs o índice de gradiente RDE (*gradient index*) como um elemento bastante prático para possibilitar a normalização dos valores de gradiente e a identificação de anomalias de drenagem em cada trecho de seu curso, relacionando a declividade do canal com a extensão do respectivo trecho, fornecendo assim, um índice para comparação de trechos fluviais de diferentes magnitudes (MARTINEZ, 2004).

Este conceito é diferente do gradiente hidráulico, que é a razão entre a diferença altimétrica entre dois pontos no rio e a distância horizontal entre eles.

Na Figura 3, observa-se o traçado do gráfico de RDE para o rio Ligeiro. Nota-se que nos primeiros 40 km do rio, o RDE apresenta-se côncavo, mudando sua curvatura nos próximos 10 km (dos 40 aos 50 km), tornando-se convexo. Após, torna-se novamente côncavo dos 50 km até o fim de sua extensão.

Portanto, o local ideal para a instalação de uma PCH seria entre os 40 e os 50 km de distância a partir da nascente do rio Ligeiro, apresentando um desnível de cerca de 130 m.

**Figura 3: Gráfico de RDE para o rio Ligeiro**



Fonte: Base cartográfica ITCG, GPS (Sistema de Posicionamento Global) adaptado por Angelo Ricardo Marcotti (MARCOTTI; MARCOTTI, 2011)

### 2.5. Determinação da altura da barragem em função da energia assegurada

Usando a equação (2), adotando-se  $\gamma$  igual a  $9810 \text{ N m}^{-3}$ , eficiência de conversão de energia hidráulica em mecânica  $e$  igual a 0,80 e potência assegurada  $Pot$  igual a 1.000 kW, pode-se calcular a altura da barragem.

$$Pot = \gamma \cdot Q_{95} \cdot H \cdot e \quad (2)$$

$$1000 = \frac{9810 \cdot 6 \cdot H \cdot 0,80}{1000}$$

$$H = \frac{1000 \cdot 1000}{9810 \cdot 6 \cdot 0,80} = 21,3m$$

Portanto, para cada 1 MW de potência assegurada, deve-se ter 21,3 m de altura de barragem. No entanto, sabe-se que nem sempre a conversão de energia se mantém. Na Tabela 1, são mostradas alturas de barragens em função da eficiência da conversão de energia. Observa-se que, mesmo para  $e$  igual a 60%, a altura da barragem não variou muito, resultando em 28,3 m.

**Tabela 1: Altura da barragem em função da eficiência de conversão da energia hidráulica em mecânica.**

$\gamma = 9810 \text{ N m}^{-3}$ , $Pot = 1.000 \text{ kW}$ $Q_{95} = 6 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$	$e$	$H$ (m)
	0,60	28,3
	0,65	26,1
	0,70	24,3
	0,75	22,7
0,80	21,30	

### 3. CONCLUSÃO

O rio Ligeiro é um rio propício para instalação de uma PCH, pois possui vazão suficiente, mesmo em períodos de estiagem, além de possuir um índice de gradiente bom, especialmente no

trecho de 40 a 50 km da nascente. Portanto, conclui-se que, do ponto de vista hidrológico, é viável a instalação de uma PCH nesse rio.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Instituto das Águas do Paraná, pela disponibilidade dos dados de vazão média diária do rio Ligeiro.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA-ANEEL, RESOLUÇÃO Nº 394, DE 04 DE DEZEMBRO DE 1998. Disponível em: <<http://www.portalpch.com.br/images/stories/pdf/res1998394.pdf>>. Acesso em 09 de janeiro de 2013.

COLLISCHONN, W.; TASSI, R. **Introduzindo Hidrologia**. Apostila disponível em [http://www.ctec.ufal.br/professor/crfj/Pos/Hidrologia/apostila\\_Completa\\_2008.pdf](http://www.ctec.ufal.br/professor/crfj/Pos/Hidrologia/apostila_Completa_2008.pdf). Acesso em 04 de novembro de 2012.

DESTEFANI, E. V. **Regime hidrológico do rio Ivaí – PR**. 2005. 95f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2005.

ELETROBRÁS/ ANEEL. **Diretrizes para elaboração de projeto básico de usinas hidrelétricas**, 1999.

ELETROBRÁS/ ANEEL. **Diretrizes para estudos e projetos para Pequenas Centrais Hidrelétricas**, 2000.

FUJITA, R. H. **O perfil longitudinal do rio Ivaí e sua relação com a dinâmica de fluxos**. 2009. 118f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2009.

GERAÇÃO ENERGISA, **Sobre as PCH's**. Disponível em: <<http://187.0.209.234/Geracao/oqueeuapch/default.aspx>>. Acesso em 05 de janeiro de 2013.

HACK, J.T. **Stream-profile analysis and stream-gradient index**. U.S. Geol. Survey, Jour. Research, 1(4): 421-429, 1973.

MAACK, H., **Geografia física do Paraná**. Secretaria da Cultura e do Esporte do Governo do Estado do Paraná. Ed. José Olimpo S.A., 450p, 2002.

MARCOTTI, A.R.; MARCOTTI, T.C.B. Contribuições de estudos geográficos para a análise dos atrativos turísticos no rio Ligeiro – PR. In: Encontro Paranaense de Pesquisa e Extensão em Ciências Sociais Aplicadas, 7, 2011, Campo Mourão, **Anais...** Campo Mourão: Fecilcam, 2011, CD-ROM.

MARTINEZ, M. **Aplicação de parâmetros morfométricos de drenagem na bacia do rio Pirapó: O perfil longitudinal**. Dissertação (Mestrado em análise regional e ambiental) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2004.

PINTO, N. L. S.; HOLTZ, A. C. T; MARTINS, J. A.; GOMIDE, F. L. S. **Hidrologia Básica**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Edgard Blücher Ltda, 1976.

SALSA, C. **Energias alternativas via Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs)**. Disponível em: <<http://www.ecodebate.com.br/2009/05/20/energias-alternativas-viapequenas-centrais-hidreletricaspchs-artigo-de-carol-salsa/>>. Acesso em 10 de fevereiro de 2013.



III SEMINÁRIO DE  
ENGENHARIA CIVIL DA UEM

13 de Dezembro de 2013 – ISSN 2237-8219

## **ANÁLISE DE MEDIDAS DE CONTENÇÃO DE INUNDAÇÕES URBANAS ADOTADAS EM MARINGÁ, PR**

**Mennara Maria Dias de Oliveira<sup>3</sup>**

**Cristhiane Michiko Passos Okawa<sup>4</sup>**

### **RESUMO**

O sistema natural de escoamento sofre importantes alterações quando ocorre o desenvolvimento urbano, as quais afetam o balanço hídrico previamente existente. Em síntese, as superfícies naturais são substituídas por pavimentos (ruas, passeios, pátios) e telhados que não permitem a infiltração do solo. A água é encaminhada por coletores para condutos que levam-na rapidamente para jusante, provocando vários efeitos físicos e ambientais. Assim, estes impactos deterioram a qualidade de vida da população, devido ao aumento da frequência e do nível das inundações urbanas. Na cidade de Maringá, a Prefeitura Municipal (PMM) tem adotado algumas medidas estruturais e não estruturais visando conter as águas urbanas durante as chuvas intensas. Dentro desse contexto, o objetivo desse trabalho é analisar algumas dessas medidas de contenção implantadas pela PMM. Conclui-se que, embora haja esforço por parte do poder público municipal, ainda há muitas medidas que podem ser tomadas de forma satisfatória na cidade, a fim de minimizar os impactos decorrentes das frequentes inundações urbanas que têm ocorrido na cidade.

**Palavras-chave:** Inundações urbanas em Maringá. Medidas estruturais em drenagem urbana. Técnicas compensatórias em drenagem urbana.

---

<sup>3</sup> Acadêmica do Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Engenharia Civil-DEC, mennara\_@hotmail.com

<sup>4</sup> Profa. Dra., Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Engenharia Civil-DEC, cmpokawa@uem.br

## **1. INTRODUÇÃO**

O processo de urbanização de uma bacia hidrográfica promove a impermeabilização da superfície, com o intuito de retirada rápida da água do local de geração do escoamento superficial. Consequentemente, a água é retirada de forma concentrada, através da tubulação da rede de drenagem superficial, produzindo maiores picos de vazão no ponto de lançamento da rede a jusante. O surgimento das cidades e mesmo o crescimento das mesmas, geralmente realizados de forma desordenada, têm provocado impactos ambientais sobre o meio físico, social, econômico-financeiro, cultural e provocado aumento na frequência e no nível das inundações (CANHOLI, 2005).

Uma das transformações mais notadas nas cidades atualmente, tanto pelo aspecto de mudança da paisagem como pelo fato dos efeitos gerados a partir dessa modificação do estado original, é a redução da capacidade de permeabilidade do solo urbano. O solo das cidades possui parcela considerável de sua superfície impermeabilizada pelas edificações, pavimentação de vias e calçadas. A transformação de áreas anteriormente permeáveis em áreas impermeáveis induz a um desequilíbrio hidrológico (TUCCI, 1997; 2007).

Conforme expõe Martins (2011), as alternativas para lidar com os problemas das enchentes urbanas ocasionadas pela impermeabilização do solo quase sempre são idealizadas como obras de caráter corretivo, partindo do conceito de que as águas devem ser afastadas o mais rápido possível através de obras hidráulicas. Contudo, a preocupação na manutenção dos sistemas naturais de drenagem como meio de conservar a capacidade de infiltração do solo e, assim, amenizar os problemas relacionados com as inundações decorrentes da urbanização, tem se tornado cada vez mais frequente.

Assim, é necessário desenvolver uma série de ações ordenadas de forma a buscar equilibrar o desenvolvimento com as condições ambientais das cidades (TUCCI, 2002).

Diante do exposto, faz-se necessário que a administração pública adote medidas corretivas e preventivas para a minimização e controle dos impactos, de forma que venham a atender um novo conceito sobre projetos de drenagem urbana, que visam imitar o ciclo hidrológico natural, permitindo amortecer as vazões de cheias e promover uma maior infiltração de água no solo.

O objetivo desse trabalho é diagnosticar o manejo de águas pluviais na cidade de Maringá, descrevendo medidas estruturais e não estruturais adotadas pela Prefeitura Municipal de Maringá para contenção de inundações urbanas.

## **2. DESENVOLVIMENTO**

### **2.1. Métodos:**

Para a elaboração desse trabalho algumas etapas de pesquisa são fundamentais, como aprofundamento teórico, por meio de consulta da literatura, pesquisa documental e análise de documentos e projetos elaborados para minimizar os problemas observados em Maringá.

O diagnóstico das principais medidas de manejo das águas pluviais urbanas realizadas na cidade de Maringá-PR será realizado através de visitas nos locais que são de conhecimento público que a Prefeitura Municipal já entrevistou. Serão assim listadas medidas estruturais e não-estruturais observadas na cidade.

### **2.2. Caracterização da área de estudo**

De acordo com PMM (2013a), em seu Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica – Maringá – Paraná, o município possui uma extensão territorial de 487,730 km<sup>2</sup>, situando-se no Terceiro Planalto paranaense na região Sul do Brasil, noroeste do Estado do Paraná,

entre os paralelos 23° 15' e 23° 34' de latitude sul e os meridianos 51° 50' e 52° 06' de longitude oeste. A cidade é cortada pela linha imaginária do Trópico de Capricórnio.

Ainda de acordo com PMM (2013a), Maringá possui população estimada de 357.077 habitantes, de acordo com censo de 2010. Com um índice de crescimento populacional estimado em 1,86% e índice de desenvolvimento humano de 0,841, Maringá é centro de referência da região desempenhando papel central nas áreas comercial e cultural, além de centro universitário e de pesquisa. É a terceira maior cidade do Estado do Paraná.

Maringá localiza-se em duas unidades de gestão de recursos hídricos (UGRH): a da bacia hidrográfica do rio Pirapó e a da bacia hidrográfica do rio Ivaí. Possui muitos ribeirões e córregos, que se caracterizam por ser de pequenas dimensões.

## 2.3. Resultados e discussão

### 2.3.1. Medidas de contenção de inundações urbanas adotadas pela Prefeitura Municipal de Maringá:

#### a) Parque do Ingá

O Parque do Ingá apresentava um grave problema de erosão decorrente de despejo de águas pluviais em seu interior e, para conter a erosão, foi construído um emissário. Utilizou-se o sistema de gabião (Figura 1), que são blocos de pedras revestidas por uma tela de arame galvanizado que atuam como limitadores da velocidade da água das chuvas que chegam com grande vazão no interior do parque.

Com 1,4 mil metros de extensão, 1,80 metros de altura e 2 metros de largura, o canal de drenagem com gabião foi implantado a céu aberto acompanhando o próprio traçado da erosão (PMM, 2013b).

**Figura 1 - Canal de drenagem no Parque do Ingá**



Fonte: PMM (2013b)

#### b) Legislação de obrigatoriedade de manutenção de área permeável mínima nos lotes

Um dos principais indicadores de desenvolvimento urbano é a densidade de drenagem, enquanto que os principais indicadores hidrológicos de urbanização são a área impermeável e o tempo de concentração (TUCCI, 2007). De modo análogo, pode-se mensurar qualitativamente a

importância dos sistemas de drenagem e áreas impermeáveis de acordo com a comparação da magnitude dos indicadores de desenvolvimento urbano. O planejamento urbano, ao estabelecer padrões de construção por bairro, indiretamente estabelece estes padrões.

Na cidade de Maringá, a regulamentação de uso e ocupação do solo com relação à manutenção de área permeável é a Lei nº 331/1999, que dita, em seu artigo 26:

*“Art. 26. Em todas as zonas, deverá ser mantida, nos lotes, uma área permeável mínima de 10% (dez por cento), a qual ficará livre de edificação, da proteção desta ou de avanço do subsolo, não podendo, ainda, receber nenhum tipo de revestimento impermeável ou cobertura, exceto elementos vazados de concreto para piso, do tipo “concregrama” ou “pisograma”. (NR)”*

Portanto, por lei, a área permeável mínima a ser mantida nos lotes é de 10% da área do lote. No entanto, sabe-se que existe uma grande dificuldade de fiscalização na etapa posterior à aprovação da habitação, ou seja, existe a possibilidade dessa área permeável ser impermeabilizada com o decorrer do tempo, seja através de construção irregular ou simplesmente através de colocação de cobertura sobre a área.

A Prefeitura Municipal de Maringá precisa realizar uma fiscalização efetiva sobre as áreas permeáveis dos lotes, a fim de fazer cumprir a lei e garantir que essa área seja mantida.

#### c) Parque Alfredo Werner Nyffeler

O Parque Alfredo Werner Nyffeler é resultado da recuperação de um terreno com grande declividade, com processo progressivo de erosão e degradação. Nele foi feita uma revitalização, transformando o local visualmente e estruturalmente, tornando-o uma bacia de detenção, para onde escoam a água dos bairros ao redor, minimizando alagamentos (Figura 3).

**Figura 3 - Parque Alfredo Werner Nyffeler**



No entanto, imediatamente a jusante do parque observa-se processos erosivos, como mostrados nas Figuras 4a e 4b. Os processos erosivos iniciam-se logo a jusante do parque, na descarga, por diversos fatores: alta velocidade da água no local, falta de dissipador de energia, pouca vegetação nas margens. Além da erosão, na visita ao local pôde-se notar a presença de resíduos sólidos urbanos depositados nesse ponto, não só os provenientes da poluição difusa, mas

também aqueles lançados pelos moradores, como se fosse permitido fazer desse local o depósito de lixo da região.

**Figuras 4.a, 4b. Processos erosivos imediatamente a jusante do parque**



Fonte: Zola et al. (2013)

d) Calçada Ecológica

A Lei Municipal complementar 335/99 em seu art. 105 estabelece a construção de calçadas ecológicas, mudando o perfil dos passeios nas áreas residenciais. A execução desse tipo de calçada determina uma faixa com largura de 0,60 m junto ao meio fio, uma faixa pavimentada, com largura de 1,50 m junto ao alinhamento predial e uma faixa intermediária a ambas, contendo vegetação rasteira, destinada à permeabilidade do solo, abrangendo eixos da arborização pública. Os fundos de vale da cidade estão recebendo calçada ecológica em todo seu entorno, como mostrado na Figura 5.

**Figura 5 – Calçada ecológica instalada ao redor dos fundos de vale**



Fonte: autoria de Fernanda Cavicchioli Zola (2013)

### 2.2.1. Sugestão de outras medidas não estruturais para a cidade de Maringá, PR

Em alguns pontos da calçada ecológica poderiam ser criados sumidouros, com o objetivo de aumentar a absorção de água pelas gramíneas, além de diminuir o fluxo de enxurrada, que acabariam nas galerias pluviais e contribuindo para a diminuição da erosão urbana.

O aproveitamento da água da chuva poderia ser incentivado, com instalação de cisternas em cada lote, fornecidas pela prefeitura. Essa água reservada pode ser aproveitada ou então pode ser feita uma programação para lançamento planejado na rede de drenagem urbana (uma hora após o término da chuva, o bairro “A” despeja a água armazenada na rede de drenagem, duas horas após o término da chuva começa o lançamento do bairro “B”, e assim por diante);

Um dos principais trabalhos deve estar em fortalecer uma cultura de prevenção. Porque, além de minimizar riscos, o cidadão deve saber como agir em uma situação de crise. Assim, seguem duas sugestões nesse contexto:

- a) Desenvolver um projeto nas escolas, em parceria com a Secretaria Municipal da Educação, levando agentes da defesa civil a escolas municipais, estaduais e particulares, onde poderiam ser desenvolvidas palestras sobre como proceder antes (prevenção), durante e depois da chuva intensa.
- b) Desenvolver medidas de multiplicação da informação, orientação em situações emergenciais e principalmente conscientização quanto a prevenção, utilizando-se de mídia impressa, como cartilhas e panfletos e breves orientações via TV e rádio, tornando a informação acessível e de fácil entendimento a toda a população.

## 3. CONCLUSÃO

Conclui-se que a Prefeitura Municipal de Maringá tem adotado medidas de contenção de drenagem urbana através da implementação de medidas estruturais e não estruturais, porém muitos esforços ainda devem ser feitos para conter com efetividade as inundações urbanas que têm acometido a cidade a cada ano.

As medidas preventivas e não estruturais são essenciais e pelo menos tão importantes quanto as medidas estruturais. Desta forma, conclui-se que onde houver uma bacia de retenção ou obra de controle de enchentes, retenção de água na fonte, projeto e planos de contingência, zoneamento urbano, sistema de monitoramento, alerta e alarme, entre outras ações, a vulnerabilidade ao desastre será menor e a sua ocorrência, por consequência, irá resultar em danos e prejuízos menores.

## REFERÊNCIAS

CANHOLI, A. P. **Drenagem urbana e controle de enchentes**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

MARTINS, P.A.G. **Manejo de águas pluviais urbanas e política social: considerações para um debate**. 2011. Tese (Doutorado em Ciências Sociais) – Pontifícia Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

PMM 2013a. Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica – Maringá – Paraná. Disponível em [http://www.maringa.pr.gov.br/mata\\_atlantica/plano.pdf](http://www.maringa.pr.gov.br/mata_atlantica/plano.pdf). Acesso em 05 de maio de 2013.

PMM 2013b. Disponível em <http://www2.maringa.pr.gov.br/site/index.php?sessao=1367d2525a5513&id=13111>. Acesso em 06 de junho de 2013.

TUCCI C. E. M., CLARKE R. T., **Impacto das mudanças da cobertura vegetal no escoamento: revisão.** RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 2 n.1 Jan/Jun 1997, 135-152

TUCCI, C.E.M. Gerenciamento da Drenagem. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos.** Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 5-27, 2002.

TUCCI, C. E. M. **Inundações urbanas.** Porto Alegre: ABRH. 2007.

ZOLA, F.C.; GONZALES, B.B.A.; KURODA, C.Y.; YANO, L. T.; ROVERI, S.D.; OKAWA, C.M.P. Caracterização do fundo de vale do ribeirão Morangueiro na cidade de Maringá – PR. In: ENCONTRO TECNOLÓGICO DA ENGENHARIA CIVIL E ARQUITETURA, 9., 2013, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 2013.



**ANÁLISE DE REDE DE DRENAGEM URBANA:  
estudo de caso de um trecho da Avenida Nildo Ribeiro da Rocha**

**Rafael Cassimiro Barbosa**<sup>5</sup>

**Christopher Yuity Kuroda**<sup>6</sup>

**Paulo Fernando Soares**<sup>7</sup>

**Doralice Ap. Favaro Soares**<sup>8</sup>

**RESUMO**

Tendo em vista toda a problemática gerada pelos alagamentos das ruas em dias de chuvas intensas, nota-se a importância de um bom planejamento urbano associado ao plano diretor local, de forma que se antecipem às futuras ocupações e aos diversos usos de solo, como estabelecido no plano diretor. Dessa forma, o projetista poderá dimensionar o sistema de infraestrutura, como uma rede de drenagem de águas pluviais que consiga atender as necessidades previstas para as futuras ocupações. Este trabalho tem como objetivo analisar uma rede de drenagem de águas pluviais de um trecho da Avenida Nildo Ribeiro da Rocha na cidade de Maringá/PR, onde foram constatados pontos de alagamentos em dias de chuvas intensas. As análises constaram da verificação dos pontos da rede que estão sobrecarregados, dos pontos de alagamento e de quais condutos estão com velocidade de fluxo acima do recomendável, verificando assim a situação atual da rede de drenagem quanto a sua capacidade de suportar a solicitação da região. Para tal análise foram utilizadas informações de arquivos digitais obtidos junto à prefeitura do município e também observações locais nas áreas de abrangência do trecho em estudo, além do uso do software Storm Water Management Model® - SWMM - para simulação da rede. Após a análise, verificou-se que o projeto implantado se encontra deficitário na simulação para os parâmetros mínimos de projeto.

**Palavras-chave:** Drenagem urbana. SWMM. Galerias pluviais. Águas pluviais.

---

<sup>5</sup> Acadêmico do Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Engenharia Civil-DEC, rafaelcb00@gmail.com

<sup>6</sup> Acadêmico do Programa de Pós-Graduação de Engenharia Urbana-PEU, Universidade Estadual de Maringá-UEM, christopherkuroda@gmail.com

<sup>7</sup> Prof. Dr. Paulo Fernando Soares, Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Engenharia Civil-DEC, paulofsoares@gmail.com

<sup>8</sup> Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Doralice Ap. Favaro Soares, Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Engenharia Civil-DEC, dafsoares@gmail.com

## 1. INTRODUÇÃO

Com o crescimento das cidades e conseqüentemente a impermeabilização dos solos, fez-se necessário resolver a questão das águas de chuva que se acumulavam nas áreas impermeáveis. Neste sentido, por volta do século XIX, na cidade de Paris (França), as águas de chuva escoavam em canais abertos, diretamente ao Rio Sena e para a coleta dos esgotos foi construída a primeira rede, denominada “Tout à l’Égout”. Com esta ideia de se coletar os esgotos e as águas pluviais e levá-las para locais onde não influenciassem a urbanização, surgiu o “conceito higienista”. A coleta separada dos esgotos e das águas pluviais deu origem ao sistema separador absoluto, onde os esgotos correm por uma rede e as águas pluviais por outra. Uma vez consolidado, este conceito começou a se espalhar pelo mundo, no Brasil chegou no final do século XIX, através do Engenheiro Saturnino de Brito, o qual projetou as redes de coleta de esgotos e de águas pluviais na cidade de Santos-SP. No início do século XX, passou a ser norma para as cidades brasileiras, o uso do sistema separador que antes era o sistema unitário. Posteriormente surge o “Conceito Ambiental” para as redes de drenagem urbana, no qual o conceito higienista foi ampliado dentro de um contexto de preservação ambiental.

No Brasil, o conceito higienista, mesmo sendo simples, tem sido mal empregado em decorrência de “falta de recursos”, mau dimensionamento, manutenção precária do sistema, elevado processo de urbanização e desordenado processo de ocupação do solo, o que tem agravado ainda mais os problemas de drenagem urbana.

A cidade de Maringá, assim como muitas cidades do Brasil sofre com os problemas associados à drenagem urbana, a cidade passa por um processo de urbanização intenso, os impactos da urbanização podem ser observados nos dias de chuvas intensas, isso decorre da expansão sem planejamento adequado e sem melhorias nas redes existentes que, por vezes, recebem esse acréscimo na vazão das expansões da rede de drenagem.

Um dos problemas mais observados nesse caso é o transbordo das bocas-de-lobo nas ruas, que causa diversos transtornos aos usuários da via e à população local. Os transtornos podem ser a desvalorização imobiliária no local, acidentes de trânsito, proliferação de doenças, entre outros.

Tendo em vista essa problemática, este trabalho propõe analisar um trecho que sofre com os problemas de alagamento em dias de chuvas. O trecho estudado situa-se na Avenida Nildo Ribeiro da Rocha entre as interseções com as vias Rua Bahia e Avenida Carlos Borges.

## 2. DESENVOLVIMENTO

O Brasil está em desenvolvimento, possuindo assim muitas cidades com elevado crescimento, uma destas cidades é Maringá, no estado do Paraná. Os problemas de alagamentos e inundações nas cidades em crescimento é consequência do processo de urbanização, isso é ainda mais agravado quando ocorre de forma desordenada, visto que as áreas permeáveis mínimas indicadas em projeto dificilmente são mantidas. As redes de drenagem das águas pluviais se apresentam de forma crucial para evitar ou amenizar esses problemas. O planejamento urbano deve levar em consideração o crescimento urbano acelerado, para que as redes de drenagem possam operar sem maiores problemas. Em redes antigas, que possam apresentar problemas, é importante prever ampliações.

As redes de drenagem urbana de águas pluviais devem ser parte integrante de um bom planejamento urbano, que seja capaz de antecipar o crescimento, além de ganhar atenção nos Planos Diretores das cidades. Os Planos Diretores deverão fornecer o embasamento, junto com o estudo das características do local, para o necessário dimensionamento das redes drenagens pluvial.

Segundo Tucci (2005), grande parte dos engenheiros que atuam, estão desatualizados na visão ambiental, impactando o ambiente com excesso de áreas impermeáveis que conseqüentemente

provocam o aumento da temperatura, inundações e poluição. Com isso, percebe-se que os problemas são causados por insuficiência ou mau dimensionamento dessas redes de drenagem. Esses tipos de projeto geralmente apresentam deficiências, por vezes decorrentes da concepção inadequada dos profissionais de engenharia para o correto planejamento e controle dos sistemas.

O surgimento do “Conceito Ambiental” para as redes de drenagem urbana, trouxe o conceito higienista ampliado para admitir soluções alternativas e complementares para evacuação das águas pluviais dentro de um contexto de preservação ambiental. O conceito ambiental propõe soluções focadas na questão ambiental, ligada aos impactos da elevação dos picos de vazão e da poluição difusa carregada para os corpos hídricos, e não apenas estrutural, evitando assim problemas comumente vistos em obras que adotaram o conceito higienista. Por exemplo: para evitar o problema do elevado fluxo de água, existem obras de retenção como os piscinões, que armazenam parte das águas da chuva durante o pico, que servem para reduzir a vazão e a velocidade, fazendo com que o escoamento chegue com menor intensidade à jusante, evitando problemas de erosões (TOMASI, 2008).

Além disso, existem formas de diminuir o escoamento superficial, através de pavimentos permeáveis e/ou valas de infiltração, diminuindo assim a quantidade de água escoada. Por último, o conceito ambiental propõe que as águas pluviais devem ser tratadas antes de serem lançadas ao corpo receptor, pois a mesma pode ser tão poluidora quanto o esgoto, devido à poluição presente nas vias, bocas-de-lobo e até mesmo nos dutos condutores (TOMASI, 2008).

A diferença entre os dois conceitos - conceito higienista e ambiental - está na forma de lidar com a água da chuva, em que o conceito higienista apenas soluciona o problema local, ao captar a água precipitada e canalizá-la para um ponto a jusante, sem se preocupar com os possíveis impactos no corpo receptor, a jusante, como as erosões devido ao escoamento que chegam à uma velocidade altíssima, gerando problemas ambientais na área.

A dificuldade de utilização no Brasil do conceito ambiental é o alto custo e a difícil implantação, pois exige conhecimentos multidisciplinares para ser implantado. Além disso, o conceito higienista é simples de executar, partindo-se da ideia de que toda água circulante deve ir rapidamente para o sistema de captação, evitando insalubridades e desconforto a população local, por isso é o mais utilizado até hoje (TOMASI, 2008).

Essa prática de se livrar rapidamente das águas pluviais se apresentou de forma satisfatória até o aumento das chuvas intensas e o aumento da urbanização que trouxe a impermeabilização do solo através de telhados, ruas e calçadas, a água que antes infiltrava no solo, em lotes sem construções, passa a escoar pelos condutos de drenagem, junto ao volume de água que já escoava, fazendo com que ocorra um aumento do escoamento superficial, exigindo assim maior capacidade de escoamento.

Além disso, com a urbanização há o aumento de resíduos sólidos produzidos pela população, que por vezes dão destinos incorretos a esses resíduos. Isso é agravado em ocupações irregulares em que o município não oferece um sistema de coleta de resíduos eficiente, fazendo com que a água escoada nas ruas, arraste o lixo despejado de forma incorreta, causando entupimentos nos dutos, reduzindo a capacidade de drenagem, e ainda contaminando a água pluvial escoada (TUCCI, 2005). Esse aumento de escoamento superficial eleva a capacidade de transporte dos resíduos sólidos para a rede de drenagem, fazendo com que as bocas-de-lobo e dutos fiquem obstruídos e comecem a inundar as ruas.

Outro fator que provoca inundações é a má execução do projeto de rede de drenagem das águas pluviais. O projeto conta com declividades constantes e dutos condizentes com os valores de vazão de projeto, no entanto, na hora de executá-lo, as empresas seguem a declividade das vias, que apresentam alterações ao longo dos trechos e estas mudanças de declividade podem causar ressaltos hidráulicos ou escoamentos forçados, causando assim as inundações. Existe, além disso, a instalação de tubulações inferiores às projetadas.

### 3. METODOLOGIA

O estudo de caso se deu em um trecho da Avenida Nildo Ribeiro da Rocha, na cidade de Maringá-PR. Primeiramente, foi necessária a obtenção, junto à prefeitura do município, de um arquivo digital do projeto de galerias pluviais da cidade. No arquivo foi possível identificar o trecho em estudo e obter dados como diâmetro, comprimento dos tubos, a posição das bocas-de-lobo e dos poços de visita. Realizaram-se algumas visitas ao local, para certificar a posições das bocas-de-lobo, dessa forma notou-se que algumas bocas-de-lobo no trecho não estavam indicadas no projeto.

A partir dessas informações o estudo passou a ser feito através do software Google Earth®, no qual foi possível identificar o trecho em estudo. Com a identificação da área, o arquivo cedido pela prefeitura, com as galerias e a topografia do terreno, identificou-se redes fora do trecho proposto inicialmente, que acabavam interligando-se à rede principal antes de lançar a água para o exutório (neste caso, o córrego Cleópatra), portanto o trecho a ser analisado neste trabalho foi alterado (Figura 1).

**Figura 1 – Redes separadas por cores, as linhas vermelhas representam o trecho 1 e o azul trecho 2 em função das áreas de contribuição, com identificação dos principais locais de alagamento**



Fonte: Google Earth®

Mesmo nos trechos não pontuados como críticos, a água da chuva apresenta um lamina d'água elevada na Avenida Nildo Ribeiro da Rocha (Figura 4), a lamina presente nas sarjetas quase ultrapassava as guias.

Levantado os dados técnicos e as visitas a campo, iniciou-se a utilização do software para as simulações, das redes dos Trechos 01 e 02, no programa Storm Water Management Model (SWMM). Inicialmente foram delimitadas as áreas de contribuição, caracterizadas a área das sub-bacias e inseridas a rede coletora de águas pluviais e os pontos de coleta. Em relação ao modelo de projeto para captação e demais componentes do sistema de galerias pluviais, adotou-se um sugerido pela Secretaria Municipal de Serviços Públicos da cidade de Maringá. As cotas geométricas das bocas-de-lobo, caixas de ligação e poços de visita foram obtidas através do software Google Earth®, e com o projeto das redes de águas pluviais, para caracterização e identificação da posição dos componentes existentes.

Em trechos planos, adotou-se a inclinação de 2,00%, valor este utilizado pela Prefeitura do Município de Maringá, atendendo as exigências da SAOP local, a qual exige uma inclinação maior que 1,00% (TOMASI, 2008). Em trechos não planos, a inclinação adotada é a mesma da via, pois é desta maneira que são executados as tubulações de acordo com a prefeitura local, devido ao fato que tal método construtivo evita grandes cortes de terra e torna mais fácil a execução, sempre

obedecendo ao cobrimento mínimo de 1,00 m. de terra sobre o tubo, valor este que atende as exigências da SAOP local, a qual exige um cobrimento mínimo de 0,90 m. (TOMASI, 2008).

O coeficiente “n” de Manning adotado na rede foi de 0,015, isso é em decorrência dos tubos de concreto e já ter sido implantado há, pelo menos, 10 anos, tornando-se uma superfície regular.

O modelo hidrológico de cálculo da vazão em função da área das sub-bacias utilizado pelo programa SWMM é o método Racional. A aplicação deste método é recomendável para áreas menores que 2,00 km<sup>2</sup>, este fato permite simular a rede do trecho em estudo, pois, a área desta é menor que o valor. Para cálculo das áreas das sub-bacias foi utilizado outro arquivo obtido na prefeitura, que é o zoneamento junto à divisão dos lotes (terrenos) da cidade de Maringá, obtendo assim a área dos terrenos presentes nas áreas de contribuições na unidade de hectares (ha).

O coeficiente de Runoff esperado na simulação é em torno de 0,95, valor este de acordo com a área em estudo, há a predominância de edificação, onde o revestimento é predominantemente de cobertura impermeável, além da porcentagem de solo impermeável nas sub-bacias adotado de 90%, em função da norma da prefeitura que exige uma área mínima permeável de 10% do terreno.

O período ou tempo de retorno da chuva adotado foi de 5 anos, valor este sugerido pela CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) para microdrenagem. Utilizou-se a equação da intensidade de chuva em função do tempo de retorno de 5 anos e duração de 5 minutos, o que representaria uma chuva de alta intensidade, obtém-se uma precipitação de aproximadamente 155,5 mm/h.

Foram feitas duas simulações de chuvas distintas, uma com os 155,5 mm/h e em decorrência das mudanças climáticas globais e locais, que tendem a intensificar os eventos extremos, serão acrescidos no valor da precipitação uma taxa de 25%.

Regionalmente, observou-se que alguns municípios do estado do Paraná têm apresentado uma aceleração do ciclo hidrológico desde o início da década de 70, o que pode ser constatado através do aumento da frequência de chuvas intensas, do aumento das vazões médias e da ocorrência de estiagens com maior duração. (Silva; Guetter, 2003).

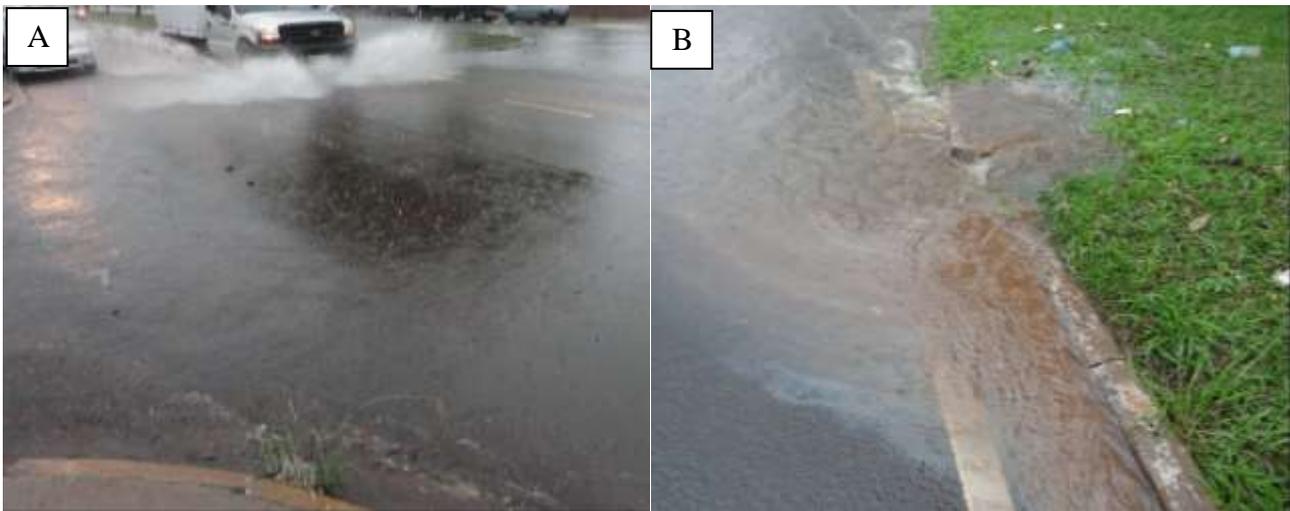
### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os pontos identificados, Ponto 1 ao 3 (Figura 1), apresentam maior lamina de água (Figura 2 e 3), ou seja, onde os problemas podem ser notados com facilidade. As bocas-de-lobos do local (Figura 3B e 4B) não suportam o elevado escoamento superficial (Figura 4).

No trecho 1, a simulação que utilizou os 155,50 mm de chuva, a precipitação escoada foi de 152,61 mm, concluindo que quase toda água precipitada é escoada e colhida pela rede, tendo uma perda por infiltração de apenas 3,13 mm. Dentro destes resultados os condutos com maior instabilidade de fluxos foram logo a montante do Ponto 1 de alagamento (Figura 1). O trecho que é logo a montante da rotatória e o trecho a jusante dela. Foi constatado que o Ponto 1 e 2 passaram 90% do tempo sobrecarregados durante a simulação da chuva. A sobrecarga dos nós ocorre quando a água ultrapassa a geratriz superior do conduto mais alto, causando a inundação daquele nó. A velocidade do escoamento se apresentou dentro das recomendações da norma.

A rede coletora do Ponto 1, trabalha com 88% da capacidade no período da chuva, isso justifica o alagamento provocado nas bocas-de-lobo à montante e a jusante. O exutório da rede fica com 95% da capacidade utilizada durante o tempo da chuva. O Ponto 2, passa o tempo com 93% da capacidade limitada.

**Figura 2 – Foto tiradas no trecho 1, Ponto 1**  
**A – Escoamento superficial elevado; B – Boca-de-lobo com sinais de alagamento.**



**Figura 3 – Foto tiradas no trecho 2**  
**A – Escoamento superficial elevado; B – Boca-de-lobo com sinais de alagamento.**



**Figura 4 – Foto tiradas na Avenida Nildo Ribeiro da Rocha fora dos pontos críticos**



O cenário 2 consiste na chuva de 194,4 mm, a precipitação escoada foi de 191,49 mm, assim como no primeiro modelo a água é praticamente toda escoada. Os mesmos trechos apresentaram instabilidades, com o acréscimo de um novo ponto a montante da rotatória. Em relação à sobrecarga dos nós foram acrescentados mais dois, dessa seis novos pontos de alagamentos existiriam nesta

hipótese, e dois dos pontos sobrecarregados no anterior estariam com 18% de acréscimo ao cenário anterior. A rede coletora de modo geral cresceu 2% em relação à simulação anterior, dessa forma os 88%, 95% e 93% subiram para 90%, 97% e 95% respectivamente.

No ponto de alagamento 1, pertencente ao trecho 1, houve uma inundação volumosa na caixa de ligação e outra menor em outra caixa de ligação, além de uma inundação pequena nas bocas-de-lobo. O fato coincide com o registrado no dia da visita ao campo, já que quando há a inundação da caixa-de-ligação, ocorre o alagamento pelas bocas-de-lobo mais próximas e pelo volume inundado na caixa de ligação, essa água transbordada e tenta entrar novamente na rede pelas bocas-de-lobo seguintes, as quais estão ligadas na caixa de ligação com menor sobrecarga, fazendo com que tais bocas-de-lobo fiquem cheias e transbordem ainda mais, resultando nos alagamentos registrados para aquele ponto.

No trecho 2, cenário 1, a precipitação total foi de 155,50 mm, o valor escoado foi de 152,77 mm. Os condutos com maior instabilidade de fluxos foram o conduto que está ligado na caixa de ligação do Ponto 3 de alagamento (Figura 1) e o conduto que está à montante do Ponto 3.

A boca-de-lobo no Ponto 3 de alagamento, está sobre efeito de sobrecarga 77% do período chuvoso. Além dela, uma das caixas de ligação quase à montante do ponto de alagamento apresenta efeitos de sobrecarga 78% do período chuvoso. Por fim, à montante do Ponto 3 na Av. Nildo Ribeiro da Rocha, a caixa de ligação apresenta-se sobrecarregada 57% do período chuvoso.

No instante 0:50 min é o mais crítico do período chuvoso, referente a inundação dos nós. Três pontos apresentam uma inundação significativa e durante mais da metade do período chuvoso.

Em diversos condutos pode-se observar uma velocidade de escoamento acima do recomendável, que é de 6,0 m/s. (TOMASI, 2008). Os condutos que apresentaram essas velocidades são a saída da rede para o exutório, trata-se da galeria da Rua São Salvador (paralela a Av. Nildo Ribeiro da Rocha), o conduto que está sob o Ponto 3 de alagamento e os condutos logo à montante.

O conduto que liga uma das bocas-de-lobo do Ponto 3 à sua caixa de ligação, trabalha com a capacidade limitada 75% durante toda chuva. Já o conduto que está sob o Ponto 3, funciona sobrecarregado 55% do tempo chuvoso.

O segundo cenário para o trecho dois foi com precipitação total de 194,40 mm, a escoada foi de 191,68 mm. Os condutos com instabilidade de fluxo foram acrescidos de dois novos trechos e houve a estabilização de dois trechos. Os condutos que apresentam essa instabilidade se encontram sob o ponto de alagamento Ponto 3, justificando o alagamento. O Ponto 3 teve um acréscimo no volume inundado em relação ao cenário anterior, e novos pontos de alagamento surgiram pela sobrecarga sofrida nos condutos.

Os condutos de ligação entre uma das bocas-de-lobo e caixa de ligação no Ponto 3 e o conduto sob o mesmo ponto tiveram seu tempo com capacidade limitada aumentado consideravelmente em relação à simulação para o cenário 1 (8% e 18%), fazendo com que ambos trabalhassem mais de 70% do tempo da chuva com sua capacidade de fluxo limitada.

Depois de simulados os dois trechos para os cenários propostos, notou-se que em ambos os trechos, o cenário 2 foi o que apresentou resultados mais críticos e notórios, como maior volumes inundados, tempo de inundação, velocidade de fluxo nos condutos e tempo de operação dos condutos com sua capacidade limitada.

A rede analisada mostrou-se insuficiente para a simulação adotada, sendo então necessárias melhorias e ampliações na mesma, não apenas nos diâmetros das tubulações, mas também no projeto em questão, como previsão da ocupação do solo. As tubulações acompanham a declividade das vias, para facilitar a execução da rede, porém como as vias mudam sua declividade constantemente, fator este indesejado para tubulações, estas mudanças de declividades podem contribuir para os alagamentos devido aos ressaltos hidráulicos e, conseqüentemente, escoamentos forçados causados por elas.

As ampliações das redes, como dito anteriormente, vão além da mudança de diâmetro das tubulações, devido ao fato de que este tipo de mudança iria de acordo somente com o conceito

higienista, onde sua principal crítica se dá na não solução do problema no local e apenas o transporte de tal problema à jusante. Levando-se em conta esta crítica, tornam-se necessárias mudanças alternativas para a rede, seguindo o conceito ambiental, em que para diminuir a velocidade de fluxo das tubulações, além de aumentar os diâmetros destas, pode-se implantar bacias de retenção como dissipadores de energia em pontos estratégicos, para que em horários de pico estas bacias amortecem o escoamento.

Notou-se no trecho 2 na tubulação que transporta a água pluvial para o exutório uma velocidade acima do recomendável. Este fato pode ser tratado com a implantação de um dissipador de energia na saída desta tubulação, de forma a diminuir a velocidade d'água que chega ao córrego Cleópatra, evitando maiores danos ambientais. Além disso, para combater os problemas de impermeabilidade das sub-bacias e do pavimento asfáltico, pode-se pensar em obras como valetas permeáveis no decorrer das calçadas, diminuindo assim o escoamento superficial.

Por fim, com a implantação das obras citadas anteriormente, juntamente com a ampliação dos diâmetros da rede, é possível executar uma galeria de águas pluviais capaz de suportar esta chuva pesada simulada, trabalhando dentro dos limites recomendados, com bom desempenho e o principal, sem trazer prejuízos à população. Além disso, tendo em vista toda a problemática estudada, fica mais evidente a necessidade de um bom planejamento urbano quanto a uso e ocupação do solo em áreas que não possuem redes de drenagem de águas pluviais, para evitar os problemas comentados neste trabalho e consequentemente evitar custos indesejáveis para ampliação e melhoria das redes de galerias pluviais.

## CONCLUSÃO

As redes de drenagem urbana analisadas mostram-se com deficiência para a atual área impermeável contribuinte, apresentando problemas de alagamentos e transbordo. Tendo em vista esses problemas, é essencial realizar melhorias para solucioná-los. Além disso, existe a necessidade de um bom planejamento urbano das redes de águas pluviais devem ser parte constituinte de um bom planejamento urbano, que seja capaz antecipar o crescimento, além de ganhar atenção nos Planos Diretores das cidades. Os Planos Diretores deverão ainda contemplar implementação de políticas ambientais em áreas urbanas, fornecer o embasamento, junto com o estudo das características do local, para o necessário dimensionamento das redes drenagens pluvial.

## REFERÊNCIAS

LAZARI, J. A. P.; Planejamento do sistema urbano de drenagem. **Material didático**. Disponível em: <<http://ebookbrowse.com/13-planejamento-de-sistemas-de-drenagem-1-ppt-d134431928>>. Acesso em: 26 abr. 2013;

TOMASI, E. G.; **Coleta e transporte de esgoto sanitário e microdrenagem urbana**. Maringá, 2008. p. 246-265. Apostila de Saneamento III do curso de Engenharia Civil – Universidade Estadual de Maringá;

TUCCI, C. E. M.; **Inundações e drenagem urbana**. Disponível em: <<http://www.semarh.se.gov.br/modules/wfdownloads/singlefile.php?cid=1&lid=184>>. Acesso em: 27 abr. 2013;

TUCCI, C. E. M.; **Gestão de inundações urbana**. Ministério das cidades; Global Water Partnership, World Bank; Unesco, 2005. p. 9-101;

PORTO, R. M.; **Hidráulica básica**. 4 ed. São Carlos. EESC-USP, 2006;



III SEMINÁRIO DE  
ENGENHARIA CIVIL DA UEM

13 de Dezembro de 2013 – ISSN 2237-8219

## ANÁLISE DO DESEMPENHO DA TÉCNICA DE REFORÇO AO CISALHAMENTO EM VIGAS DE CONCRETO ARMADO ATRAVÉS DE COLAGEM EXTERNA DE LAMINADOS DE PRFC ENTRE OS ESTRIBOS

**Bruno Oliveira da Silva**<sup>9</sup>

**Nara Villanova Menon**<sup>10</sup>

### RESUMO

O problema da estimativa da capacidade resistente ao cisalhamento de peças de concreto armado tem sido objeto de estudo de vários pesquisadores ao longo das últimas décadas. Os dados de pesquisas sobre reforço ao cisalhamento são muito mais limitados quando comparados com os de reforços à flexão com laminados de PRFC (Polímeros Reforçados com Fibra de Carbono). Para os resultados obtidos em uma pesquisa experimental em vigas de concreto armado reforçadas, que apresentam o reforço colado entre os estribos foram elaboradas curvas de tensão-deformação que descreveram melhor o comportamento dos três materiais, concreto, aço e PRFC quando atuaram isolados e em conjunto. Para alcançar este objetivo foi utilizada a planilha *Microsoft Excel*. As informações oriundas dos três itens supracitados permitiram determinar um coeficiente que representa o comportamento desse sistema de colagem do reforço e sugerir que as lâminas de PRFC devem ser externamente coladas entre os estribos.

**Palavras-chave:** reforço ao cisalhamento, laminados de PRFC, vigas de concreto armado, reforço colado entre estribo.

---

<sup>9</sup> Acadêmico do Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Engenharia Civil-DEC, ra58704@uem.br

<sup>10</sup> Prof. Dr., Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Engenharia Civil-DEC, nvmenon@uem.br

## 1. INTRODUÇÃO

Devido à sua curta existência, a utilização de FRP (polímeros reforçados com fibras) não é muito difundida no mercado da construção civil e ainda necessita de estudos mais aprofundados para o aperfeiçoamento dos modelos de equações de projeto já existentes.

As primeiras pesquisas foram realizadas no Japão, há aproximadamente 25 anos, devido a problemas com abalos sísmicos. O reforço estrutural com fibra de carbono é feito de maneira que os nós da estrutura sejam enrijecidos, evitando a liquefação, que é o efeito causado pelo abalo sísmico. Atualmente, usa-se o reforço em estruturas novas como forma de prevenção.

Após os japoneses, os americanos começaram a empregar o reforço para projetos aeroespaciais da NASA, estendendo-se posteriormente para projetos automobilísticos, como revestimento de carros de Fórmula um, a fim de evitar o esmagamento dos membros inferiores dos pilotos no caso de acidentes.

Nos anos 80 realizaram-se os primeiros ensaios em vigas de concreto reforçadas com FRP, efetuados no EMPA (Laboratório Suíço de Materiais) em Zürich pelo Professor Urs. Meier. A intenção desse estudo seria a substituição de chapas de aço, inicialmente usadas para reforço, pelos compósitos, devido à suas melhores propriedades mecânicas, facilidade de aplicação e leveza.

Para tal fim escolheu-se a fibra de carbono, pois essa apresenta um módulo de elasticidade mais alto e compatível com as deformações do concreto armado. Além disso, a matriz mais compatível com tal fibra demonstrou ser a resina epóxi, pois aglutina melhor, tem maior aderência e apresenta uma cura sem retração.

Em 1991, executou-se a primeira obra real com reforço de fibra de carbono, sendo essa a ponte Ibach em Lucerna (Suíça). Nos anos posteriores, realizaram-se mais obras, mas ainda com caráter experimental. Em 1995 o uso sistêmico do método construtivo foi estabelecido e começou-se a comercialização, especialmente na Suíça e Alemanha.

Na América Latina, a utilização de reforço com FRP ainda é atrasada em relação ao Japão, Estados Unidos e Europa, nos quais já existem, inclusive, comitês de organizações profissionais que publicaram códigos normativos, boletins, recomendações e guias de projetos.

Em 2008, Menon publicou um estudo na área de reforço ao cisalhamento com PRFC (polímeros reforçados com fibras de carbono). Neste estudo foram analisados quatro sistemas: laminados em tiras, laminados em L, laminados embutidos no concreto e faixas de tecido.

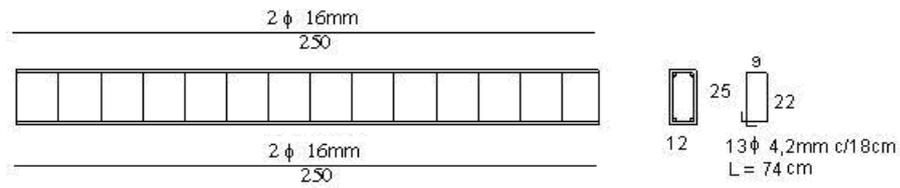
## 2. DESENVOLVIMENTO

### 2.1. Materiais e métodos

Com os resultados encontrados em Menon (2008) e utilizando-se as teorias propostas nos códigos normativos ACI 440 2-R (2008), *bulletin 14 fib* (2001) e CNR-DT 200/2004 foram delineados gráficos e expressões analíticas que deverão descrever o comportamento do reforço e das vigas. Para alcançar este objetivo foram utilizadas as planilhas do Microsoft Excel.

As vigas utilizadas no programa experimental de Menon (2008) possuíam seção transversal retangular de 12x25 cm e comprimento de 250 cm. A armadura foi dimensionada baseando-se no seguinte critério: pouca resistência ao esforço cortante e grande resistência à flexão. Assim, foram escolhidas quatro barras de 16 mm como armadura longitudinal e para a armadura transversal fios de 4,2 mm a cada 18 cm. A Figura 3 ilustra o detalhamento das vigas ensaiadas, a Figura 4 mostra o detalhamento da armadura e a tabela 1, as características do sistema de reforço com PRFC. O  $f_{ck}$  do concreto obtido foi igual a 31,20 MPa.

**Figura 1 - Dimensionamento das vigas**



Fonte: MENON (2008).

**Figura 2 - Configuração da armadura**



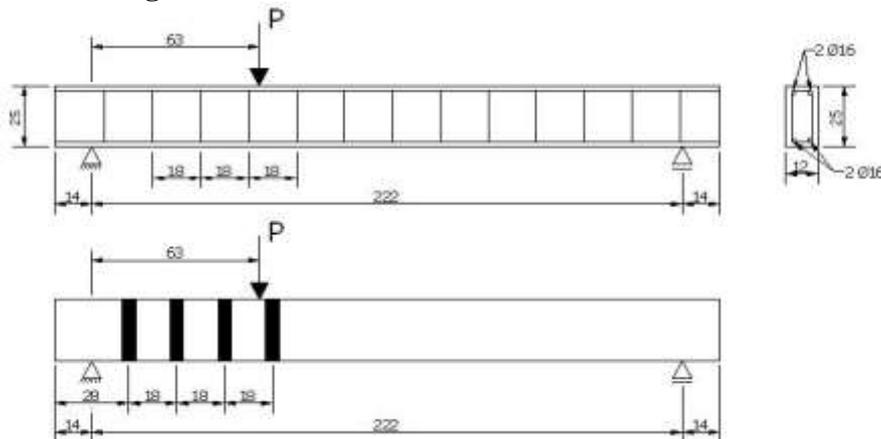
Fonte: MENON (2008).

**Tabela 1 - Características do sistema de reforço com PRFC**

SISTEMAS DE PRFC		PRINCIPAIS PROPRIEDADES			
Tipo	Materiais	Resistência à tração (MPa)	Módulo de Elasticidade (GPa)	Deformação unit. Ruptura (%)	Espessura (mm)
Sika <sup>®</sup> CarboShear L-4/20/50	laminado	2250	120	1,7	1,4

Fonte: MENON (2008)

**Figura 3 – Posicionamento das fibras de carbono**



Fonte: MENON (2008)

Nos experimentos realizados por Menon em 2008 foram ensaiadas, ao todo, 40 vigas, contando com reforçadas com CRFP (diferentes tipos de fibra de carbono) e a viga referência (sem reforço), porém este estudo abrangeu apenas as vigas reforçadas com *CarboShear*, conforme ilustra a Figura 5.

Dentre as vigas reforçadas com *CarboShear* foram estudadas as vigas com reforço posicionado *entre* os estribos, denominadas no estudo anterior como “VIGA 20” e “VIGA 21”.

Foi utilizado o software de planilhas *Microsoft Excel*, a partir do qual foram confeccionados os diagramas apresentados no trabalho. Para cada viga foram feitos diagramas relacionando carga e flecha e também carga e deformação do concreto, quando sujeitas a uma força concentrada em um determinado ponto da viga.

Esses estudos mencionados consistem em uma análise gráfica dos dados fornecidos, em uma relação de carga e flecha. Foram analisados os comportamentos das curvas das vigas estudadas e seus componentes de reforço.

Para obterem-se resultados plausíveis, foram pré-determinados intervalos nos dados utilizados, de modo que os gráficos foram traçados apenas com valores positivos, descartando os valores referentes ao patamar de escoamento e ruptura das vigas. Foram realizadas correções matemáticas para que a curva se iniciasse na origem dos eixos.

Após a geração dos gráficos, utilizou-se então a função do próprio software que fornece uma linha de tendência e gera uma equação representativa dessa linha. Com isso, foi possível estudar as equações referentes às respectivas vigas.

Para chegar-se ao objetivo previamente mencionado, subtraíram-se as equações das vigas reforçadas da equação da viga referência, obtendo uma relação referente ao reforço de fibra de carbono, essa equação é definida como o coeficiente de redução de esforço ( $K_v$ ).

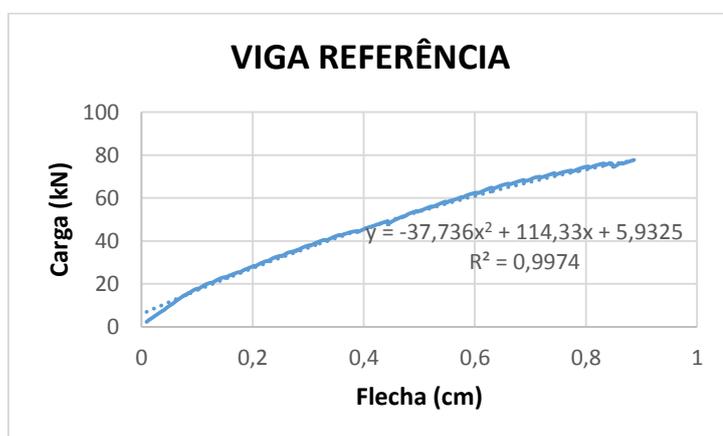
### 3. RESULTADOS

Além da produção de gráficos relacionando a carga e deslocamento da viga em si, foram realizados também gráficos referentes aos componentes específicos de cada viga. Os quais são o concreto, o aço dos estribos e as fibras de carbono. Os dados necessários foram obtidos através dos *StrainGages*, sensores instalados nos respectivos componentes presentes em algumas das vigas.

Todos os valores de deformações foram registrados como *microstrains*, que equivale à sexta potência negativa de dez ( $10^{-6}$ ).

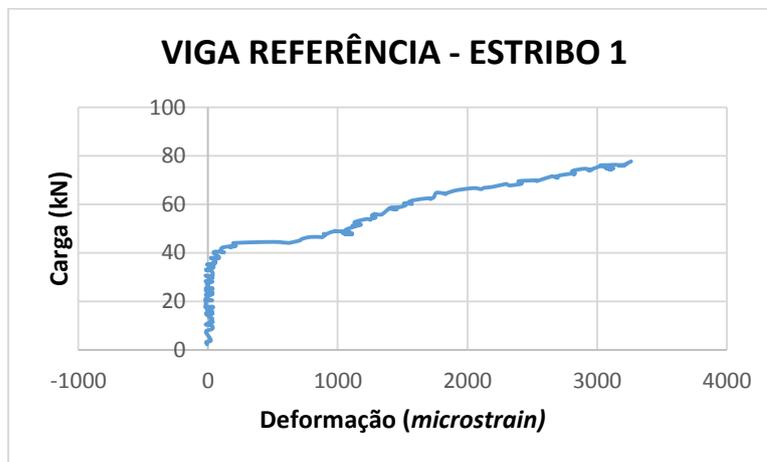
A figura 4 representa a relação gráfica entre a carga, em kN, e o deslocamento (flecha) sofrido pela viga sob a ação dessa carga, representado em centímetros.

**Figura 4 – Curva (Carga x Flecha) da viga testemunho**

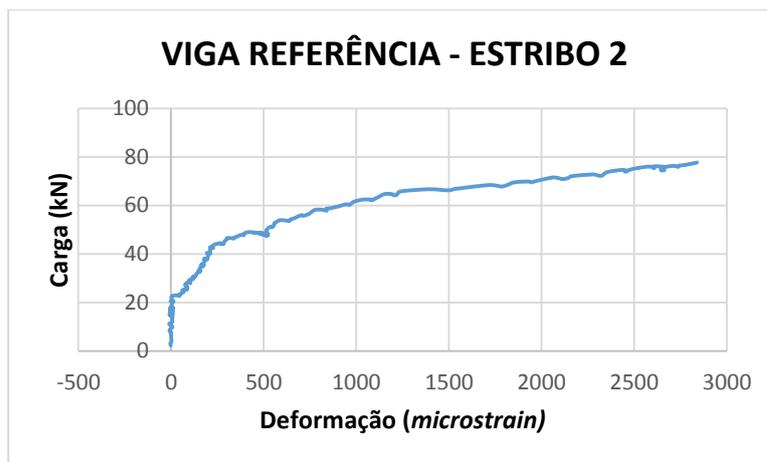


As figuras 5 e 6 representam a relação entre a carga e a deformação em dois dos estribos da viga referência.

**Figura 5 - Curva (Carga x Deformação) do estribo 1 da viga testemunho**



**Figura 6 – Curva (Carga x Deformação) do estribo 2 da viga testemunho**



Para a viga referência foram utilizadas três rosetas para a verificação da deformação do concreto, posicionadas na vertical, na horizontal e a 45° com a horizontal. A partir desses valores foram construídos os gráficos presentes nas figuras 7, 8, 9, que representam o comportamento das deformações do concreto em relação à carga aplicada.

Figura 7 – Curva (Carga x Deformação vertical) do concreto da viga testemunho

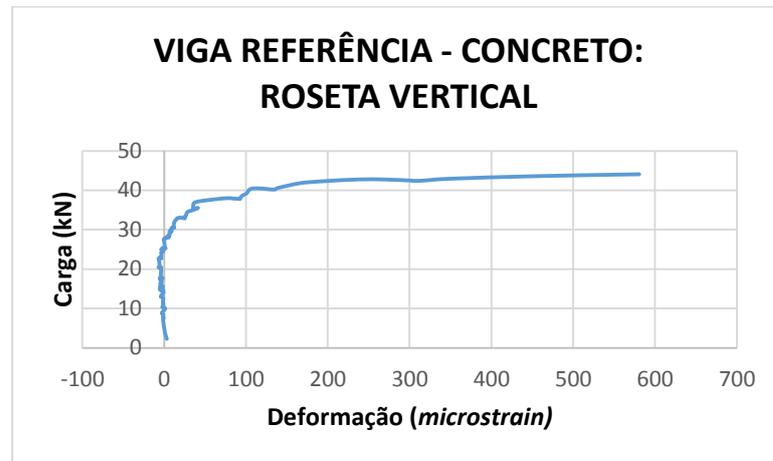


Figura 8 – Curva (Carga x Deformação horizontal) do concreto da viga testemunho

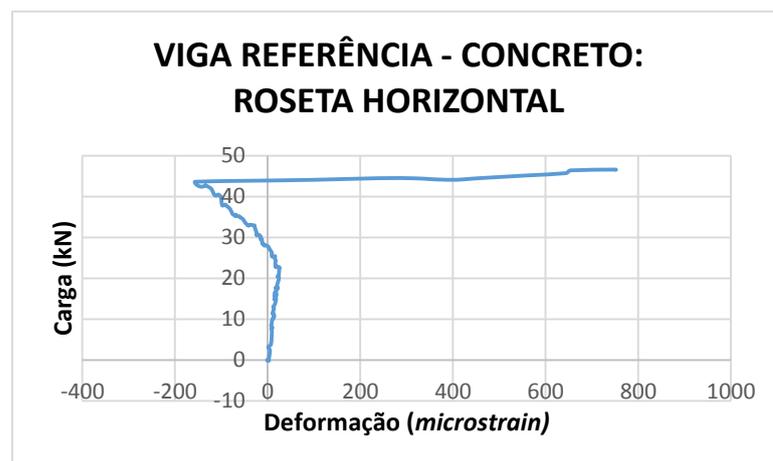
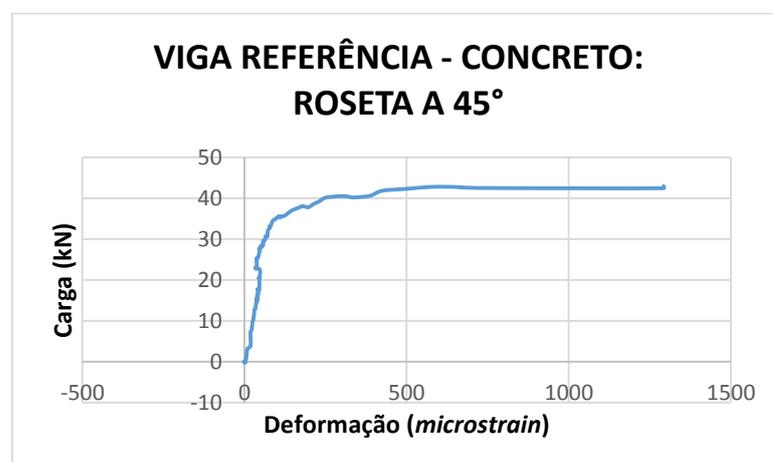
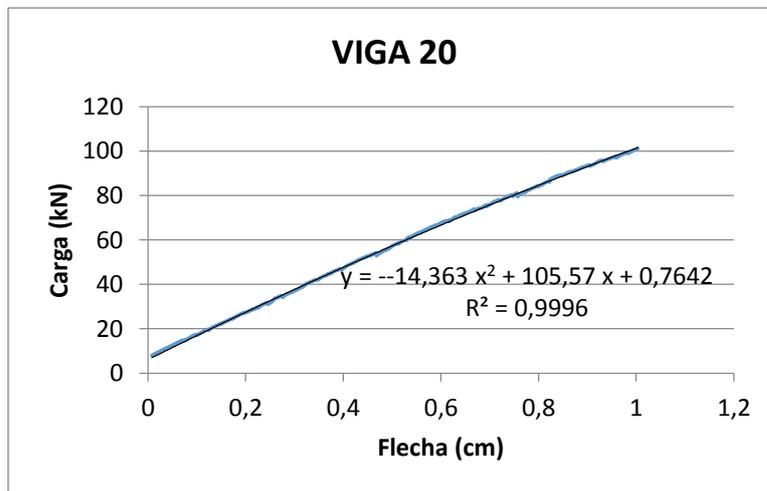


Figura 09 – Curva (Carga x Deformação a 45°) do concreto da viga testemunho, na vertical

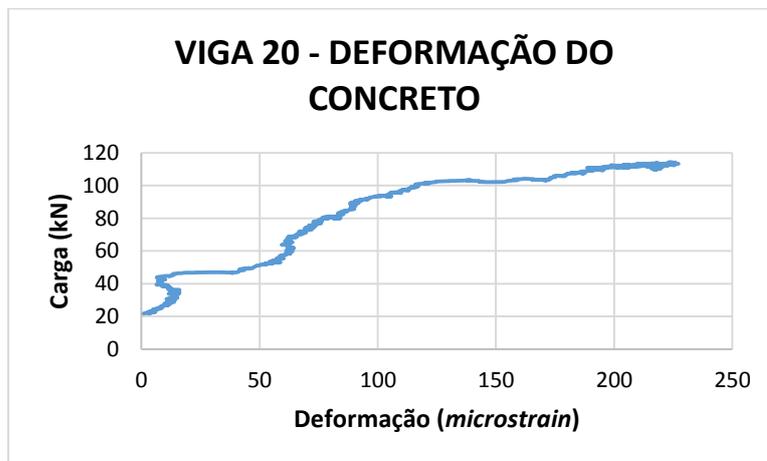


Para as vigas 20 e 21 com reforço, foram feitos diagramas análogos as da viga referência, além de terem sido produzidos relações gráficas entre a carga e a deformação das fibras de carbono. (Figuras 10, 11 12 e 13).

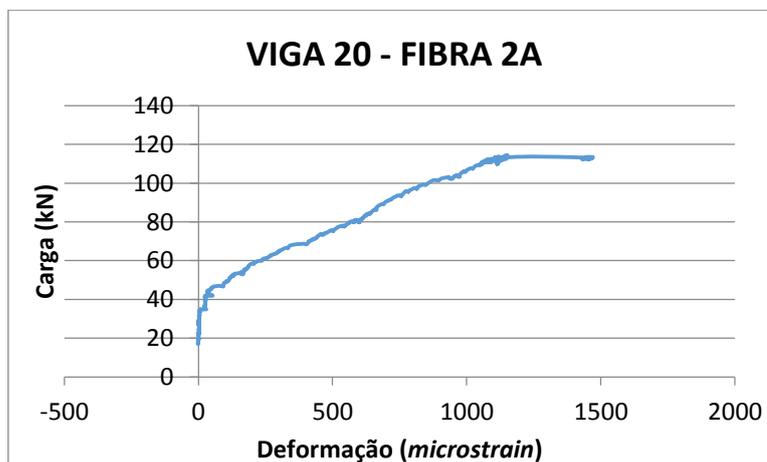
**Figura 10 – Curva (Carga x Flecha) da viga reforçada nº 20**



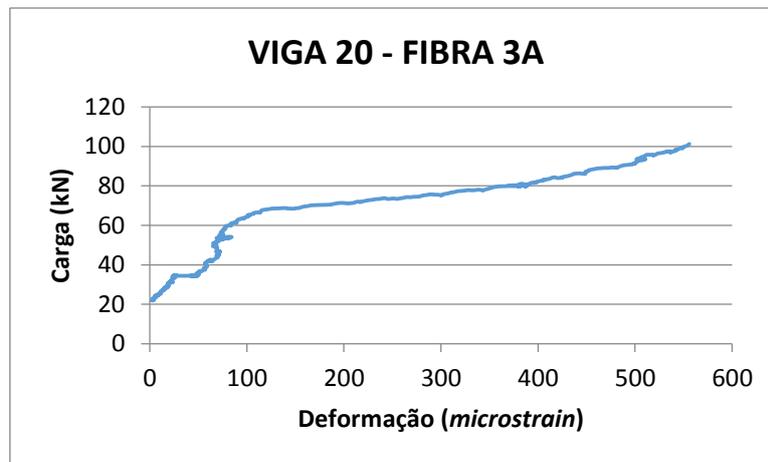
**Figura 11 – Curva (Carga x Deformação) do concreto da viga reforçada nº 20**



**Figura 12 – Curva (Carga x Deformação) da fibra 2A da viga reforçada nº20**



**Figura 13 – Curva (Carga x Deformação) da fibra 3A da viga reforçada nº 20.**



A partir dos diagramas de deformação do concreto observaram-se as vigas reforçadas apresentaram comportamentos semelhantes aos da viga referência para a roseta de 45°.

A cada um dos gráficos de carga x flecha foi associada uma linha de tendência que expressa matematicamente o comportamento da curva representada. Subtraindo-se, então, as equações referentes às vigas reforçadas da equação da viga referência obteve-se o que foi chamado de coeficiente de redução  $k_v$ , que indica a capacidade de absorção da carga pela fibra.

As equações 01 e 02 representam, respectivamente, os coeficientes de redução das vigas 20 e 21.

$$k_{v_{20}} = -23,373x^2 + 8,76x + 5,1683 \quad [01]$$

$$k_{v_{21}} = -23,001x^2 + 8,53x + 5,4672 \quad [02]$$

#### **4. CONCLUSÃO**

As análises dos gráficos e das equações encontradas levam a entender que o reforço de FRP em fibra de carbono contra o cisalhamento em vigas de concreto armado produz um fator de redução do esforço cortante, ou seja, o carregamento que seria suportado apenas pelo próprio concreto da estrutura e pela armadura transversal foi minorado pela ação resistente do PRFC. O comportamento do concreto foi conforme esperado e os valores do coeficiente  $k_v$  comportou-se de forma semelhante nas duas vigas, porém superior ao indicado pelas recomendações do ACI 440 (2008). Este fator é resultante das tensões residuais nas lâminas e indica que as mesmas não foram solicitadas ao extremo. Quando a viga atingiu o colapso todos os três materiais resistiram à mesma carga com deformações diferentes devido à característica de cada um. Comparando-se o estudo da colagem externa dos laminados sobre e entre os estribos pode-se dizer que a colagem entre os estribos é muito mais vantajosa e atingiu mais uma meta que era conduzir o colapso à ruptura dúctil, o que não aconteceu com a colagem das lâminas sobre os estribos.

## **REFERÊNCIAS**

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: NBR-6118. **Projeto de Estruturas de Concreto**. Rio de Janeiro; 2003.

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE ACI 318 – **Building Code Requirements for Structural Concrete**. *ACI Committee 318*. Detroit, 1995.

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE ACI 440.2R-02 – **Guide for the Design and Construction of Externally Bonded FRP Systems for Strengthening Concrete Structures**. Farmington Hills, MI, USA, 2008.

MENON, N.V. **Estudo Experimental de Sistemas de Reforço ao Cisalhamento em Vigas de Concreto Armado Utilizando-se Polímero Reforçado com Fibras de Carbono (PRFC)**. Tese Doutorado em Estruturas 327f. Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil, 2008.



III SEMINÁRIO DE  
ENGENHARIA CIVIL DA UEM

13 de Dezembro de 2013 – ISSN 2237-8219

## **ANÁLISE DO DESEMPENHO DA TÉCNICA DE REFORÇO AO CISALHAMENTO EM VIGAS DE CONCRETO ARMADO POR MEIO DE COLAGEM EXTERNA DE LAMINADOS DE PRFC SOBRE OS ESTRIBOS**

**Mateus Henrique de Souza**<sup>11</sup>

**Nara Villanova Menon**<sup>12</sup>

### **RESUMO**

O problema da estimativa da capacidade resistente ao cisalhamento de peças de concreto armado tem sido objeto de estudo de vários pesquisadores ao longo das últimas décadas. Os dados de pesquisas sobre reforço ao cisalhamento são muito mais limitados quando comparados com os de reforços à flexão com laminados de PRFC (Polímeros Reforçados com Fibra de Carbono). Para os resultados obtidos em uma pesquisa experimental em vigas de concreto armado reforçadas que apresentam o reforço colado sobre os estribos serão elaboradas curvas de tensão-deformação que descrevam melhor o comportamento dos três materiais, concreto, aço e PRFC quando atuam isolados e em conjunto. Para alcançar este objetivo foi utilizada a planilha *Microsoft Excel*. As informações oriundas dos três itens supracitados permitiram determinar uma expressão analítica que represente o comportamento desse sistema de colagem do reforço.

**Palavras-chave:** reforço estrutural; cisalhamento, laminados de PRFC, vigas, concreto armado.

---

<sup>11</sup> Acadêmico do Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Engenharia Civil-DEC, ra67061@uem.br

<sup>12</sup> Prof. Dr., Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Engenharia Civil-DEC, nvmenon@uem.br

## 1. INTRODUÇÃO

Devido à sua curta existência, a utilização de FRP (polímeros reforçados com fibras) não é muito difundida no mercado da construção civil e ainda necessita de estudos mais aprofundados para o aperfeiçoamento dos modelos de equações de projeto já existentes.

As primeiras pesquisas foram realizadas no Japão, há aproximadamente 25 anos, devido a problemas com abalos sísmicos. O reforço estrutural com fibra de carbono é feito de maneira que os nós da estrutura sejam enrijecidos, evitando a liquefação, que é o efeito causado pelo abalo sísmico. Atualmente, usa-se o reforço em estruturas novas como forma de prevenção.

Após os japoneses, os americanos começaram a empregar o reforço para projetos aeroespaciais da NASA, estendendo-se posteriormente para projetos automobilísticos, como revestimento de carros de Fórmula um, a fim de evitar o esmagamento dos membros inferiores dos pilotos no caso de acidentes.

Nos anos 80 realizaram-se os primeiros ensaios em vigas de concreto reforçadas com FRP, efetuados no EMPA (Laboratório Suíço de Materiais) em Zürich pelo Professor Urs. Meier. A intenção desse estudo seria a substituição de chapas de aço, inicialmente usadas para reforço, pelos compósitos, devido à suas melhores propriedades mecânicas, facilidade de aplicação e leveza.

Para tal fim escolheu-se a fibra de carbono, pois essa apresenta um módulo de elasticidade mais alto e compatível com as deformações do concreto armado. Além disso, a matriz mais compatível com tal fibra demonstrou ser a resina epóxi, pois aglutina melhor, tem maior aderência e apresenta uma cura sem retração.

Em 1991, executou-se a primeira obra real com reforço de fibra de carbono, sendo essa a ponte Ibach em Lucerna (Suíça). Nos anos posteriores, realizaram-se mais obras, mas ainda com caráter experimental. Em 1995 o uso sistêmico do método construtivo foi estabelecido e começou-se a comercialização, especialmente na Suíça e Alemanha.

Na América Latina, a utilização de reforço com FRP ainda é atrasada em relação ao Japão, Estados Unidos e Europa, nos quais já existem, inclusive, comitês de organizações profissionais que publicaram códigos normativos, boletins, recomendações e guias de projetos.

Em 2008, Menon publicou um estudo na área de reforço ao cisalhamento com PRFC (polímeros reforçados com fibras de carbono). Neste estudo foram analisados quatro sistemas: laminados em tiras, laminados em L, laminados embutidos no concreto e faixas de tecido.

Entender o comportamento do cisalhamento no concreto armado tem sempre sido um desafio aos pesquisadores. Ao longo das últimas décadas o objeto de estudo de várias pesquisas tem sido o problema da estimativa da capacidade resistente ao cisalhamento de peças de concreto armado. Apesar do intenso interesse, o colapso por cisalhamento ainda não foi completamente desvendado, em razão do complexo comportamento global das estruturas de concreto e da dificuldade de se estimar com precisão a parcela de contribuição de cada um dos diferentes mecanismos resistentes à força cortante. (BORGES *et al* 2002).

## 2. DESENVOLVIMENTO

Os resultados encontrados em Menon (2008) e utilizando-se as teorias propostas nos códigos normativos ACI 440 2-R (2008) e bulletin 14 fib (2001) foram delineados gráficos e expressões analíticas que descreveram o comportamento do reforço e das vigas. Para alcançar este objetivo foi utilizado o Microsoft Excel.

Nos experimentos realizados por Menon (2008) foram ensaiadas, ao todo, 40 vigas, com diferentes reforços com PRFC (Polímero Reforçado com Fibras de Carbono). Este estudo abrangeu a viga referência (sem reforço) e as vigas reforçadas com *CarboShear* (3 lados). Dentre as vigas

reforçadas com *CarboShear* foram estudadas as vigas com reforço posicionado sobre os estribos, denominadas na tese de Menon (2008) como “VIGA 32” e “VIGA 33”.

Foi utilizado o software de planilhas *Microsoft Excel*, a partir do qual foram confeccionados os gráficos apresentados no trabalho. Para cada viga foram feitos gráficos relacionando carga X flecha e também carga X deformação no concreto, quando sujeitas a uma força concentrada em um determinado ponto da viga.

Esses estudos mencionados consistem em uma análise gráfica dos dados fornecidos nas relações mencionadas. Foram analisados os comportamentos das curvas das vigas estudadas e seus componentes de reforço.

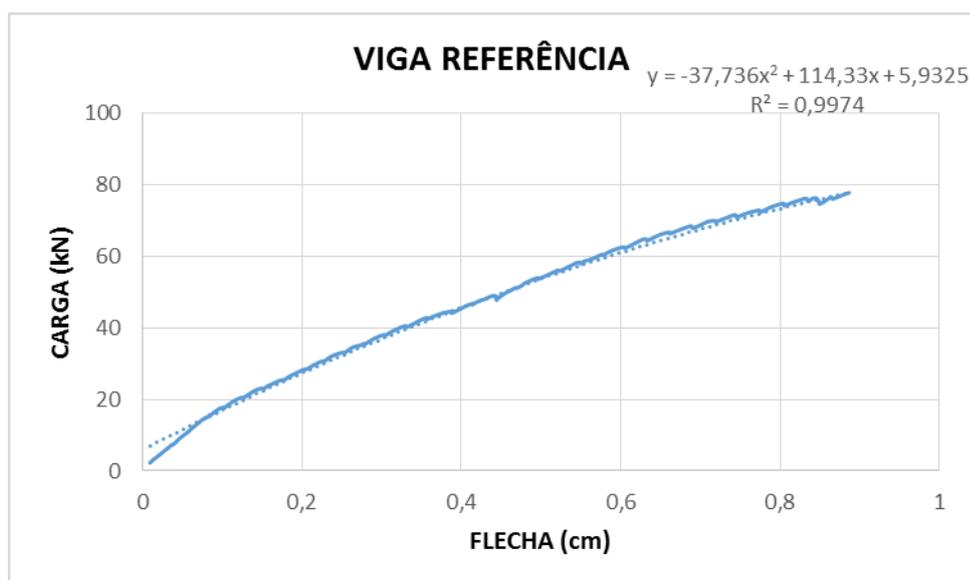
Para obterem-se resultados plausíveis, foram pré-determinados intervalos nos dados utilizados, de modo que os gráficos foram traçados apenas com valores positivos, descartando os valores referentes ao patamar de escoamento e ruptura das vigas. Foram realizadas correções matemáticas para que a curva se iniciasse na origem dos eixos.

Após a geração dos gráficos, utilizou-se então a função do próprio software que fornece uma linha de tendência e gera uma equação representativa dessa linha. Com isso, foi possível estudar as equações referentes às respectivas vigas.

Para chegar-se ao objetivo previamente mencionado, subtraiu-se a equação da viga referência das equações das vigas reforçadas, obtendo uma relação referente ao reforço de fibra de carbono. Essa equação pode ser definida como o coeficiente de redução de esforço ( $K_v$ ). Além da produção de gráficos relacionando a carga e deslocamento da viga em si, foram realizados também gráficos referentes aos componentes específicos de cada viga. Os quais são o concreto, o aço dos estribos e as fibras de carbono. Os dados necessários foram obtidos através dos *Strain Gages*, sensores instalados nos respectivos componentes presentes em algumas das vigas.

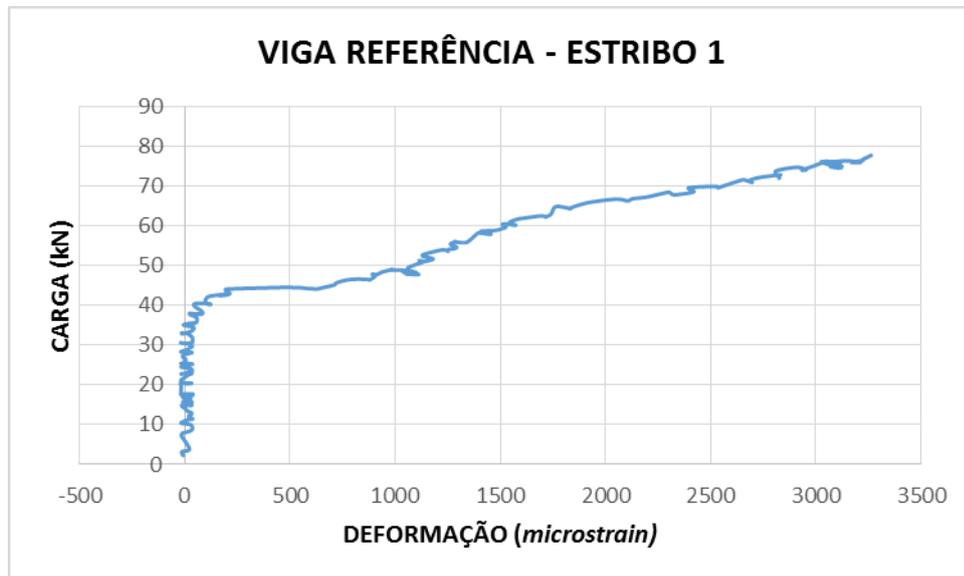
Todos os valores de deformações foram registrados como *microstrains*, que equivale à sexta potência de dez negativa ( $10^{-6}$ ). A figura 1 representa a relação gráfica entre a carga, e o deslocamento sofrido pela viga.

**Figura 1 – Curva (Carga x Flecha) da viga testemunho**

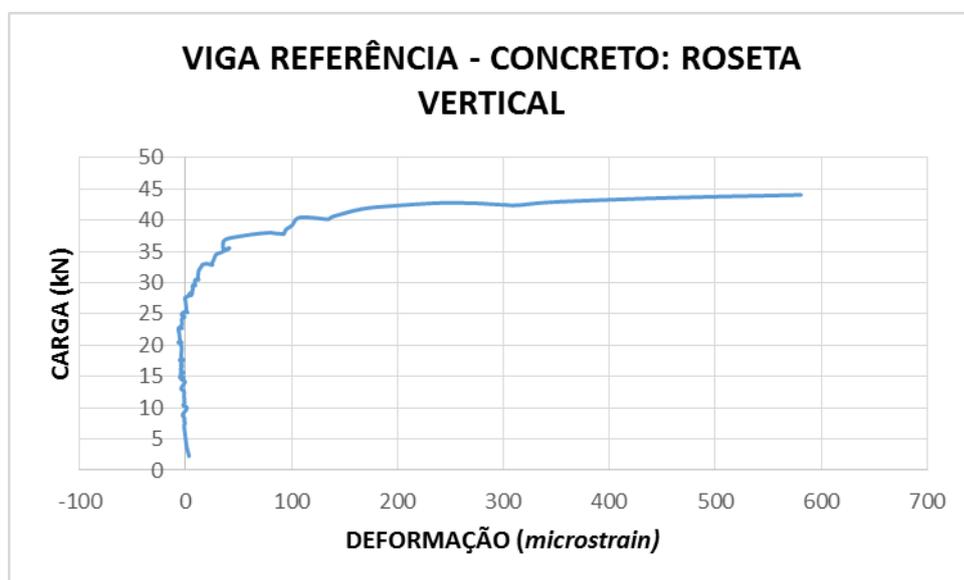


A figura 2 representa a relação entre a carga e a deformação em um estribo da viga referência.

**Figura 2 – Curva (Carga x Deformação) do estribo 1 da viga testemunho**

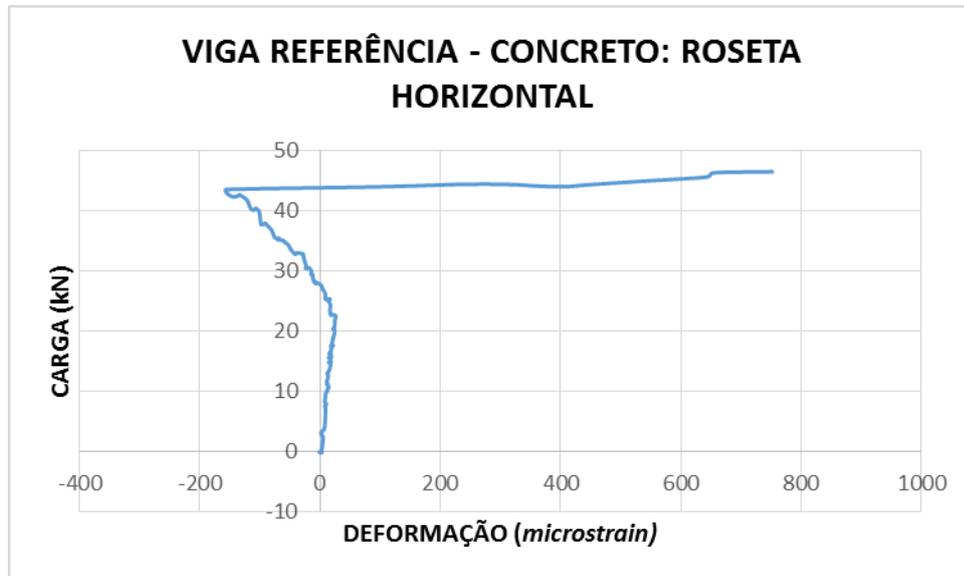


Para a viga referência foram utilizadas rosetas para a verificação da deformação do concreto, posicionadas na vertical, na horizontal e a 45° com a horizontal. A partir desses valores foram construídos os gráficos presentes nas figuras 3, 4 e 5, que representam o comportamento das deformações do concreto em relação à carga aplicada.

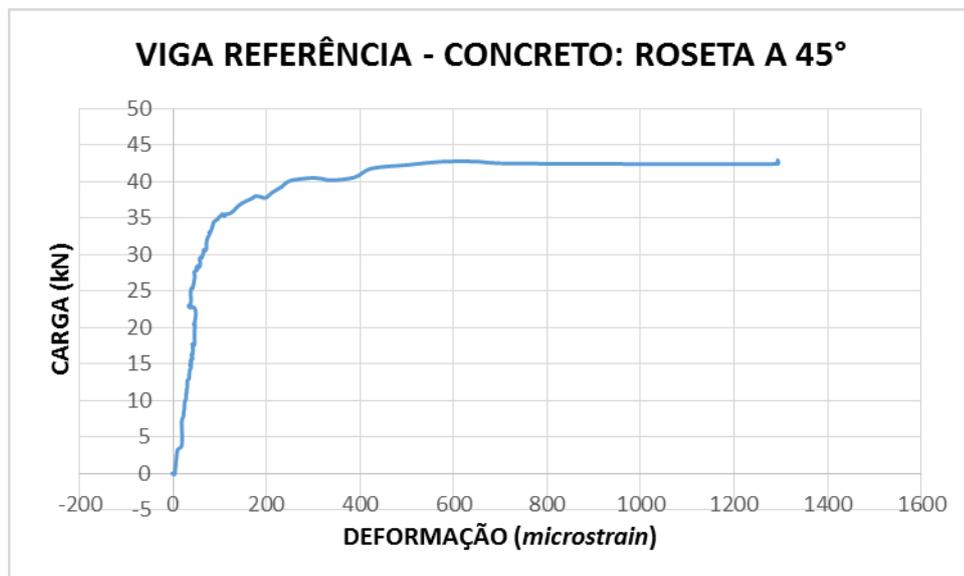


**Figura 3 – Curva (Carga x Deformação vertical) do concreto da viga testemunho**

**Figura 4 – Curva (Carga x Deformação horizontal) do concreto da viga testemunho**



**Figura 5 – Curva (Carga x Deformação a 45°) do concreto da viga testemunho, na vertical**



Para as vigas com reforço foram feitos diagramas análogos as da viga referência, além de terem sido produzidos relações gráficas entre a carga e a deformação das fibras de carbono.

A figura 6 representa o comportamento do deslocamento da viga 32 como um todo, quando solicitada por uma carga pontual. Ainda em relação à viga 32 foram traçados gráficos presentes nas figuras 7, 8, 9 e 10, que representam, respectivamente, a deformação do concreto, em um estribo e em duas das placas de reforço de carbono.

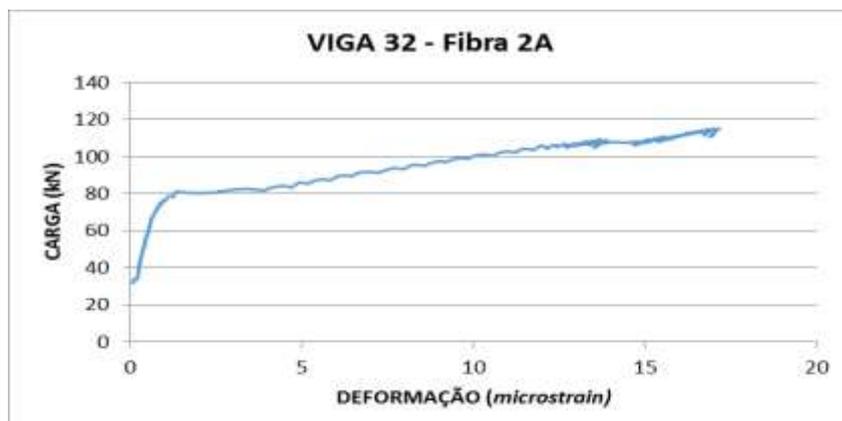
**Figura 6 – Curva (Carga x Flecha) da viga reforçada nº 32**



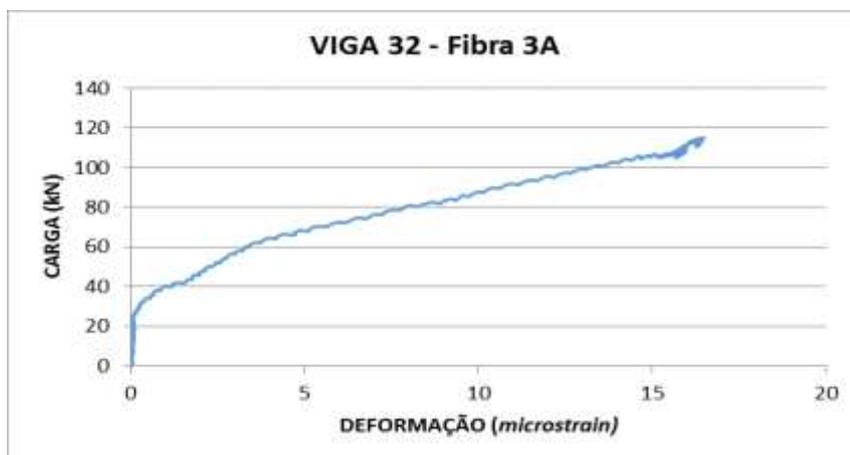
**Figura 7 – Curva (Carga x Deformação) do estribo 1 da viga reforçada nº 32.**



**Figura 8 – Curva (Carga x Deformação) da fibra 2A da viga reforçada nº 32**

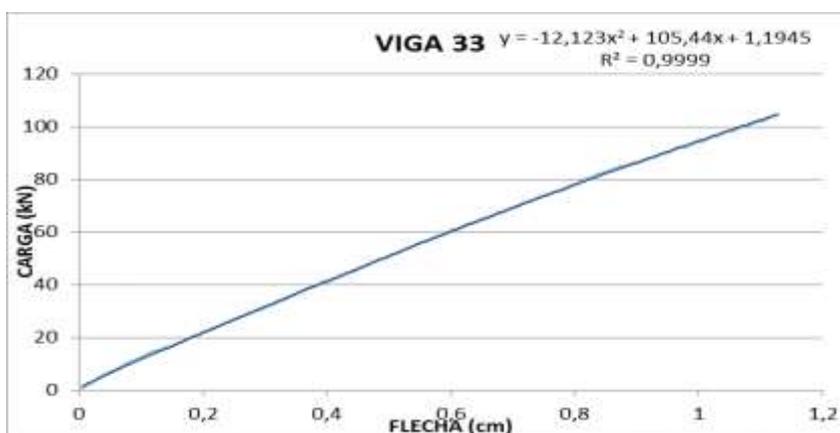


**Figura 9 – Curva (Carga x Deformação) da fibra 3A da viga reforçada nº 32**



Em relação à viga 33 foram apresentadas as mesmas relações gráficas, com exceção das relacionadas aos estribos, pois nessa viga não havia sensores de deformação na armadura. (Figuras 10,11,12,13 e14)

**Figura 10 – Curva (Carga x Flecha) da viga reforçada nº 33**



**Figura 11 – Curva (Carga x Deformação) da fibra 2A da viga reforçada nº 33**



Figura 12 – Curva (Carga x Deformação) da fibra 2A da viga reforçada n° 33



Figura 13 – Curva (Carga x Deformação) da fibra 2A da viga reforçada n° 33



Figura 14 – Curva (Carga x Deformação) da fibra 3A da viga reforçada n° 33.



A partir dos diagramas de deformação do concreto foram observadas anomalias e desconformidades daquilo que é apresentado pela literatura comum. Pelos gráficos é possível

verificar oscilações significantes na deformação do concreto, e que não estão presentes na representação da viga referência.

A cada um dos gráficos de carga x flecha foi associada uma linha de tendência que expressa matematicamente o comportamento da curva representada. Subtraindo-se, então, as equações referentes às vigas reforçadas da equação da viga referência obteve-se o que foi chamado de coeficiente de redução R, que indica a capacidade de absorção da carga pela fibra. As equações 01 e 02 representam, respectivamente, os coeficientes de redução das vigas 32 e 33.

$$R_{32} = -22,217x^2 + 8,76x + 4,7925 \quad [1]$$

$$R_{33} = -25,613x^2 + 8,89x + 4,7380 \quad [2]$$

#### 4. CONCLUSÃO

Após análise dos resultados e comparações das vigas reforçadas com fibra de carbono e a viga referência pode-se tirar algumas conclusões. A primeira conclusão importante é que com o reforço da viga de concreto com a fibra sobre o estribo resulta em um comportamento do concreto discrepante do comportamento normal, presente na viga testemunho. Esse comportamento indica um “esmagamento” do concreto entre a fibra e o estribo provocado pelas tensões presentes nos estribos e laminados. Os estribos e os laminados atingem seus colapsos praticamente com a mesma carga e a mesma deformação. O coeficiente kv comportou-se de forma distinta nas duas vigas, porém superior ao indicado pelas recomendações do ACI 440 (2008). Este fator é resultante das tensões residuais nas lâminas e indica que as mesmas não foram solicitadas ao extremo. Comparando-se o estudo da colagem externa dos laminados sobre e entre os estribos pode-se dizer que a colagem sobre os estribos é não é vantajosa e fez com que uma das vigas rompesse de forma frágil, o que não aconteceu com a colagem das lâminas sobre os estribos.

#### REFERÊNCIAS

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE ACI 440.2R-02 – **Guide for the Design and Construction of Externally Bonded FRP Systems for Strengthening Concrete Structures.** Farmington Hills, MI, USA, 2008.

BORGES, J.U.A. GASPAR, R. TRAUTWEIN, L.M. **Estudo Comparativo sobre o Cisalhamento em Vigas de Concreto Segundo a Nova NBR-6118/2002 e Outras Normas Correntes.** Anais do 44º Congresso Brasileiro do Concreto, Belo Horizonte. IBRACON, CD-ROM. 2002.

FÉDÉRATION INTERNATIONALE DU BÉTON. **Externally Bonded FRP Reinforcement for RC Structures. Technical report by task group 9.3 FRP reinforcement for concrete structures,** Fédération Internationale du Béton – fib Bulletin 14, 130p. Lausanne Switzerland. Julho, 2001.

MENON, N.V.. **Estudo Experimental de Sistemas de Reforço ao Cisalhamento em Vigas de Concreto Armado Utilizando-se Polímero Reforçado com Fibras de Carbono (PRFC).** Tese Doutorado em Estruturas 327f. Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil, 2008.



## **AVALIAÇÃO DA DRENAGEM URBANA ATRAVÉS DE SIMULAÇÃO EM MODELO COMPUTACIONAL EM SUB-BACIA NO ENTORNO DO EMISSÁRIO CÓRREGO OSÓRIO, MARINGÁ, PR**

**Silas Daniel Roveri**<sup>13</sup>

**Cristhiane Michiko Passos Okawa**<sup>14</sup>

### **RESUMO**

A falta de planejamento, desde a concepção do sistema de drenagem até a forma com que se ocupará e usará o solo em uma bacia hidrográfica, pode fazer com que ocorram inundações, com perdas econômicas e sociais. No entanto, há dificuldade em propor soluções devido às diversas variáveis e até mesmo a falta de dados de como foi realizada a execução da rede de drenagem. Neste contexto, este trabalho tem por objetivo realizar o estudo de caso da região do loteamento Porta do Céu, na cidade de Maringá-PR, por meio da implementação de um modelo computacional, realizando simulações a fim de identificar se a rede de drenagem encontra-se subdimensionada para o cenário atual. Após a coleta dos dados, em trabalho conjunto com a Prefeitura Municipal de Maringá, realizou-se a correção de incoerências, como por exemplo locais onde foram executadas ou eliminadas tubulações da rede e não atualizados no arquivo municipal, assim também para bocas-de-lobo. Com posse dos dados digitais e análises em campo, foi possível realizar a implementação dos mesmos num modelo computacional, utilizando o software de análise e dimensionamento de rede de drenagem pluvial Bentley® SewerGEMS® v8i. Após as análises, verificou-se que a rede de drenagem encontra-se subdimensionada para o cenário atual e procedeu-se ao redimensionamento da rede, como possível, embora não a melhor, solução para o problema de inundações urbanas ocasionadas na região do emissário que deságua no córrego Osório.

**Palavras-chave:** Inundações Urbanas em Maringá. Simulação de drenagem urbana. Inundação no córrego Osório.

---

<sup>13</sup> Acadêmico do Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Engenharia Civil-DEC, silas.roveri@gmail.com

<sup>14</sup> Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>., Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Engenharia Civil-DEC, cmpokawa@uem.br

## 1. INTRODUÇÃO

O processo de urbanização vem ocorrendo ao longo dos anos, de forma mais acentuada, provocando assim, a necessidade de estabelecer medidas adequadas ao aparelhamento urbano para assegurar uma melhor qualidade de vida à população.

Pinto e Pinheiro (2006) afirmam que a drenagem urbana deve ser entendida como um sistema que coleta, transporta e faz o lançamento final das águas superficiais provenientes da água da chuva. As medidas que compõem este sistema objetivam a redução dos riscos e prejuízos decorrentes de inundações.

Este processo, quando não realizado de forma adequada, acarreta na ocorrência de enchentes e inundações, gerando perdas econômicas e sociais nessas regiões.

Para Tucci (2008), o escoamento pluvial pode produzir inundações e impactos nas áreas urbanas em razão dos processos de inundações de áreas ribeirinhas e inundações em razão da urbanização, que ocorrem isoladamente ou combinados.

Dentre as causas das inundações urbanas tem-se a defasagem técnica dos profissionais, a falta de regulamentação da transferência de impactos dentro das cidades, o limitado conhecimento dos decisores sobre o assunto, a produção de sedimentos transportados durante as precipitações, em consequência da urbanização, ocupação e loteamento de áreas de risco (TUCCI, 1998, 2007)

Na cidade de Maringá-PR, observa-se que os alagamentos e as inundações urbanas têm sido cada vez mais incidentes em determinadas áreas. Na região do emissário córrego Osório, que compreende os loteamentos Jardim Pinheiros, Jardim Pinheiros III, Parque Residencial Patrícia, Loteamento Porta do Céu, e seu entorno, há sérios problemas de inundações dos quais, sabe-se, provocam alagamentos de ruas, erosões, ruínas em estruturas, bem como disposição de lixo e sujeiras transportadas durante as precipitações. Com isto, os moradores desta região ficam propensos a contrair doenças de veiculação hídrica, além de todo o prejuízo econômico e psicológico causado.

O objetivo geral desse trabalho é analisar a drenagem pluvial dessa região, na cidade de Maringá-PR, utilizando modelos computacionais, por meio de simulação do cenário atual, com a finalidade de propor solução estrutural de aumento de diâmetro do emissário, se necessário.

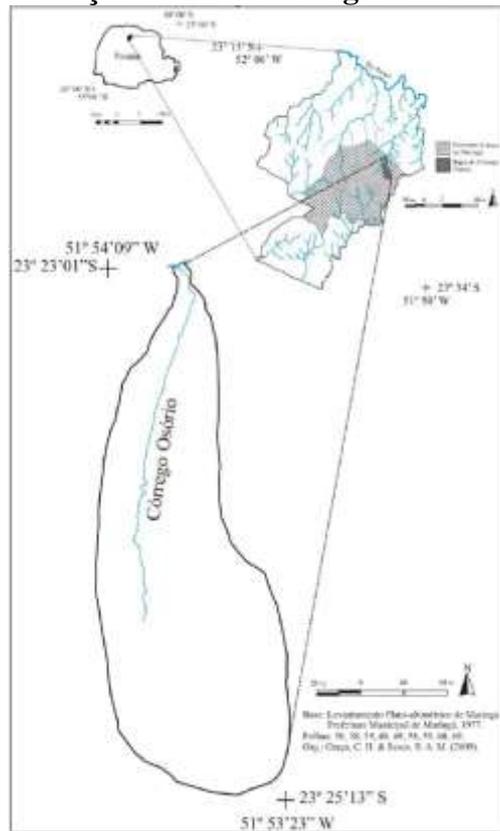
## 2. DESENVOLVIMENTO

Nessa seção, serão descritos a área de estudo, os métodos, os resultados e a discussão dos resultados.

### 2.1. Caracterização da área de estudo:

A bacia do córrego Osório situa-se no setor Nordeste da cidade de Maringá-PR, entre os paralelos 23°23'01" a 23°25'13" de latitude Sul e os meridianos 51°53'23" a 51°54'09" de longitude Oeste (MAACK, 1968 apud SESCO et al., 2010), abrangendo uma superfície aproximada de 3,8 km<sup>2</sup> e 9,2 km de perímetro (Figura 1). A área de ocorrência dos problemas descritos neste trabalho caracteriza-se pela parte do início do emissário do córrego Osório, reduzindo-se a uma área de influência de aproximadamente 2,3 km<sup>2</sup> (Figura 2). O polígono vermelho destacado na Figura 3.2 mostra a delimitação da sub-bacia que influencia ocorrência de inundações na área de estudo. O círculo azul está localizado na região do foco central do estudo deste trabalho.

**Figura 1 - Localização da Bacia hidrográfica na área de estudo.**



Fonte – SESCO et al., 2010.

**Figura 2 - Área de influência da região afetada por enchentes.**



Fonte: Autor.

## 2.2. Métodos:

Inicialmente foi feita a identificação da área de ocorrência de inundações, adotada como principal região o local denominado Porta do Céu, localizado na Zona 37 e influência dos bairros adjacentes, tal como Jardim Pinheiros, Jardim Pinheiros III, Parque Residencial Patrícia, Conjunto Habitacional Léa Leal, Jardim Tupinamba, estes, localizados na Zona 37, e dos bairros Jardim da Glória, Liberdade III, Liberdade II, Liberdade, Karina, Parigot de Souza e Jardim América, estes, localizados na Zona 36, assim como os bairros Parque Industrial I, Parque Industrial II e Jardim Internorte, estes, por fim, localizados na Zona 26 na cidade de Maringá, PR.

A coleta de dados se deu inicialmente através de pesquisas das características de precipitação da região de Maringá, determinando a equação I-D-F (Intensidade, Duração, Frequência) para a cidade. Realizou-se a caracterização física da bacia hidrográfica, passando, após, para levantamentos dos projetos existentes na Prefeitura Municipal de Maringá.

Com posse dos projetos, realizou-se a coleta dos dados, confrontando-os com vistorias em campo essenciais à análise do sistema de drenagem, como diâmetro das tubulações, localização das bocas-de-lobo, profundidade das bocas-de-lobo, tubulações e respectivas declividades, poços-de-visita, e demais elementos existentes.

Após tais levantamentos, procedeu-se a etapa de *input* dos dados em *software* de análise e dimensionamento Bentley® SewerGEMS®. A fim de assegurar o realismo de ocorrência do modelo proposto com as características existentes na região de estudo, realizou-se a validação do modelo. Esta validação foi realizada em uma simulação, considerando todas as características descritas no projeto de drenagem original, tais como período de retorno, coeficiente de infiltração, diâmetros, profundidades da malha existente, quantidade e posição das bocas-de-lobo. Após, verificou-se o dimensionamento dessas redes de drenagem.

Com isto passou-se para as simulações, na qual atribuíam-se modificações na região e analisava-se o comportamento da rede de drenagem. Devido à falta de tempo para realização deste trabalho, não foi possível coletar informações pertinentes como da vazão ocorrida durante as precipitações em função da duração da chuva e profundidade e declividade de trechos onde não haviam dados disponíveis para que, assim, pudessem ser assegurados melhores resultados. Logo, estimou-se tais dados apenas utilizando tempo de retorno de 10 anos, coeficiente de infiltração de 0,68, mesmas condições físicas das tubulações (declividade e profundidade de projeto – e declividades paralelas ao nível do terreno para as tubulações em que não haviam tais dados, com profundidade de 1,3m abaixo do nível do solo), capacidade de coleta na boca-de-lobo com abertura total e vazão máxima na tubulação de 75% o valor dos diâmetros de projeto.

Então procedeu-se a realização de teste de hipóteses, simulando diversos cenários, como avaliação da modificação dos tempos de retorno, avaliação da modificação de coeficientes de infiltração, modificações físicas das tubulações. Por fim, foram calculados os diâmetros da rede de drenagem, com base nos resultados das simulações dos cenários.

## 2.2. Resultados e discussão:

Durante a simulação do modelo é possível gerar mapas de perfil de rede a cada instante pré-determinado, permitindo conhecer de forma instantânea o comportamento do sistema de drenagem. Como a rede de drenagem apresenta certa complexidade, foi escolhida, para cada cenário, a geração de alguns mapas de perfil de rede, que melhor representasse os pontos problemáticos do sistema estudado. Para a simulação com os tempos de retorno obtidos pela equação IDF da cidade de Maringá, tem-se a tabela 1 com os dados obtidos.

**Tabela 1 - Valores de precipitação em função do tempo de retorno e da duração da chuva.**

Duração (min)	Precipitação (para tempo de retorno TR – anos)						
	2 anos (mm/h)	3 anos (mm/h)	5 anos (mm/h)	10 anos (mm/h)	25 anos (mm/h)	50 anos (mm/h)	100 anos (mm/h)
5	126,27	137,66	153,48	177,90	216,24	250,64	290,51
10	92,28	100,60	112,17	130,01	158,03	183,17	212,32
15	72,36	78,88	87,95	101,94	123,91	143,63	166,48
20	59,32	64,67	72,10	83,57	101,58	117,74	136,47
30	43,35	47,26	52,69	61,08	74,24	86,05	99,74
40	33,99	37,06	41,32	47,89	58,21	67,47	78,20
50	27,86	30,38	33,87	39,26	47,72	55,31	64,11
60	23,55	25,68	28,63	33,19	40,34	46,76	54,19
80	17,91	19,53	21,77	25,23	30,67	35,55	41,21
100	14,39	15,69	17,49	20,28	24,65	28,57	33,11
120	12,00	13,08	14,58	16,90	20,54	23,81	27,60

Dentre os possíveis cenários, restringir-se-á apenas aos tempos de retorno de 5 e 10 anos, já que é de conhecimento que estes são os mais usuais para modelagens de pequenas redes de drenagem urbana.

Quanto à questão de inundações na região, supôs-se que nas precipitações, a água da chuva que escoava naquela região pode ser implementada por uma parcela de água de outras regiões a montante, presentes na sub-bacia hidrográfica, porém sem ligação com a rede do loteamento estudado. Sendo assim, para melhor estudo do loteamento em questão, fez-se uma análise das redes de drenagem existentes a montante do loteamento estudado, para verificar se o mesmo atendia ao volume precipitado, em todos os cenários analisados.

#### 2.2.1. Verificação do modelo:

Com base nas informações obtidas na Prefeitura Municipal de Maringá e com a informação que os projetos de rede de drenagem em loteamentos que são aprovados na prefeitura devem estar dimensionados para tempo de retorno de 10 anos, testou-se o modelo, a fim de garantir sua validação. Os parâmetros adotados foram tempo de retorno de 10 anos, tempo de duração da precipitação de 5 minutos e coeficiente de escoamento superficial de 0,50.

Com isso averiguou-se que, para o modelo de cálculo, os diâmetros encontrados corresponderam aos mesmos existentes no projeto.

#### 2.2.2. Verificação da situação atual:

Tucci (2007) afirma que, para a cidade de São Paulo, para uma região densificada, a área impermeável correspondeu a aproximadamente 70%. Com isto, adotou-se para o Cenário 1 (e para os demais Cenários) o coeficiente de escoamento superficial C igual a 0,68.

##### a) Cenário 1 para tempo de retorno de 5 anos:

Os dados utilizados no primeiro cenário (Cenário 1), foram tempo de retorno de 5 anos, tempo de duração da precipitação de 5 minutos e coeficiente de escoamento superficial de 0,68.

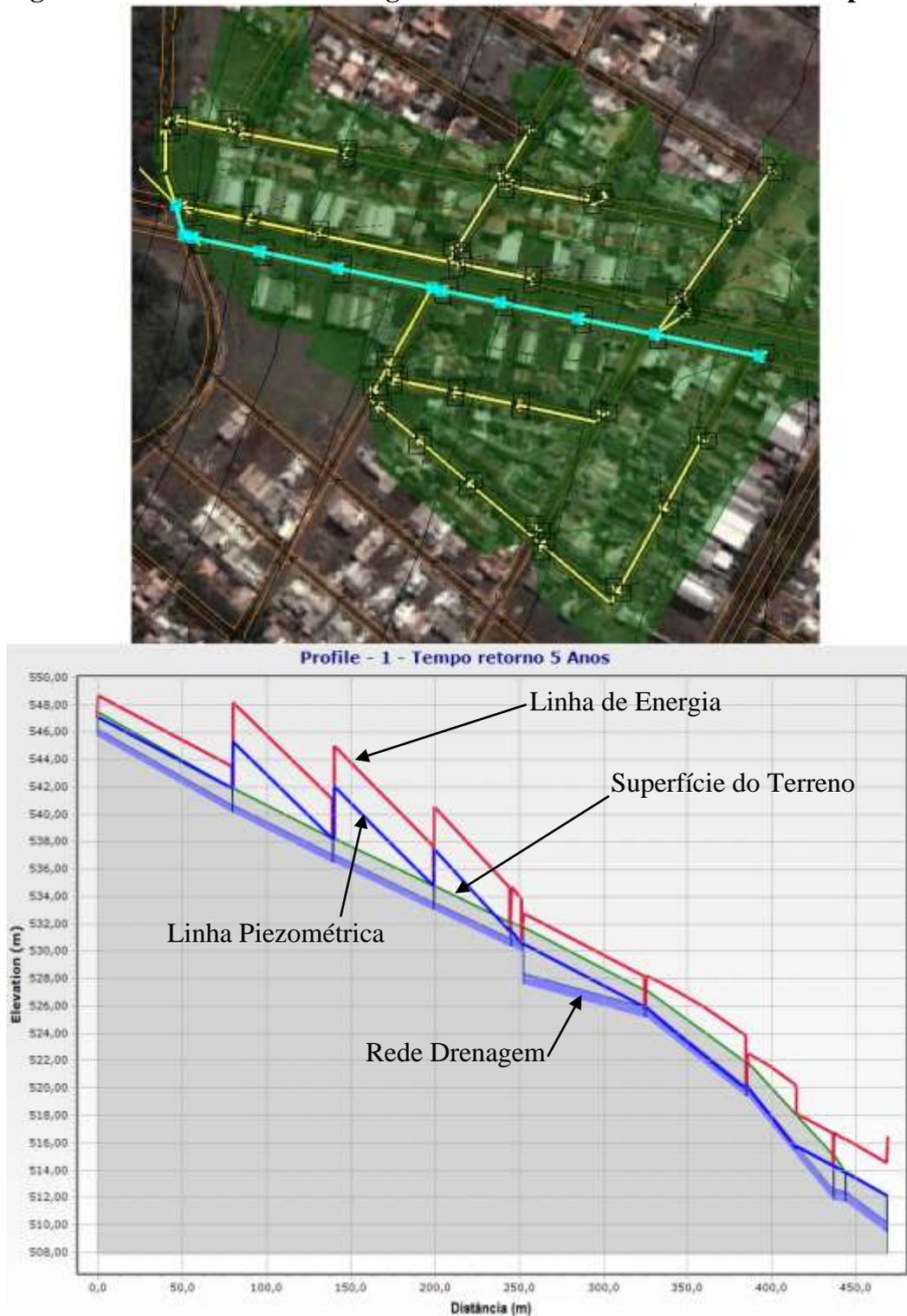
A figura 3 mostra a rede de drenagem do loteamento em estudo. Os pontos A e B correspondem aos locais onde foram atribuídos as vazões excedentes da rede de drenagem a montante na sub-bacia. A determinação da vazão em cada um dos pontos se deu em função da distribuição física espacial da rede de drenagem a montante. Para este cenário, a vazão excedente incorporada no ponto A foi de 31,83 L/s, enquanto que no ponto B foi de 1511,72 L/s.

**Figura 3 - Rede de drenagem do loteamento Porta do Céu, no Cenário 1.**



Na Figura 4 é apresentado um dos trechos da rede de drenagem do loteamento Porta do Céu e seu perfil, onde a linha azul representa a linha piezométrica e a linha vermelha representa a linha de energia. A superfície do terreno corresponde à linha verde na imagem do perfil. Observa-se que o trecho analisado nesta figura corresponde à seleção em azul na imagem de satélite da mesma figura. Observa-se também que os tubos estão funcionando a seção plena e não a 75% da seção.

Figura 4 - Trecho rede de drenagem do loteamento Porta do Céu e seu perfil.



b) Cenário 2 para tempo de retorno de 10 anos:

Os dados utilizados no segundo cenário (Cenário 2), foram tempo de retorno de 10 anos, tempo de duração da precipitação de 5 minutos e coeficiente de escoamento superficial de 0,68.

Na figura 5 é mostrada a rede de drenagem do loteamento em estudo, a vazão excedente incorporada no ponto A da figura 3 foi de 94,37 L/s, enquanto que no ponto B da figura 3 foi de 2200,93 L/s. A figura 5 mostra a análise do cenário 2 na rede de drenagem do loteamento Porta do

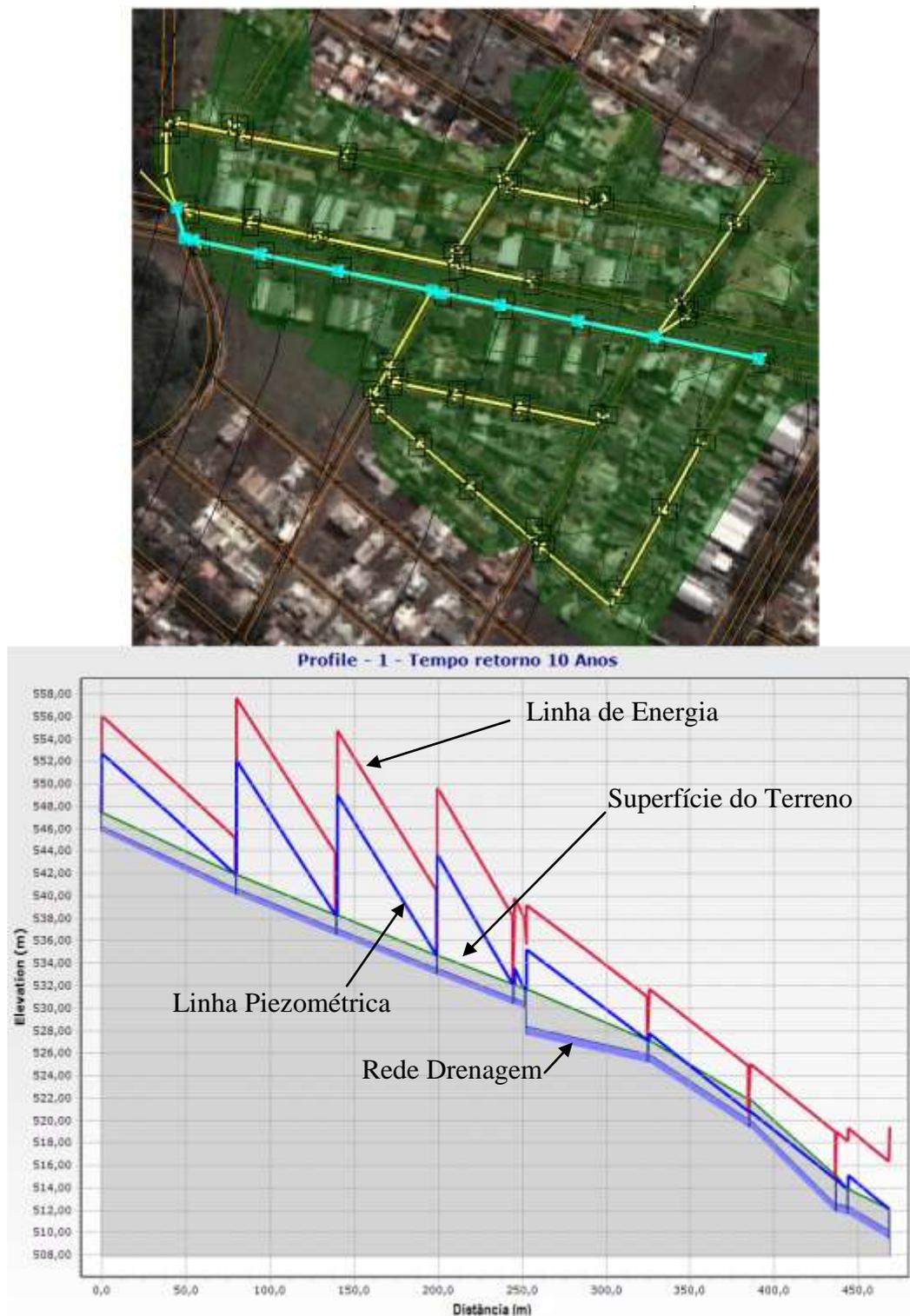
Céu, já implementado a vazão excedente da rede de drenagem a montante. Os trechos em amarelo caracterizam pela suficiência em atender a demanda, porém, os trechos em vermelho, determinam os trechos da redes incapazes de atender a demanda atual de precipitação, para o TR de 10 anos.

Na Figura 6 é novamente apresentado um dos trechos da rede de drenagem do loteamento Porta do Céu e seu perfil, onde a linha azul representa a linha piezométrica e a linha vermelha representa a linha de energia. Observa-se os tubos funcionando a seção plena e não a 75% da seção. Também observa-se, tanto a linha piezométrica quanto a linha de energia em maior grau quando comparado do a figura 4. Observa-se também que o trecho analisado nesta figura corresponde à seleção em azul na imagem de satélite da mesma figura. A superfície do terreno corresponde à linha verde na imagem do perfil.

**Figura 5 - Rede de drenagem do loteamento Porta do Céu, no Cenário 2.**



Figura 6 - Trecho rede de drenagem do loteamento Porta do Céu e seu perfil. Cenário 2.



Além destes perfis e trechos mostrados nas figuras 4 e 6, também foi realizado os procedimentos de análise dos perfis para os demais trechos da rede de drenagem do loteamento, podendo assim analisar de forma ampla a relação entre o diâmetro das tubulações e a altura da lâmina d'água dentro destas tubulações. Essas análises permitiram concluir sobre a suficiência ou insuficiência da rede para se atender à área de drenagem.

Com as análises e comparações foi possível elaborar uma tabela (Tabela 2) com a descrição dos diâmetros e comprimentos das tubulações que seriam necessárias serem trocadas para se poder mitigar a ocorrência de enchentes nesta região. Observa-se que para o cenário 2 todas as tubulações teriam que ser trocadas por diâmetros maiores, a fim de conseguir drenar a área correspondente.

**Tabela 2 - Comparativo de diâmetro de tubulações entre situação atual e cenários propostos.**

SITUAÇÃO ATUAL x CENÁRIO 1 x CENÁRIO 2						
Runnoff (C) - 0,68				ATUAL	CENÁRIO 1	CENÁRIO 2
Tramo	Início	Fim	Comprimento (m)	Di (mm)	Di (mm)	Di (mm)
TR-27	PV-17	PV-81	11,6	400	800	800
TR-32	PV-80	PV-17	59,1	400	600	600
TR-37	PV-40	PV-41	4,9	400	600	600
TR-45	PV-31	PV-26	71	400	400	600
TR-53	PV-08	PV-31	48,5	400	400	600
TR-57	PV-21	PV-80	7	400	400	600
TR-63	PV-26	PV-99	29,3	400	600	600
TR-64	PV-83	PV-84	7	600	800	1.000
TR-65	PV-81	PV-90	101,5	600	800	800
TR-66	PV-34	PV-88	59,7	600	800	1.000
TR-68	PV-87	PV-83	45,7	600	800	1.000
TR-69	PV-88	PV-87	59,7	600	800	1.000
TR-72	PV-82	PV-51	4,6	600	1.000	1.000
TR-73	PV-46	PV-41	6,4	600	800	800
TR-74	PV-44	PV-82	6,7	600	800	800
TR-75	PV-48	PV-85	8,2	600	800	800
TR-76	PV-51	PV-86	23,5	600	1.000	1.000
TR-77	PV-53	PV-44	39,6	600	800	800
TR-80	PV-55	PV-53	50	600	800	800
TR-83	PV-41	PV-55	65,8	600	800	800
TR-84	PV-85	PV-46	70,7	600	800	800
TR-87	PV-93	PV-01	7	800	1.000	1.200
TR-88	PV-01	PV-92	24,7	800	1.000	1.200
TR-89	PV-92	Saída-13	39,9	800	1.200	1.200
TR-91	PV-95	PV-93	51,5	800	1.000	1.200
TR-93	PV-96	PV-95	60	800	1.000	1.200
TR-94	PV-86	PV-84	68	800	1.000	1.200
TR-95	PV-84	PV-96	72,8	800	1.000	1.200
TR-98	PV-99	PV-34	4,3	400	600	600
TR-99	PV-100	PV-101	4,6	400	600	600
TR-132	PV-136	PV-117	7,6	600	800	800
TR-134	PV-117	PV-137	34,7	600	800	800

### 3. CONCLUSÃO

Nesta simulação, pode-se ver que a rede existente, tanto a montante da bacia hidrográfica, quanto no loteamento em questão, estão subdimensionadas, pois as informações fornecidas pela prefeitura eram de que estas redes foram dimensionadas com coeficiente de escoamento superficial C de 0,5, o que caracteriza como região de 50% de área impermeável.

### AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos engenheiros da Prefeitura Municipal de Maringá, Eng<sup>o</sup>. Civil José Plínio Silva Filho e Eng<sup>o</sup>. Civil Sakai, pelas informações prestadas com relação à rede de drenagem urbana desse setor da cidade de Maringá, PR.

### REFERÊNCIAS

PINTO, L.H., PINHEIRO, S.A. **Orientações básicas para drenagem urbana**. Fundação Estadual do Meio Ambiente. - Belo Horizonte: FEAM, 2006. Disponível em: <<http://www.minasmenosresiduos.com.br/doc/infoteca/Cadernos%20Tecnicos/Orientacoes-Basicas-para-Drenagem-Urbana.pdf>>. Acesso em 02 maio 2013.

SESCO, S.A.M.; GRAÇA, C.H. da; SILVEIRA, H. Estudo da degradação e do impacto sócio-ambiental na bacia do córrego Osório, Maringá – Paraná. **Revista Geografar**. Revista Eletronica do Programa de Pós-Graduação em Geografia – UFPR. Curitiba, v.5, n.1, p.176-205, jan./jun. 2010.

TUCCI, C.E.M. **Modelos Hidrológicos**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS: ABRH, 1998.

TUCCI, C. E. M. **Inundações urbanas**. Porto Alegre: ABRH. 2007.

TUCCI, C. E. M. **Águas urbanas**. São Paulo, v. 22, n. 63, 2008. Available from <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142008000200007&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000200007&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 12 agosto 2013.



III SEMINÁRIO DE  
ENGENHARIA CIVIL DA UEM

13 de Dezembro de 2013 – ISSN 2237-8219

**CAPACITAÇÃO DE TRABALHADORES DA CONSTRUÇÃO CIVIL:  
Leitura e interpretação de projeto arquitetônico e matemática básica aplicada**

**Débora Martins Gobo<sup>15</sup>**

**Luci Mercedes De Mori<sup>16</sup>**

**RESUMO**

A indústria da construção civil tem se modernizado e isso exige trabalhadores mais qualificados, portanto, faz-se necessário desenvolver essa força de trabalho. O investimento contribui para a melhoria da qualidade de vida dos trabalhadores e para a redução do número de acidentes, bem como eleva a eficiência do trabalho, proporcionando redução de perdas nos canteiros de obras. O objetivo proposto para essa pesquisa foi desenvolver e aplicar um programa de treinamento para trabalhadores da construção civil, abordando a matemática básica aplicada e leitura e interpretação de projetos arquitetônicos. Essa usou os procedimentos técnicos de pesquisa bibliográfica, sendo o objeto de estudo um grupo de trabalhadores da construção civil, o qual foi treinado pelo método. Foram coletados dados através de questionários e entrevistas informais aos próprios trabalhadores e gestores da obra, com a finalidade de avaliar o treinamento. Obteve-se como resultado o desenvolvimento de um método de treinamento da mão de obra.

**Palavras-chave:** Treinamento. Mão de obra. Formação técnica.

---

<sup>15</sup> Acadêmica do Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Engenharia Civil-DEC, mgobo.debora@gmail.com

<sup>16</sup> Profa. Dra., Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Engenharia Civil-DEC, Immori@uem.br

## 1. INTRODUÇÃO

A modernização em processo na construção civil, enfatizando a gestão da produção, passou a exigir melhores índices de produtividade e melhor qualidade do produto, especialmente quando as empresas visam à implantação de técnicas gerenciais mais modernas que incorporam princípios da *lean construction* ou de sistemas de gestão da qualidade.

Tais técnicas gerenciais e os sistemas de gestão da qualidade possuem como fator essencial a participação dos trabalhadores para que haja sucesso em sua implantação. A modernização do setor exige trabalhadores mais qualificados, com um novo perfil e que sejam capazes de assimilar as novas técnicas construtivas. Portanto, faz-se necessário desenvolver essa força de trabalho, investindo adequadamente em sua formação profissional, formação escolar básica, treinamentos e valorização.

O investimento na formação da mão de obra contribui para a melhoria da qualidade de vida dos empregados, para a redução do número de acidentes, elevando a eficiência do trabalho e proporcionando uma redução de desperdícios e perdas nos canteiros de obras (CBIC, 2010).

Há mais de 20 anos, a FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO (1984) realizou um amplo estudo sobre o perfil dos trabalhadores com relação à formação profissional. Foram entrevistados 903 trabalhadores da construção pesada e de edifícios, sendo que: 92,3 % não fizeram nenhum curso de formação profissional; 5,2% participaram de cursos diversos (sindicatos, entre outros.); 1,7% fizeram curso na empresa que trabalhavam; 0,7% participaram de cursos oferecidos pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI.

Esses dados mostraram a baixa qualificação formal da mão de obra integrante da construção civil na época. Em estudos mais recentes, Cordeiro e Machado (2002); Nóbrega (2006) indicam que esta situação não sofreu mudanças significativas ao longo do tempo, uma vez que tais pesquisas indicaram que somente 3,92% e 2,5%, respectivamente, dos entrevistados tiveram sua formação profissional por meio de algum tipo de curso profissionalizante. Pode-se dizer que a formação dos profissionais da construção civil ao longo do tempo tem se dado na própria obra, por meio de um processo informal de transmissão de conhecimento técnico.

De acordo com Mutti (1995), a mão de obra desqualificada influencia na qualidade dos resultados, uma vez que a falta de qualificação gera retrabalho para consertar defeitos de construção que, muitas vezes, não chegam a ser diretamente observados no produto final, mas que causam grande desperdício de material de construção e pouca eficiência no emprego dos recursos humanos.

Segundo Santos (1995), o recrutamento, a seleção, a integração e o treinamento devem fazer parte da rotina da empresa de construção, pois a manutenção de níveis elevados de produtividade do trabalho com a minimização de desperdícios, sem a necessidade de controles rígidos, depende de uma atuação planejada dos recursos humanos.

Dentre as várias habilidades necessárias para um desempenho profissional qualificado está a compreensão prévia da tarefa que deverá ser realizada. A capacidade de antecipação é, pois, um dos requisitos básicos não só dos trabalhadores, mas de todos os envolvidos na construção de uma obra (CATANI, 2001). Na construção civil, projeto arquitetônico tem como objetivo antecipar o edifício que será produzido (DE LUCCA, 1999).

Além da necessidade de ter habilidade de leitura de projetos, o trabalhador da construção civil diariamente se vê envolvido em atividades em que a aplicação de conhecimentos básicos de matemática se faz necessário, tais como somatórios e cálculo de áreas e volumes.

Em face da lacuna de formação que se observa no perfil dos profissionais que atuam na execução de obras, essa pesquisa tem por objetivo desenvolver e aplicar um programa de treinamento específico para esses trabalhadores, no que tange a leitura e interpretação de projetos arquitetônicos e matemática básica aplicada.

## 2. DESENVOLVIMENTO

### 2.1. Métodos

Esta pesquisa usou procedimentos técnicos de pesquisa bibliográfica e levantamento. O objeto de estudo foi um grupo de 25 trabalhadores da construção civil que compõe o quadro de funcionários de uma empresa construtora que teve interesse em implantar um programa piloto de treinamento. A seleção de tal empresa se deu a partir de contato com empresas construtoras atuantes na cidade de Maringá-PR.

Foi selecionada uma empresa construtora que atua a pouco tempo na cidade, mas que possui quase 50 anos de existência. Em Maringá trabalha no ramo da construção de edifícios de médio e alto padrão, seu quadro de funcionários é relativamente grande, tendo em vista que já está com quatro edifícios em execução na cidade.

Faz parte da cultura desta empresa capacitar a sua mão de obra, visando oferecer uma melhor qualidade de vida aos seus colaboradores, bem como obter a melhoria da produtividade e qualidade na execução de serviços. O interesse da empresa pelo projeto também se deu devido à dificuldade em encontrar profissionais para a função de encarregado no mercado, e através do desenvolvimento da pesquisa em seu canteiro de obras vislumbrou uma possibilidade de qualificar seus funcionários, em especial aqueles que têm um perfil diferenciado e que se destacam na empresa, visando promovê-los a função de encarregados de serviços.

Primeiramente fez-se uma divulgação informal sobre o curso nos canteiros de obras da empresa, buscando identificar o nível de interesse dos funcionários. Posteriormente foi lançado um processo de inscrição, por meio do qual se caracterizou a mão de obra interessada em participar do programa, através de uma ficha de inscrição que solicitava os seguintes dados: nome, idade, função e escolaridade. Obteve-se mais de 79 inscrições.

Dado ao fato de que a estrutura física que seria construída pela empresa não comportaria toda a demanda, procedeu-se uma seleção buscando funcionários com características de liderança, para capacitá-los. Para tanto contou-se com o auxílio dos mestres obras para tal. Formou-se então uma turma com 25 pessoas.

Identificou-se o perfil dos funcionários da turma e as necessidades do canteiro de obras em relação à formação, a partir disso foi elaborado o método para treinamento da mão de obra, visando o aperfeiçoamento das habilidades em leitura e interpretação de projetos e matemática básica aplicada. O método foi aplicado e foi avaliada a sua eficiência.

#### 2.1.1. Desenvolvimento do método

Para o desenvolvimento do método contou-se com o apoio de professores de graduação do curso de engenharia civil da Universidade Estadual de Maringá e de engenheiros civis pertencentes ao quadro de funcionários da empresa construtora em estudo, pois conhecem com mais detalhes as necessidades de formação técnica da mão de obra que atua como encarregado em canteiros de obras.

Juntamente com esses profissionais, selecionaram-se os temas que seriam mais importantes. A partir disso, foi montada uma apostila com o desenvolvimento da matéria e de exercícios práticos para exercitar o conhecimento adquirido.

Elaborou-se uma lista com sete exercícios que tratavam de todos os temas abordados. Essa lista foi aplicada no primeiro dia do curso para avaliar o conhecimento geral da turma e também foi aplicada no último dia do curso para fazer a avaliação da efetividade do treinamento.

A empresa construtora montou uma sala de aula em um dos seus canteiros de obras, com carteiras e cadeiras escolares, quadro branco, armários (Figura 1); tinha-se a disposição, caso fosse necessário, um projetor multimídia e *notebook*; forneceu-se aos alunos material escolar: pasta

contendo lápis, caneta, borracha e régua; e a apostila do curso. Em toda aula era servido um lanche e recebiam vale transporte para que pudessem participar das aulas.

**Figura 1 – Estrutura da sala de aula**



Fonte: Os Autores (2013)

O treinamento consistiu em aulas expositivas presenciais, duas vezes por semana com duração de uma hora, nas quais foram explorados os conteúdos da apostila elaborada e os exercícios nela contidos (Figura 2). Inicialmente os encontros aconteciam duas vezes por semana com duração de uma hora, algum tempo depois foi necessário que ocorressem uma vez por semana com duração de duas horas, pois se iniciou uma turma de alfabetização que precisou ocupar um dos dias da aula do curso.

**Figura 2 – Treinamento por aula expositiva presencial**



Fonte: Os Autores (2013)

Para a avaliação do método, além da lista de exercícios, aplicada no primeiro e último dia de aula, fez-se entrevistas com os colaboradores, para saber quais as opiniões sobre o curso ministrado, e com os encarregados das equipes de trabalho, para conhecer os efeitos do treinamento no dia-a-dia das atividades dos alunos em suas respectivas funções.

### 2.1.2. Material didático e plano de aulas

O material didático relativo à matemática básica foi elaborado a partir de temas básicos. Para as aulas de leitura e interpretação de projetos arquitetônicos, utilizou-se de projetos das próprias obras, pois os colaboradores já estavam familiarizados com ele. Mas foi observado que, como os projetos do edifício eram bastante complexos e com muitos itens, os alunos estavam com dificuldade de entendê-los. Então se decidiu trabalhar, inicialmente, com projetos de edificações mais simples, usando exemplos como o da própria sala de aula, e posteriormente, quando já estavam mais habituados com os termos e os desenhos, voltou-se a utilizar os projetos dos edifícios em que trabalhavam, pôde-se assim sanar as dúvidas, quanto aos problemas presentes no dia a dia dos alunos.

Para o desenvolvimento do material tomou-se o cuidado para sempre fazer aplicações ou analogias com a função desempenhada por eles no canteiro de obras.

Dentro da matemática trabalhou-se com os temas:

- Números inteiros e as quatro operações com números inteiros;
- Números decimais e as quatro operações com números decimais;
- Frações: comparação de frações e polegadas;
- Razão de proporção: escala;
- Regras de três;
- Porcentagem;
- Noções de geometria: posição de reta e plano, figuras planas e figuras volumétricas;
- Perímetro;
- Noção de ângulos e triângulos;
- Teorema de Pitágoras.

Para desenvolvimento do aprendizado de leitura e interpretação de projetos arquitetônicos trabalhou-se com cada tipo de planta: planta baixa, cortes, cobertura e locação, e mostrou-se também a interpretação de cada elemento existente em cada uma dessas diferentes formas de representação de projeto, objetivando conseguir desenvolver a habilidade de compreensão deste projeto, facilitando a sua execução. Foi também apresentado aos alunos como o projeto arquitetônico se vincula aos demais projetos envolvidos na execução de uma obra, tais como os projetos hidrossanitário, elétrico e estrutural.

## 2.2. Resultados e discussão

Através das fichas de inscrição preenchidas, foi possível identificar as categorias profissionais e o grau de escolaridade dos colaboradores interessados.

Quanto à função que os interessados desempenhavam na empresa tem-se que 1,5% são mestre de obras, 31,8% são carpinteiros, 21,2% são pedreiros, 10,6% são armadores, 6,0% são eletricitas, 17,6% são serventes, 1,5% são soldadores, 1,5% são encanadores, 1,5% são pintores, 1,5% são auxiliares administrativo e 3,0% são operadores de guincho.

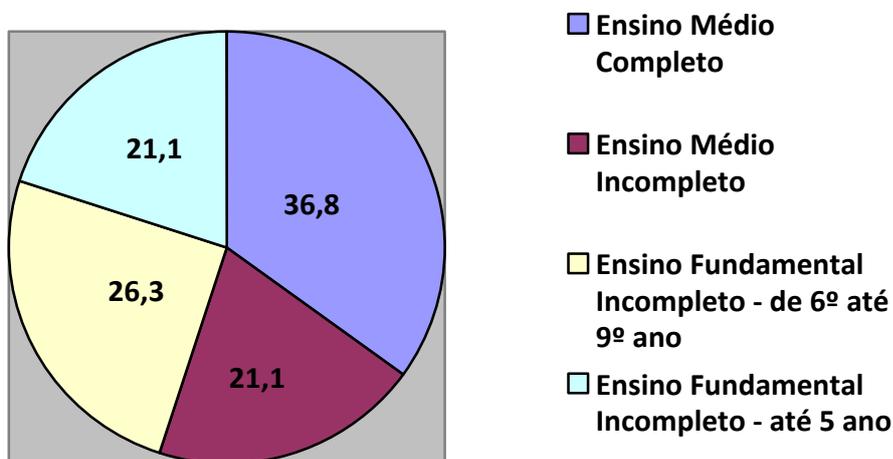
Constatou-se que o grau de escolaridade do grupo não era uniforme. Verificou-se que, entre os 79 funcionários inscritos, 15,2% têm o ensino médio completo, 18,2% tem ensino médio incompleto, 24,2% tem apenas o ensino fundamental completo, 36,4% parou de estudar entre o 6º e a 9º ano do ensino fundamental e 6,1% tem até o 5º ano do ensino fundamental; esses indicadores se repetem na turma montada, a qual por meio do processo de seleção estabelecido pela empresa, a qual foi composta por 25 pessoas.

Quanto à função desempenhada pelos integrantes do curso, tem-se um mestre de obras, oito carpinteiros, sete pedreiros, quatro armadores, três eletricitas e dois encanadores.

A faixa etária dos alunos no curso foi de 22 a 50 anos de idade.

Quanto ao grau de escolaridade obtiveram-se os dados apresentados na Figura 3. Esses valores caracterizam a variabilidade no nível de educação formal dos participantes do curso (total de 25 participantes).

**Figura 3 – Porcentagem de alunos segundo o grau de escolaridade**



Fonte: Os Autores (2013)

Tal variabilidade em relação ao nível de educação formal gerou alguns desconfortos aos alunos e dificuldade ao ministrante, pois aqueles que pararam de estudar mais cedo se sentiam constrangidos em relação aos demais que já dominavam alguns conteúdos.

A diferença entre as funções desempenhadas criou obstáculos para o andamento das aulas, porque surgiram interesses específicos quanto aos conteúdos, e não foi possível durante o decorrer do curso abordar todos os assuntos de interesse.

Com relação à idade dos alunos, percebeu-se que os mais novos tiveram mais facilidade para entender determinados assuntos do que os de maior idade, dado a esse fato precisou-se adotar um ritmo mais lento no desenvolvimento dos conteúdos em sala para que todos pudessem acompanhar.

Houve cinco alunos desistentes ao longo do curso. Como as aulas foram ministradas duas vezes por semana e logo após o expediente de trabalho, nesses dois dias os operários perdiam a oportunidade de fazer hora extra, o que gerou um impacto em suas remunerações mensais, dado a tal fato três funcionários optaram por desistir do curso em decorrência da perda das horas extras. Outro desistiu, pois começou frequentar um curso profissionalizante oferecido pelo SENAI, outro ainda desistiu, pois teve dificuldades para acompanhar o curso e se decidiu por fazer o curso de ensino fundamental direcionado a adultos, oferecido pela própria empresa, para se capacitar melhor e tem o desejo de posteriormente fazer um curso tal como o oferecido por meio do desenvolvimento da presente pesquisa.

Percebe-se então que a participação no curso motivou dois profissionais a buscarem uma formação mais completa, o que pode ser considerado um ponto positivo da execução do projeto. Vinte alunos concluíram o curso. Pode-se perceber, ao longo da oferta do curso, o interesse deles em aprender, e isso está refletido no desempenho deles nos testes, quando se compara os resultados obtidos na primeira avaliação e na aplicada após o término do curso.

Um ponto forte para o desempenho dos alunos foi a dedicação de cada colaborador, o interesse deles. Pois tivemos alunos com apenas a quarta série do ensino fundamental que evoluíram muito mais que alunos que já tinham o segundo grau incompleto, demonstravam mais interesse e empenho que trabalhadores que tinham estudado por mais tempo na escola regular.

A matéria de leitura e interpretação de projetos teve avaliação contínua. Durante as aulas era trabalhado os detalhes dos projetos, buscando a participação efetiva de cada um dos alunos visando o aprendizado.

Portanto, ao analisar a evolução, pode-se concluir que o aproveitamento do curso para os alunos foi muito bom, e que o método aplicado foi eficiente na medida em que eles passaram a ter maior domínio do conhecimento da matemática básica e na leitura de projetos.

Os alunos ficaram muito empolgados com o curso, a cada aula apareciam com situações diferentes vivenciadas no canteiro, dúvidas e curiosidades. A partir disso houve grande procura por outros colaboradores que não entraram na turma para que fosse aberta nova turma após o término das aulas.

Foram entrevistados três mestres de obras sobre o desempenho de seus subordinados, nos canteiros de obras, durante e ao término do curso ministrado, relataram que viram uma evolução na capacidade de trabalho de seus funcionários no canteiro de obras, que várias vezes os presenciaram praticando os cálculos que aprendiam em sala de aula, e que eles passaram a ter maior facilidade de compreender aquilo que lhes era solicitado.

Depois de finalizado o curso, conversamos com os alunos sobre o que acharam das aulas, suas expectativas antes e depois, segundo eles o curso os ajudou no dia-a-dia, facilitou no desenvolvimento de suas atividades em canteiro de obras, além disso, os incentivou a fazer outros cursos, se especializar mais e também a cobrar de seus filhos a busca pelo conhecimento.

### 3. CONCLUSÃO

Com a presente pesquisa constatou-se que existe um grande interesse por parte dos trabalhadores em se qualificar. Os trabalhadores da faixa etária mais elevada apresentaram uma dificuldade maior ao querer ampliar o conhecimento, mas a geração mais nova já demonstra uma maior facilidade em evoluir no aprendizado.

Verificou-se que a variação entre as funções e grau de escolaridade pode afetar negativamente no andamento das aulas, por isso seria conveniente separar a turma por funções e também nivelar os alunos quanto à escolaridade para se obter uma maior eficácia do treinamento.

De acordo com os mestres de obra, os funcionários mostram-se muito interessados e empolgados com o curso, um dos alunos se inscreveu em um curso oferecido pelo SENAI. Com isso a empresa investirá em novas turmas do curso elaborado.

### AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Construtora que implantou o projeto em seus canteiros de obras. Agradecemos pela estrutura montada e todo o patrocínio para que o curso fosse realizado com sucesso.

### REFERÊNCIAS

CATANI, A. **Recursos informáticos e telemáticos como suporte para formação e qualificação de trabalhadores da construção civil**. 2001. Tese (Doutorado em Informática na Educação). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Analfabetismo no setor da construção caiu 60% em 10 anos**. 2010. Disponível em <http://www.cbic.org.br/sala-de-imprensa/noticia/analfabetismo-no-setor-da-construcao-caiu-60-em-10-anos>. Acessado em: 05/04/2011.

CORDEIRO, C. C; MACHADO, M. J. G. **Perfil do operário da construção civil de Feira de Santana.** Sitientibus, Feira de Santana, n. 26, p. 9-29, 2002.

DE LUCCA, R. T. **Avaliação de programas CAAD no setor de projeto arquitetônico:** etapas legais de projeto. 1999. 166 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Diagnóstico nacional da indústria da construção.** Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, 1984.

MUTTI, C. N. **Treinamento da mão-de-obra na construção civil:** um estudo de caso. 1995. 181p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995.

NOBREGA, P. H. **Levantamento do perfil da mão-de-obra da construção civil de Foz do Iguaçu com ênfase em treinamento.** 2006. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - União Dinâmica de Faculdades Cataratas, Foz do Iguaçu, 2006.

SANTOS, A. **Método alternativo de intervenção em obras de edificações enfocando o sistema de movimentação e armazenamento de materiais:** um estudo de caso. 1995. 172p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1995.



III SEMINÁRIO DE  
ENGENHARIA CIVIL DA UEM

13 de Dezembro de 2013 – ISSN 2237-8219

## CONSTRUÇÃO CIVIL: Coletânea de inovações tecnológicas

**Jéssica Marcomini Pinatt**<sup>17</sup>

**Nícolas Gabriel Carvalho de Almeida**<sup>18</sup>

**Luci Mercedes De Mori**<sup>19</sup>

### RESUMO

A construção civil é um setor considerado tecnologicamente atrasado, porém pode-se observar significativas mudanças em sua cultura. Muitas empresas estão buscando melhorar seus sistemas produtivos com a implantação de novas tecnologias. É evidente a necessidade de se atualizar para se destacar no mercado, e é isso que as empresas buscam. Esta pesquisa teve como objetivo elaborar uma coletânea de novas tecnologias aplicadas à construção civil disponíveis no mercado, visando criar um referencial para *benchmarking*. O trabalho foi desenvolvido por meio de pesquisa bibliográfica em teses, dissertações, artigos científicos, revistas técnicas e páginas eletrônicas. Algumas das inovações pesquisadas estão relacionadas aos sistemas construtivos em aço, madeira, painéis de PVC, pré-moldados, tecnologias de infraestrutura e tecnologia da informação. Foi possível concluir que parte da resistência à implantação de novas tecnologias vem da cultura e falta de qualificação dos operários envolvidos. É importante ressaltar que qualquer equipamento ou técnica executiva que for implantada será considerada uma inovação, mesmo já sendo usual para outras empresas.

**Palavras-chave:** Construção civil. Inovação. Tecnologia.

---

<sup>17</sup> Acadêmico do Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Engenharia Civil-DEC, ra69945@uem.br

<sup>18</sup> Acadêmico do Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Engenharia Civil-DEC, ra68114@uem.br

<sup>19</sup> Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>., Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Engenharia Civil-DEC, Immori@uem.br

## 1. INTRODUÇÃO

A inovação gera crescimento econômico, aumento da produtividade e também, pode ser associada ao crescimento de participação no mercado, conforme a empresa passa a fornecer produtos e serviços novos ou melhores, e a reduzir o custo de produção. Um exemplo é a mecanização de atividades de construção, a qual reduz o custo da construção pela diminuição das horas de trabalho requeridas. Outra vantagem proporcionada é a melhora na competitividade da empresa, a conquista de novos contratos e uma melhoria de reputação (SLAUGHTER, 1998).

O setor da construção civil ainda é considerado tecnologicamente atrasado. No entanto, observa-se que cada vez mais empresas construtoras brasileiras estão implementando inovações tecnológicas em seus canteiros de obras. São inúmeros os benefícios gerados, tais como o aumento da produtividade, redução de perda de materiais, racionalização dos processos construtivos e maior agilidade ao trabalho (FRANKING JR; AMARAL, 2008).

De acordo com Franking Jr e Amaral (2008), a adoção de novas tecnologias leva ao crescimento do setor como um todo pela industrialização dos meios necessários a sua produção.

Freeman (1989 apud SLAUGHTER, 1998) afirma que inovação é o uso efetivo de uma mudança não trivial e melhoria num processo, produto ou um sistema que é novo para a empresa que desenvolve a mudança.

De acordo com Sabbatinni (1989, p.51), para a construção civil:

[...] Um novo produto, método, processo ou sistema construtivo introduzido no mercado, constitui-se em uma inovação tecnológica na construção de edifícios quando incorporar uma nova idéia e representar um sensível avanço na tecnologia existente em termos de: desempenho, qualidade ou custo do edifício, ou de uma sua parte.

A partir do exposto, pode-se afirmar que uma tecnologia dominada por uma determinada empresa, pode ser inovadora para outra.

Segundo estudos realizados por Rezende (2003), muitos são os motivos que levam as empresas a buscarem inovação, sendo que as principais mudanças ocorridas no setor que despertam interesse de investir em inovação são:

- Restrições do mercado: o mercado mais competitivo determina o preço e isso tem levado as empresas a buscar a redução nos custos para garantir a lucratividade e, conseqüentemente, isso gera a introdução de inovações;
- Clientes mais exigentes: a partir da implantação em 1991 do Código de Defesa do Consumidor, a reivindicação dos clientes tem aumentado, exigindo das empresas a entrega de produtos com maior qualidade;
- Influência do setor de construção pesada e de montagem: devido à falta de mercado, muitas corporações ligadas ao setor de construção pesada e de montagem têm entrado no mercado de edificações, trazendo consigo influências de uma parte do setor que sempre teve procedimentos tecnológicos e organizacionais mais avançados;
- Mão de obra mais exigente: o grau de organização da mão de obra e suas reivindicações têm aumentado, pressionando por métodos de gestão e procedimentos modernos;
- Abertura para o mercado externo: o estabelecimento de novos contatos tem gerado a renovação de fornecedores e processos construtivos;
- Estabilização econômica do país: a estabilização econômica possibilitou uma maior transparência nos custos reais decorrentes dos processos construtivos, atribuindo maior importância à gestão de custos em detrimento da gestão financeira;

- Implantação do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade no Habitat (PBQP-H): a implantação de sistemas de gestão nas empresas construtoras tem contribuído para alavancar o processo de inovação, visto que isso é uma das metas do Programa.

A implantação de inovações tecnológicas não é uma tarefa fácil, mas é de extrema importância. Segundo Tatum (1986), devido à fragmentação do setor da construção civil fica mais difícil de se implantar inovações, pois são muitos agentes envolvidos.

Para uma efetiva implantação de inovações as empresas devem se comprometer com a mudança, disponibilizando todos os recursos necessários. Deverá haver coordenação das ações empreendidas para que ocorra evolução gradual e contínua no processo de produção.

O objetivo deste trabalho foi de elaborar uma coletânea das novas tecnologias aplicadas à construção civil disponíveis no mercado, visando criar um referencial para *benchmarking* entre construtoras e frisar a importância da tecnologia na racionalização do processo construtivo.

## 2. DESENVOLVIMENTO

O assunto abordado neste trabalho define conceitos relacionados a Inovação tecnológica na construção civil e mostra como estes são aplicados. Serão apresentadas algumas das inovações existentes na área com a finalidade de favorecer o setor e ajudar na expansão dessas tecnologias, que trazem inúmeros benefícios como solução na escassez de operários, em relação à grande demanda do mercado. Além disso, são inovações que reduzem tempo de construção, e em alguns casos também o custo, simultaneamente aumentando a qualidade.

### 2.1 Inovação Tecnológica

Segundo OCDE (2004, p.21):

Uma inovação tecnológica de produto é a implantação/comercialização de um produto com características de desempenho aprimoradas de modo a fornecer objetivamente ao consumidor serviços novos ou aprimorados. Uma inovação de processo tecnológico é a implantação/adoção de métodos de produção ou comercialização novos ou significativamente aprimorados. Ela pode envolver mudanças de equipamento, recursos humanos, métodos de trabalho ou uma combinação destes.

De acordo com OCDE (2004, p.55), inovação tecnológica de produto ainda pode ser dividida em duas categorias: produto tecnologicamente novo e produto tecnologicamente aprimorado.

- “Um produto tecnologicamente novo é um produto cujas características tecnológicas ou usos pretendidos diferem daqueles dos produtos produzidos anteriormente.”
- “Produto tecnologicamente aprimorado. É um produto existente cujo desempenho tenha sido significativamente aprimorado ou elevado.”

#### 2.1.1 Adoção e difusão de tecnologias no ambiente da construção civil

De acordo com Barros (1998, p.113)

A existência de um setor dedicado à implantação de novas tecnologias faz com que as ações ganhem velocidade, pois existe alguém cuja preocupação maior é fazer a tecnologia acontecer nos canteiros de obras. De modo geral, nas empresas em que existe um líder do processo de implantação, o treinamento tanto dos engenheiros de

campo, quanto das equipes de trabalho, envolvendo a leitura do projeto e a execução dos serviços é conduzido por essa pessoa, ganhando-se em qualidade dos resultados obtidos.

De acordo com CBIC (2013, p. única),

A integração da universidade e setor produtivo compõe um importante vetor do fortalecimento dos sistemas de inovação e de aprendizado de setores produtivos. Este último, de acordo com a teoria de inovação é um dos principais vetores de aceleração da absorção de inovação, pois define o passo e a direção da mudança de paradigmas tecnológicos.

## 2.2 Inovações na Construção Civil

Segundo Téchne (2012), atualmente a construção civil passa por importantes mudanças. A população aumentou a sua renda e em decorrência, a procura pelo primeiro imóvel. Devido a essa crescente demanda, aumentaram o número de lançamentos e os prazos para execução de obras residenciais diminuíram. O atual gargalo do processo produtivo é a escassez de trabalhadores da construção civil e, em decorrência disso, as construtoras outros processo não convencionais para reduzir a dependência da mão de obra.

Tatum (1986) afirma que na construção, o aprimoramento de componentes e tecnologias surge constantemente. Por exemplo, a segurança atual e os subsistemas de comunicação em edificações são melhorias significativas sobre aquelas que existiam há dez anos. A mecanização de muitas operações construtivas reduziu o próprio custo da construção por diminuir as horas de trabalho necessárias. Novos mercados também podem emergir com base em inovações, como a construção de instalações industriais de alta tecnologia.

### 2.2.1 Sistemas construtivos

Sistema Construtivo é definido como o conjunto das regras práticas ou o resultado de sua aplicação, com uso adequado de materiais e mão de obra que se associam e se coordenam para a concretização de espaços previamente programados. As inovações seguintes demonstram uma alteração nesses planos, de forma a otimizar o processo construtivo como um todo, seja diminuindo prazos ou custos. Pode-se citar o *Steel framing*, no qual as paredes são utilizadas como função estrutural e compostas por perfis leves metálicos; paredes estruturais de painéis de Policloreto de polivinila (PVC), painéis que podem ser montados sem a necessidade de estruturas adicionais e já possuem acabamento final; paredes estruturais com painéis de Poliestireno Expandido (PVC), um método construtivo composto por painéis de EPS, tela e treliça eletrossoldada, anéis galvanizados, argamassa de estruturação e revestimento; *Light Wood Frame*, representado pela Figura 01; paredes pré-montadas de madeira; paredes de concreto; sistema de alvenaria integral (IMS, Integral Masonry System) que é composto por um entrelaçado de suportes feitos de barra de aço – ou vergalhões – pré-fabricados e painéis pré-fabricados de concreto e componentes cerâmicos (CICHINELLI, 2009; SILVA, 2009; NAKAMURA, 2009).

**Figura 01 - Sistema construtivo Light Wood Frame**



Fonte: Read Tiger (2013)

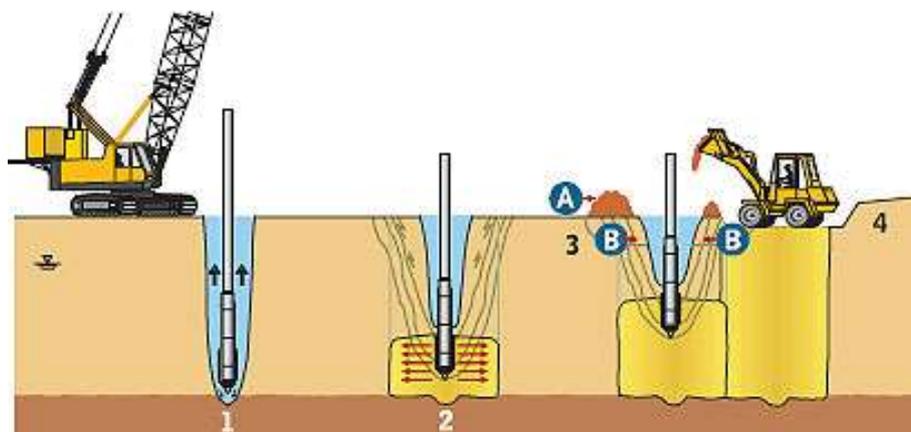
### 2.2.2 Sistema estrutural

Diferentes formas de composição das estruturas para edificações são abordadas nesse ponto, em se tratando de lajes e vigas, com a finalidade de prolongar sua vida útil e resistência à carregamentos. Dentre eles estão o *Steel Deck*, um sistema que atua como forma e armadura simultaneamente; fôrmas de alumínio e plástico; laje zero, com sua utilização não é necessário fazer o contrapiso; sistema metálico com contato em madeira e combinação de concreto e madeira (TÉCHNE, 2009; YOSHIMOTO, 2009).

### 2.2.3 Sistema de contenções e fundações

Partindo da primeira etapa em um processo construtivo, inovações são necessárias para aprimorar a estabilidade nas fundações, com alterações focadas principalmente na geotecnia. Devemos citar, a princípio, o uso de colunas de brita feitas por vibrocompactação no solo (Figura 02), como também os polímeros sintéticos, que substituem a lama betonítica em estabilização do solo (GEROLLA, 2009; POLÍMEROS, 2009).

**Figura 02 - Esquema do processo de vibrocompactação**  
**Processo de vibrocompactação**



- |   |   |  |   |
|---|---|--|---|
| <p>1) penetração:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- vibrador penetra até a profundidade pré-definida</li> <li>- descida facilitada por peso próprio, vibração e água de injeção</li> </ul> | <p>2) compactação:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- subida progressiva com passos ascendentes e descendentes do vibrador</li> </ul> | <p>3) adição de material:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- preenchimento da depressão cônica com solo selecionado (A) e local (B)</li> </ul> | <p>4) acabamento:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- plataforma regularizada e recompactada com vibrador de superfície</li> </ul> |
|---|---|--|---|

Fonte: Téchne (2009)

#### 2.2.4 Sistemas de vedações

Conforto termoacústico, agilidade e economia são parâmetros para inovações no sistema de vedações. Dessa forma, os itens a seguir mostram algumas soluções para acompanhar o mercado da construção civil aliado com o conforto esperado pelos clientes de imóveis. Entre as inovações estão a vedação vertical com blocos de gesso; gesso acartonado (Drywall), que é destinado à construção de paredes divisórias e forros; painéis pré-fabricados para fachadas; sistema de fachadas modulares, composto por painéis de alumínio e vidro laminado; divisórias e fechamentos com placas cimentícias, que são constituídas de CRFS (cimento reforçado com fio sintético), e fachadas ventiladas, sistema em que a fachada é separada do edifício para funcionar como um colchão de ar renovável (LORDSLEEM JUNIOR; NEVES, 2012).

#### 2.2.5 Sistemas de Revestimento

Revestimentos internos e fachadas necessitam de maior cuidado quando aplicados, principalmente por parte da mão de obra. Dessa forma, aplicando a tecnologia, as inovações tornam o sistema de revestimento mais preciso e menos propenso a patologias. Como exemplo, temos o revestimento de gesso projetado; argamassa com bombas de projeção; argamassa compósita flexível, capaz de se recompor após sofrer deformações, e argamassa decorativa, produzida em misturadores automatizados (SILVA, 2012; PRODUÇÃO, 2009).

## 2.2.6 Tecnologias para infra-estrutura de canteiros e controle de obras

Visando a melhoria na logística, comunicação e segurança dos operários no canteiro de obras, as inovações seguintes constam em novos equipamentos tecnológicos - tanto quanto em alguns já existentes, porém modificados - de forma que o controle da obra em si seja mais eficaz. São algumas delas a plataforma cremalheira; plataforma móvel; guias com contrapesos móveis e o uso de argamassa expansiva para demolição de uma estrutura (ROCHA, 2012; TAMAKI, 2012; FARIA, 2009).

## 2.2.7 Tecnologia da informação em sistemas de gestão

Um canteiro de obras diferenciado é aquele com adequados meios de comunicação e organização. Com o advento da tecnologia na era atual, tornou-se possível melhorar esses parâmetros nas etapas construtivas, principalmente no local da obra. Algumas dessas melhorias são representadas pelo Building Information Modeling (BIM) com o qual é possível ter um banco de dados com informações multidisciplinares relativas a todo o ciclo de vida do empreendimento, e a digitalização do canteiro de obras (POR, 2011; NAKAMURA, 2012).

## 2.2.8 Outras inovações

Dentre muitos outros tópicos no processo construtivo, alguns já apresentam inovações em busca de aprimoramento, seja em sistemas prediais, coberturas ou até mesmo materiais de construção. Para tornar possível essa visão panorâmica do leque de inovações tecnológicas, podemos citar algumas como a geração de energia com o movimento de elevadores; o concreto ultrarresistente (auto-adensável); impermeabilização com mantas de PVC; capa plástica; cobertura verde; coberturas leves; mistura asfáltica desenvolvida para reduzir poluição sonora; pavimento permeável e selagem de trincas em asfalto com uso de resina epóxi e cura incentivada por microondas (MOURA, 2009; D'ÉLIA, 2009).

## 2.3 Dificuldades de implantação de novas tecnologias

Muitas das tecnologias deixam de ser implantadas devido à baixa escolaridade dos funcionários, o que torna inviável utilizar equipamentos mais avançados (NAKAMURA, 2012).

A falta de cultura de informática ao pessoal da construção é o principal obstáculo. Depois vem o problema da fragmentação, que impede a existência de grandes players que dizem padrões e/ou possam investir profundamente em tecnologia da informação (SANTOS, 2012, apud NAKAMURA 2012).

Com relação a espaço e controle de ambiente para a fabricação de elementos construtivos, Slaughter (1986, p. 227) afirma que,

São limitados pelo espaço disponível e das necessidades de transporte das unidades. Portanto, inovações que requerem ambientes controlados ou certas condições durante sua implementação podem ser limitadas em sua aplicação. [...] Quando uma inovação é testada, resultados mais confiáveis são obtidos por protótipos em escala real, sendo que os efeitos de escala para instalações construtivas podem ser significantes. Testes em escala real podem ser caros e demorados, e apenas algumas instalações de qualquer país têm a capacidade para esses testes.

Ainda, em quesitos de dificuldade de implantação pode-se afirmar que “o custo para implantação exerce uma influência no sentido inversamente proporcional para a introdução da inovação. Em geral, quanto maior o custo da nova tecnologia, maior a dificuldade para sua de introdução” (REZENDE; ABIKO, 2004, p. 8).

### 3. CONCLUSÃO

Como proposto, foi realizada uma coletânea de inovações tecnológicas que estão sendo utilizadas atualmente no mercado da construção civil. Devido ao grande leque de inovações que surgem diariamente, se torna inviável registrar essa grande quantidade. Mas já é possível informar e apresentar técnicas novas, ou até mesmo técnicas aprimoradas, que podem interessar algumas empresas do mercado. Dessa forma, com o intuito de alertar, foi exposto para os possíveis consumidores alguns detalhes extras, ajudando-os a definir se a tecnologia é viável ou não. Observou-se também que a maioria das inovações pesquisadas estão nas áreas de sistemas construtivos e estruturais, como foi evidenciado a complexidade de se inserir as tecnologias no meio da construção civil, seja por motivos como a cultura dos operários ou a falta de qualificação dos mesmos. Para finalizar, vale ressaltar que inovar se tornou necessidade, e as empresas precisam aderir as inovações tecnológicas para se manterem competitivas no mercado, e partindo dos itens apresentados, o que é conhecido ou até mesmo usual para alguns, para outros pode ser considerado algo novo.

### REFERÊNCIAS

BARROS, M. M. B. **Implantação de novas tecnologias em canteiros de obras: um desafio a ser vencido. Congresso Latino-americano: Tecnologia e gestão na produção de edifícios; Soluções para o terceiro milênio.** Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

CBIC. **Programa Inovação Tecnológica.** Disponível em < <http://www.pit.org.br>>. Acesso em: 29 mar. 2013.

CICHINELLI, G. Casa de aço. **Téchne**, São Paulo, n. 148, p. 40-47, julho 2009.

D'ÉLIA, R. Cobertura verde. **Téchne**, São Paulo, n. 149, p.34-39, julho 2009.

FARIA, R. Demolição controlada. **Téchne**, São Paulo, n. 147, p.34-35, junho 2009.

FRANCKLIN JUNIOR, I.; AMARAL, T. G. Inovação tecnológica e modernização na indústria da construção civil. **Ciência et Praxis** v. 1, n. 2, 2008.

GEROLLA, G. Solo estável. **Téchne**, São Paulo, n. 145, p. 28-31, abril 2009.

LORDSLEEM JÚNIOR, A. C.; NEVES, M. L. R. Vedação vertical interna de edifícios com blocos de gesso. **Téchne**, São Paulo, n. 181, p. 60-63, abril 2012.

MOURA, E. Geração Ultrarresistente. **Téchne**, São Paulo, n.150, p. 50-53, setembro 2009.

NAKAMURA, J. Canteiro digital. **Téchne**, São Paulo, n. 182, p. 56-60, maio 2012.

NAKAMURA, J. Light Wood Frame. **Téchne**, São Paulo, 148, p. 48-53, julho 2009.

OCDE. Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico **Manual de Oslo**. Proposta de diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação tecnológica. Copyright OECD, 1997. Tradução FINEP, 2004.

POLÍMEROS sintéticos substituem lama bentonítica em estabilização de solo. **Téchne**, São Paulo, n. 152, p. 12, novembro 2009.

POR dentro do BIM. **Téchne**, São Paulo, n. 168, p. 38-48, março 2011.

PRODUÇÃO de revestimento de argamassa com bombas de projeção. **Téchne**, São Paulo, n. 145, p. 62-66, abril 2009.

REZENDE, M. A. P. **Inovação tecnológica nas edificações e a introdução da estrutura metálica em Minas Gerais**. Tese (doutorado) Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

REZENDE, M. A. P.; ABIKO, A. K. **Fatores da inovação tecnológica nas edificações**. ENTAC, 2004.

ROCHA, A. P. Subida engrenada. **Téchne**, São Paulo, 178, p.42-45, janeiro 2012.

SABBATINI, F. H. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos: formulação e aplicação de uma metodologia**. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

SILVA, F. B. Paredes estruturais com painéis de EPS. **Téchne**, São Paulo, n. 151, p. 62-66, outubro 2009.

SILVA, F. B. Revestimento de gesso projetado. **Téchne**, São Paulo, n. 178, p. 54-57, janeiro 2012.

SLAUGHTER, E S. Builders as sources of construction innovation. **Journal of Construction Engineering and Management**.v.124, n. 3, p.226-231, 1998.

TAMAKI, L. Trabalho aéreo. **Téchne**, São Paulo, n. 184, p. 52-54, julho 2012.

TATUM, Clyde B. Potential mechanisms for construction innovation. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.112, n.2, p.178-91, 1986

TÉCHNE. Forma plástica – construção em larga escala. **Téchne**, São Paulo, n. 143, p.7, fevereiro 2009.

TÉCHNE. O futuro da engenharia. **Téchne**, São Paulo, 182, p. 36, maio 2012.

YOSHIMOTO, M. Laje zero. In: Responde Especial. **Téchne**, São Paulo, n. 142, p.25-26, janeiro 2009.



## **CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES EM MARINGÁ: diagnóstico do perfil da mão de obra e produtividade do trabalho na execução de alvenaria em blocos de concreto.**

**Luã Mariani Soares**<sup>20</sup>

**Lucas Gomes Gonçalves**<sup>21</sup>

**José Luiz Miotto**<sup>22</sup>

### **RESUMO**

A produtividade na construção civil é um tema de relevante importância para o setor e está associada diretamente à qualidade da mão de obra empregada. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi identificar o perfil e a produtividade do trabalhador empregado nas empresas de construção civil da cidade de Maringá – PR, obtendo informações para um melhor desempenho do setor. Os dados para a determinação do perfil dos trabalhadores foram obtidos por meio de aplicação de questionário a 36 funcionários em seu ambiente de trabalho, para a análise de sua qualificação. No grupo de trabalhadores que respondeu ao questionário, observou-se que a maioria concluiu o ensino médio, mora em cidades vizinhas e utiliza veículo próprio para deslocamento ao local de trabalho. Vários dos entrevistados estão em contato com a construção há pouco tempo – menos de um ano – e aprenderam as suas tarefas no próprio canteiro de obras. A determinação da produtividade foi realizada pelo acompanhamento diário da produção de alvenaria de vedação em blocos de concreto, realizada por quatro pedreiros e auxiliados por dois serventes, durante 73 dias. A RUP (Razão Unitária da Produtividade) dos trabalhadores apresenta um valor próximo ao fornecido pela TCPO (2010), que representa um bom índice.

**Palavras-chave:** Produtividade, Alvenaria, Construção civil.

---

<sup>20</sup> Graduando do Curso de Engenharia Civil e participante do projeto PIC-UEM, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Maringá, luanmariani@hotmail.com

<sup>21</sup> Graduando do Curso de Engenharia Civil e participante do projeto PIC-UEM, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Maringá, lucas182\_gomes@hotmail.com

<sup>22</sup> Prof. Dr do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Maringá, orientador do projeto PIC, jlmiotto@uem.br

## 1. INTRODUÇÃO

A produtividade na construção civil é um fator que cada vez mais é levado em consideração devido à alta competição dentro do mercado de trabalho, ou seja, a empresa que apresenta bons índices de produção está em vantagem em relação às demais. Relacionada à produtividade, está a mão de obra empregada, cuja qualificação reflete diretamente na produção.

Devido ao atual aquecimento no setor da construção civil, a atração da mão de obra é relativamente alta. Geralmente, são funcionários novos no ramo, portanto, pouco experientes, fato que pode interferir negativamente na produtividade, através do desperdício de materiais, erros de execução, acidentes de trabalho, lentidão de execução, entre outros.

De acordo com Besser (2011), mesmo com a melhoria na qualificação da mão de obra empregada nos últimos anos, a sua capacitação tem muito que desenvolver para se tornar ideal. Assim, uma boa maneira de melhorar a produção e qualidade do trabalho é a realização de treinamento dos operários, reduzindo custos, acidentes e outros efeitos negativos, adequando a empresa numa boa posição dentro do mercado de trabalho.

Portanto, a medição da produtividade torna-se um instrumento importante para a gestão da mão de obra, podendo subsidiar políticas para redução de custos e aumento da motivação no trabalho. (THOMAS & YAKOUMIS, 1987).

A Razão Unitária de Produção (RUP) é a parte prática da quantificação da mão de obra, expressa em homens-hora da demanda, para a produção da unidade de saída do estudo, RUP sujeita a variações relacionadas a dedicação ao trabalho. Podem ser apresentados o valor mínimo (que representa o melhor desempenho), o máximo (representante do pior desempenho), ou ainda o potencial, que diz respeito à produtividade que se pode conseguir corriqueiramente com a tecnologia e a forma de gestão disponíveis na obra em avaliação (SOUZA & CARRARO, 1999).

Nesse contexto, o presente trabalho tem como foco a caracterização do perfil da mão de obra atuante no setor da construção civil em uma obra situada na cidade de Maringá – PR e, ao mesmo tempo, a determinação dos indicadores de sua produtividade na execução de alvenaria em blocos de concreto.

## 2. DESENVOLVIMENTO

### 2.1 Procedimentos Metodológicos

A determinação do perfil da mão de obra empregada no setor da construção civil é fundamental para a obtenção de informações que auxiliem na compreensão da produtividade e proposição de soluções de treinamento para atingir bons índices de qualidade. Identificando o perfil da mão de obra associada, as empresas podem elaborar soluções para ampliar a qualificação e, por conseguinte, gerar melhorias na produtividade, contribuindo para uma maior velocidade na produção e evitando desperdícios de materiais, riscos de acidentes, e erros na execução.

O objetivo dessa pesquisa é identificar o perfil e a produtividade da mão de obra da construção civil na cidade de Maringá-PR.

As informações necessárias ao conhecimento do perfil do trabalhador foram obtidas por meio de entrevistas realizadas com cerca e quarenta trabalhadores no canteiro de obras, de qualquer função, com o apoio de questionário (Anexo A).

Por sua vez, a determinação da produtividade foi obtida através do monitoramento e medição da produção diária da alvenaria em blocos de concreto de quatro desses trabalhadores entrevistados.

Neste item, são abordados os aspectos referentes à localização, às condições do canteiro de obras, à descrição do processo de execução da alvenaria, às ferramentas e aos equipamentos usados na execução, aos aspectos relacionados aos recursos humanos e à administração da produção.

### 2.1.1 Obra objeto de estudo

A obra escolhida para a coleta dos dados desta pesquisa está localizada na cidade de Maringá, próximo à PR-317, e constitui-se de um hotel com 6 pavimentos-tipo. A obra é privada e incorporada pelo regime de empreitada. Foram coletados dados do perfil da mão de obra por meio da aplicação de questionário (Anexo A) a 36 funcionários, e dados diários de produtividade de quatro pedreiros auxiliados por dois serventes, num período referente a 73 dias. Cada dado diário corresponde à apropriação da produtividade obtida durante o dia pela equipe executora da alvenaria. A seguir são descritas as principais características desta obra.

### 2.1.2 Condições do canteiro de obras

O canteiro de obras era bastante espaçoso para a disposição das centrais de produção e almoxarifado. As condições de acesso eram boas, uma vez que o canteiro de obras situava-se em local bem planejado. Os caminhões utilizados para o transporte de materiais tinham acesso ao interior da obra, descarregando a carga sempre em locais reservados. Foi possível observar que a gerência da obra, sempre direcionada aos recursos materiais e humanos para a manutenção da organização e limpeza do canteiro de obras.

### 2.1.3 Alvenaria

A alvenaria de vedação foi executada em blocos de concreto com as dimensões 14x19x39 cm, internamente e externamente, os quais pesavam aproximadamente 10 kg. A argamassa para assentamento dos blocos apresentava em sua composição, cimento e cal. Sendo esta proveniente de usinas, a mistura da cal e areia ao cimento era realizada em uma central localizada no pavimento térreo da edificação.

O comprimento médio das paredes é igual a 3,5 m. A altura média é de 2,9 m. Os ângulos das paredes são em sua maioria retos (90°), com exceção de uma parede interna circular. A densidade de paredes no pavimento tipo (área de paredes/área do pavimento) é igual a 1,89. Com relação à posição das paredes, a área de alvenaria externa corresponde a 36% do total e as internas, 64%.

A forma de fixação estrutura/alvenaria empregada na face superior foi argamassa expansiva e na face alvenaria/pilar utilizou-se chapisco rolado associado à argamassa forte e as juntas verticais foram preenchidas com argamassa.

### 2.1.4 Ferramentas e equipamentos

Na produção da alvenaria foi utilizado colher de pedreiro, caixotes de madeira para argamassa e marreta coberta com borracha para melhor fixação do bloco e para a sustentação provisória, foi utilizado andaimes metálicos. O controle geométrico foi executado com a utilização de prumo de face, esquadro metálico, escantilhão improvisado em madeira, nível de bolha, mangueira de nível e linha de pedreiro. Para o transporte dos materiais da alvenaria eram utilizadas grua, jérica e porta-paletes.

### 2.1.5 Recursos humanos

O monitoramento da produção da alvenaria envolvia os quatro pedreiros fixos e dois serventes que variavam conforme o dia (intercalando suas funções entre duas equipes), divididos em quatro equipes de serviço, que realizavam esse trabalho. A equipe de apoio no térreo, encarregada de misturar a argamassa e transportar blocos de concreto e argamassa, contava com um

operador de betoneira, um auxiliar e um operador de grua. O controle e a supervisão do serviço eram realizados pelo mestre de obras. A jornada normal de trabalho era de 8 horas e 45 minutos de segunda-feira á quinta-feira e de 7 horas e 45 minutos na sexta-feira. Os funcionários recebiam os benefícios estabelecidos por lei.

#### 2.1.6. Organização da produção

A mão de obra era subcontratada (empreita) e a forma de pagamento era por produção. A equipe de alvenaria era responsável pela execução dos serviços de marcação e de elevação da alvenaria. Não havia interferência entre equipes, uma vez que a equipe de alvenaria somente iniciava os trabalhos no pavimento quando este estava completamente liberado. Com relação ao gerenciamento e disponibilidade de materiais, algumas vezes acabava faltando argamassa devido à falta de cimento na obra, falta de blocos devido ao transporte ser realizado somente pela grua e ela se encontrava ocupada com outras atividades como o transporte de concreto.

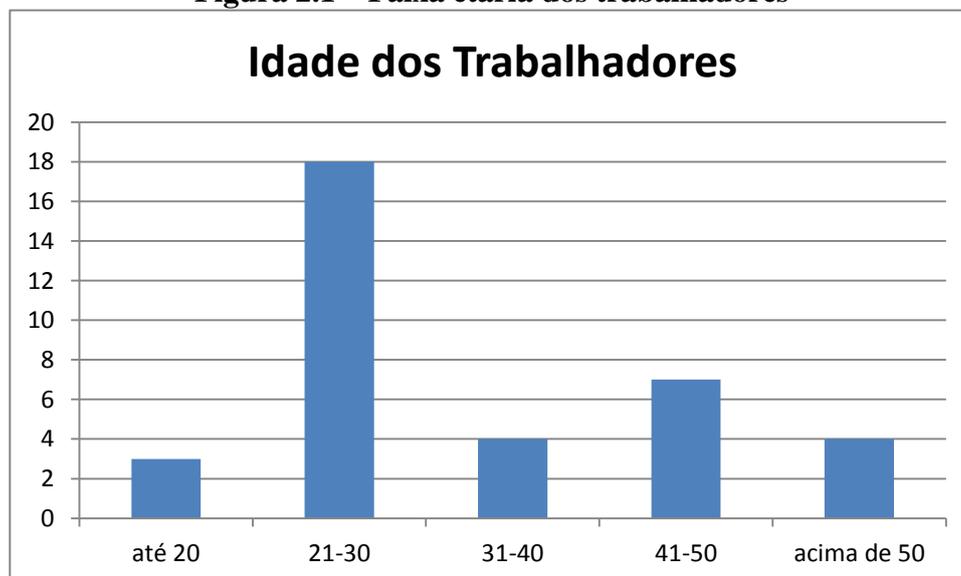
## 2.2 Resultados

Neste capítulo, serão apresentados e analisados os principais resultados encontrados.

### 2.2.1 Perfil da mão de obra

Através da análise dos dados coletados através do questionário de apoio (Anexo A) com os 36 operários da construtora, pode-se observar que a maioria dos trabalhadores está na faixa etária de 21 a 30 anos, como se apresenta na Figura 2.1. O fato da existência de uma grande demanda de mão de obra no setor pode ser uma das explicações para tal resultado.

**Figura 2.1 – Faixa etária dos trabalhadores**



Conforme observado na tabela 2.1, dos operários entrevistados, 41,67 % apresentaram o ensino médio completo como grau de escolaridade. No entanto, 30,56 % dos empregados não concluíram o ensino fundamental.

**Tabela 2.1 – Grau de Escolaridade dos trabalhadores**

Nível de ensino	Número absoluto	Percentual (%)
Fundamental Incompleto	11	30,56
Fundamental Completo	7	19,44
Médio Incompleto	3	8,33
Médio Completo	15	41,67

O tempo de experiência dos entrevistados é bem variado: a obra engloba funcionários antigos e novos dentro da construção civil. Como se pode observar na Figura 2.2., a obra apresenta um número significativo a respeito de funcionários inexperientes, com menos de um ano de atuação, o que possivelmente provém da elevada demanda da mão de obra no setor da construção civil.

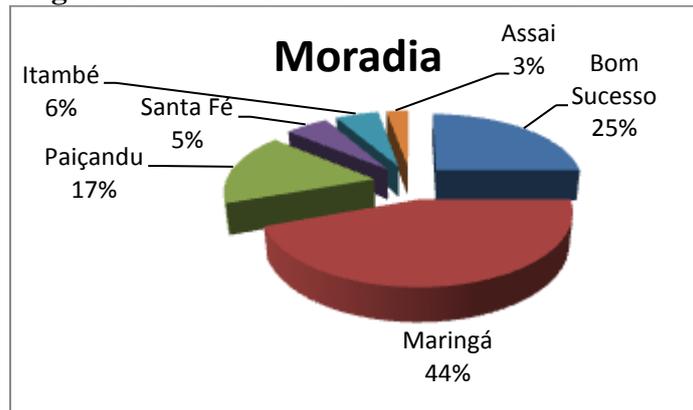
**Figura 2.2 – Tempo de Experiência dos trabalhadores na construção civil**



Apenas 17% dos entrevistados informaram que aprenderam o ofício que desempenham com familiares. A grande maioria dos trabalhadores aprendeu a atividade que desenvolvem em canteiros de obras. Os cursos profissionalizantes não fizeram parte do processo de aprendizagem dos funcionários.

A maioria da mão de obra é proveniente de cidades próximas. Sendo  $\frac{1}{4}$  dos funcionários entrevistados, oriundos da cidade de Bom Sucesso-PR, conforme pode ser observado na Figura 2.3.

**Figura 2.3 – Local de moradia dos trabalhadores**

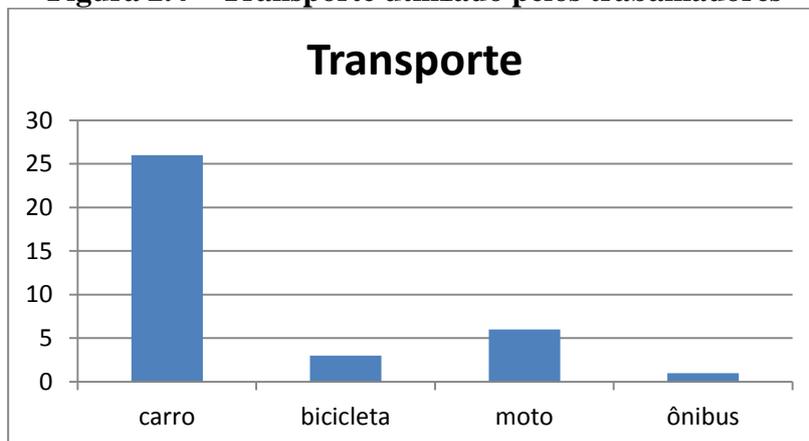


Os funcionários das cidades de Assaí-PR e Itambé-PR, cidades estas mais distantes do local da obra, ficavam em alojamentos fornecidos pela empresa.

Outro item avaliado refere-se à moradia. Entre os funcionários entrevistados, apenas 58% possuem casa própria. Esse resultado pode indicar a melhoria na qualidade de vida dos operários observada nos últimos anos, com relação ao salário do setor de construção civil, somado à forma de transporte utilizada para seus deslocamentos até a obra.

Quanto à condução ao local de trabalho, a maioria dos funcionários utiliza como veículo de transporte o próprio veículo (carro ou moto). Apenas um dos entrevistados usava o transporte público (ônibus) para chegar à obra. A Figura 2.4 representa a forma de condução para o canteiro. O fato da maioria dos funcionários não morar na cidade sede da obra e esta se localizar em uma área em que é atendida com pouca flexibilidade de horários no que se refere ao transporte público, pode explicar a utilização em larga escala de carros como meio de transporte para o trabalho.

**Figura 2.4 – Transporte utilizado pelos trabalhadores**



### 2.2.2 Produtividade da mão de obra

Com relação à produção, quatro operários foram acompanhados diariamente para a medição de sua produtividade. Nas Figuras 2.5, 2.6, 2.7 e 2.8 e na Tabela 2.2 se encontram os dados das Razões Unitárias de Produtividade RUPd, RUP cum e RUP pot (diária, cumulativa e potencial, respectivamente), para cada um desses trabalhadores:

Figura 2.5 – RUP x Medições do Pedreiro 1

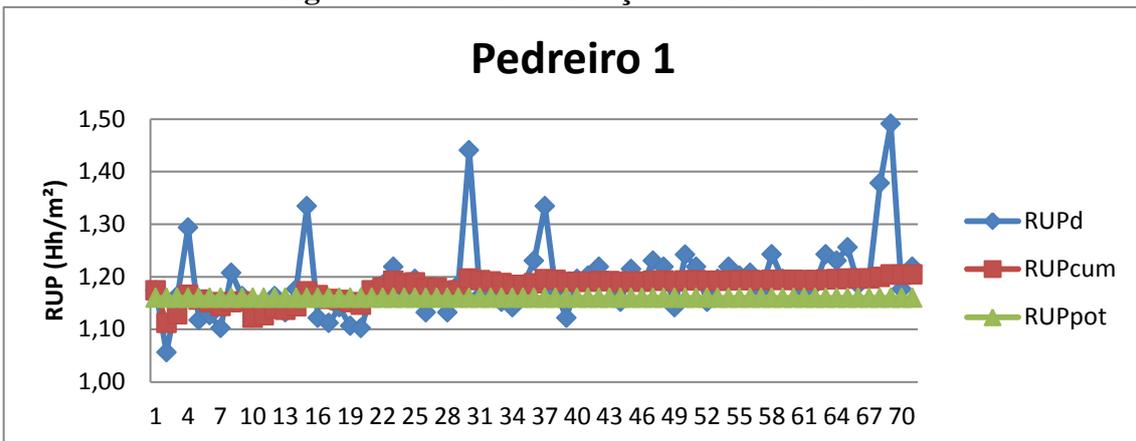


Figura 2.6 – RUP x Medições do Pedreiro 2

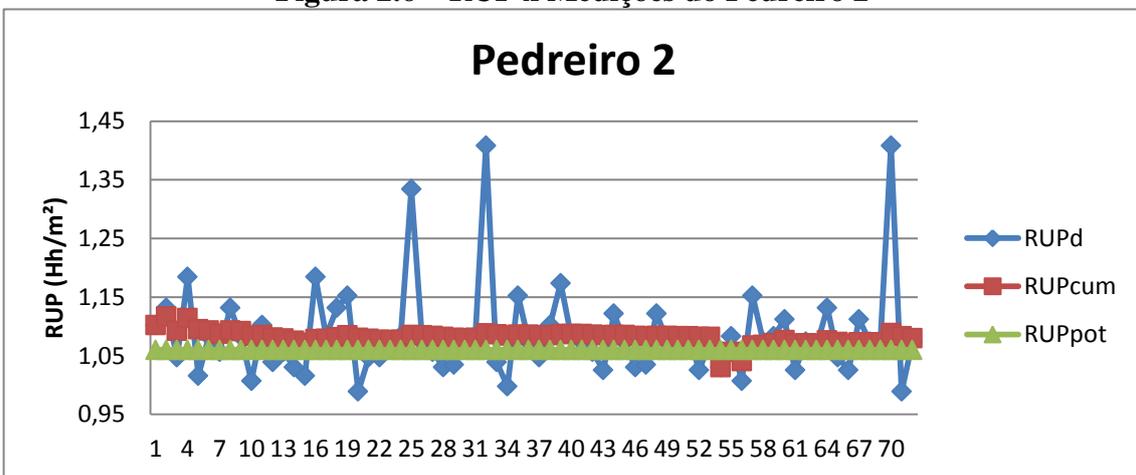


Figura 2.7 – RUP x Medições do Pedreiro 3

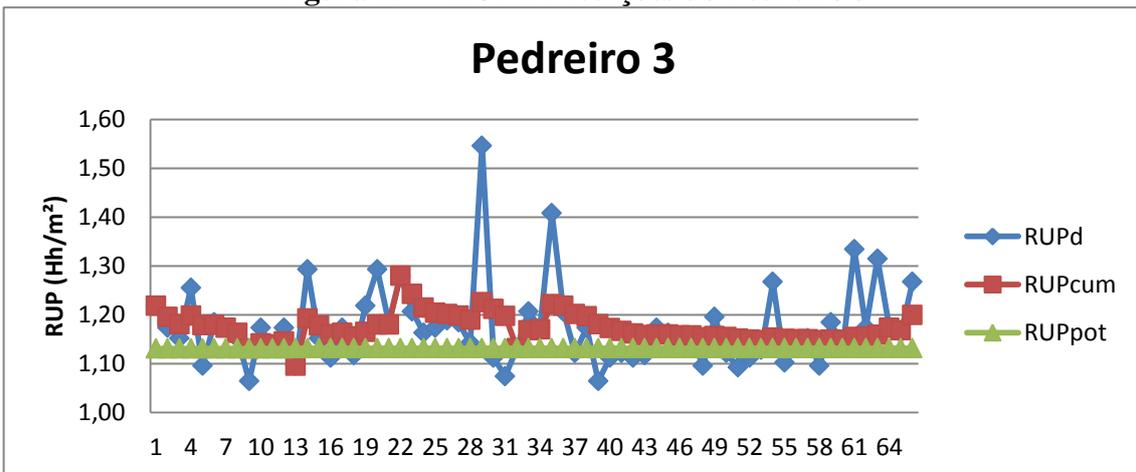


Figura 2.8 – RUP x Medições do Pedreiro 4

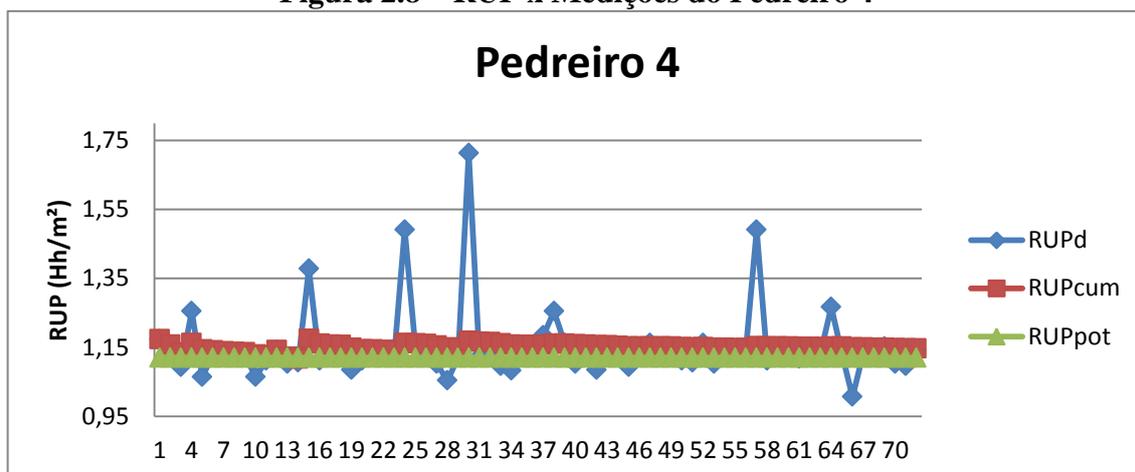


Tabela 2.2 – Razões Unitárias de Produtividade

Pedreiro	RUPd Mín (Hh/m <sup>2</sup> )	RUPd Máx (Hh/m <sup>2</sup> )	RUP Cum (Hh/m <sup>2</sup> )	RUP Pot (Hh/m <sup>2</sup> )
1	0,73	1,03	0,82	0,79
2	0,69	0,97	0,75	0,72
3	0,74	1,07	0,83	0,77
4	0,70	1,18	0,80	0,76

O pedreiro 2 (40 anos) foi o que apresentou uma maior produtividade em um dia de trabalho, pois de todos os valores da RUPd, o seu é o menor. Relacionando esse valor ao seu perfil, podemos ver que apesar de apresentar ensino médio incompleto, o operário conseguiu obter um bom índice em sua produtividade diária. Isso pode ser explicado pelo fato de seus 15 anos dentro do setor da construção civil, 6 deles passou desempenhando a função atual. É válido observar que foi o trabalhador que apresentou o melhor resultado de RUP Pot, ou seja, teve uma melhor produtividade ao longo do tempo.

Já o que apresentou um pior desempenho em um dia de serviço foi o pedreiro 4, de 21 anos, devido ao alto valor de sua RUPd. Apesar de estar na atual função há pelo menos 2 anos, o pedreiro o fato de morar em uma cidade vizinha pode ter prejudicado o seu desempenho diário. No entanto, a sua RUP Pot (ao longo do tempo de medição da produção) não foi o pior resultado.

O pedreiro 1 apresentou um pior desempenho ao longo do tempo, devido a sua RUP Pot ser maior que as demais. Dos seus 26 anos de idade, há 4 anos trabalha na construção civil, executando a alvenaria em blocos de concreto apenas no último ano. Apresenta o grau de escolaridade bom, com ensino médio completo, e também mora em uma cidade vizinha.

Analisando os valores em conjunto e relacionando a um valor que pode ser usado como referência, fornecido pela TCPO (2010) cuja RUP média é de 0,70 Hh/m<sup>2</sup> (homem-hora por metro quadrado) para a alvenaria de vedação em blocos de concreto, de dimensões 14x19x39 cm. O valor obtido para a RUP potencial variou de 0,72 a 0,79 Hh/m<sup>2</sup>, que é bem próximo aquele fornecido pela TCPO.

### 3. CONCLUSÃO

A partir da compilação e análise dos dados obtidos a partir da aplicação dos questionários, aos funcionários de uma obra de construção civil na cidade de Maringá – PR, foi possível identificar o perfil dos trabalhadores na obra em questão. Observou-se que a maioria dos entrevistados está na faixa etária de 21 a 30 anos. O grau de escolaridade apresenta dois picos opostos: 41,67% dos entrevistados possuem o ensino médio completo, enquanto que 30,56 % não concluíram o ensino fundamental. Cerca de 58% dos entrevistados possuem casa própria. Esses fatores podem indicar uma melhoria de vida proporcionada atualmente pelo setor. A atração da demanda de mão de obra na construção civil é visualizada na quantidade de funcionários novos e inexperientes contratados. Quase 25% dos operários não completaram um ano de experiência no setor. Mais de 80% dos trabalhadores aprendem a função que desempenham dentro da obra no próprio canteiro de obras.

O desempenho observado dos operários na obra foi bom, visto que a RUP potencial variou de 0,72 a 0,79 Hh/m<sup>2</sup>, dependendo de cada um dos pedreiros. Os pontos de picos elevados, acima da linha da RUP cumulativa, representam os dias de baixa produção na obra. Isso se deve a inúmeros fatores, sejam de falta de material, condições climáticas, e até mesmo falta de planejamento e gestão.

Pode-se concluir com a finalização do trabalho que o objetivo de determinar o perfil da mão de obra e a sua respectiva produtividade em uma obra localizada na cidade de Maringá-PR, no setor da construção civil, foi alcançado. Os resultados finais são apresentados através de bons índices, que constantemente devem ser melhorados através de inúmeras medidas que variam de dedicação por parte dos trabalhadores, ao treinamento especial de sua função em obra.

### AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Maringá (UEM) pela possibilidade de participação do Programa de Iniciação Científica e à construtora que gentilmente permitiu a realização do estudo em sua obra.

### REFERÊNCIAS

BESSER (2011). *The concrete century*. Disponível em: <<http://www.besser.com/100years/concretecentury.pdf#search=%22%22bloc%20machine%22%20besser%20history%20pdf%22>>. Acesso em: Março/13.

SOUZA, U.E.L., CARRARO, F. (1999) **Understanding blockwork labor productivity: the factor model approach. Managing the construction project and managing risk CIB W-65 The organization and management of construction: shaping theory and practice 8th International Symposium**, E. & F.N. Spon, London, pp.14-26.

*TCPO Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos: Engenharia Civil, Construção e Arquitetura - 13ª Edição. São Paulo: PINI, 2010.*

THOMAS, H.R., YAKOUMIS, I. (1987) **Factor model of construction productivity. Journal of Construction Engineering and Management**, ASCE, Vol.113, No.4. pp.623-39.

## ANEXO A

### Questionário de apoio

Observador: \_\_\_\_\_ Código da Obra: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Nome: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_ Escolaridade: \_\_\_\_\_

Natural de: \_\_\_\_\_ Profissão: \_\_\_\_\_

Atividades que desempenha dentro da profissão:

Funções anteriores:

Número de dependentes ou estado civil / no filhos??

Local de moradia: \_\_\_\_\_

Casa própria ( ) alugada ( )

Meio de transporte utilizado para deslocamento / tempo:

Permanência no Alojamento: [ ] Sim [ ] Não

Quais são os benefícios oferecidos pela empresa?

Tempo de trabalho:

Na construção civil: \_\_\_\_\_ Na função atual: \_\_\_\_\_

Na empresa: \_\_\_\_\_

É funcionário de: subempreiteira ( ) construtora ( )

Como aprendeu a profissão?

Tempo despendido para a formação em obra: \_\_\_\_\_

Fez cursos de treinamento? [ ] Não

[ ] Sim: \_\_\_\_\_

Se tivesse oportunidade, qual curso/treinamento gostaria de fazer?

Melhor período para fazer o curso?

Qual o melhor local para fazer o curso?

Porque escolheu trabalhar na Construção Civil?

Sua profissão é valorizada por amigos, parentes e colegas de trabalho?

Recomeçaria na Construção Civil?



III SEMINÁRIO DE  
ENGENHARIA CIVIL DA UEM

13 de Dezembro de 2013 – ISSN 2237-8219

## CONTRIBUIÇÃO DA ALVENARIA NO CONTRAVENTAMENTO DE ESTRUTURAS DE EDIFÍCIOS ALTOS

Lourival Zorzato de Matos Junior<sup>23</sup>

Nara Villanova Menon<sup>24</sup>

### RESUMO

As análises estruturais levam em conta vários parâmetros para decidir qual será o sistema estrutural mais adequado, que seja econômico e seguro, frente às variadas solicitações que podem ocorrer proveniente de diversas origens. A princípio, as principais ações que serão analisadas para dimensionamento de estruturas são de origem mecânica, resultado da ação gravitacional sobre a estrutura. De acordo com Souto (1993), a determinação das solicitações nos elementos estruturais é uma etapa indispensável que visa garantir economia e segurança. Os contraventamentos são elementos estruturais que deverão reduzir as deformações devido às ações horizontais reduzindo assim também a instabilidade e melhorando o comportamento da edificação. O presente trabalho consiste na análise de alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, submetidos a cargas laterais, com o auxílio do software SAP 2000, notando-se a diferença nas deformações apresentadas no edifício de 45 metros de altura, verificando assim a contribuição da alvenaria no contraventamento da edificação.

**Palavras-chave:** Estruturas de contraventamento. Estabilidade global. Edifícios altos.

---

<sup>23</sup> Acadêmico do Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Engenharia Civil-DEC, lourivalmatos@hotmail.com

<sup>24</sup> Prof. Dr., Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Engenharia Civil-DEC, nvmenon@uem.br

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo Santos (2007), nos últimos anos principalmente no Brasil houve uma mudança significativa na maneira de se construir, bem como analisar uma obra. As estruturas, na maioria em concreto armado, ficaram mais leves e flexíveis, devidos aos concretos com resistência cada vez mais elevada. Com a implementação no mercado e a crescente utilização de concreto bombeado, muito mais plástico, o módulo de elasticidade foi bastante influenciado, não acompanhando o incremento de resistência. Além disso, a necessidade de se oferecer recursos arquitetônicos e estruturais como, por exemplo, maiores vãos livres, menor utilização de pilares e vigas, balanços, etc. somados a necessidade cada vez maior da verticalização por questões financeiras fizeram com que engenheiros e outros profissionais voltassem suas atenções à estabilidade da edificação.

As análises estruturais levam em conta vários parâmetros para decidir qual será o sistema estrutural mais adequado, que seja econômico e seguro, frente às variadas solicitações que podem ocorrer proveniente de diversas origens. A princípio, as principais ações que serão analisadas para o dimensionamento em estruturas são de origem mecânica, resultado da ação gravitacional sobre a estrutura. De acordo com Souto (1993), a determinação das solicitações nos elementos estruturais é uma etapa indispensável que visa garantir economia e segurança.

De acordo com as características da edificação, certos parâmetros ganham mais importância, e por Souto (1993), é conhecido que com o aumento da altura de uma edificação, torna-se mais importante analisar seu comportamento diante das solicitações horizontais.

Tais solicitações são provenientes na maioria dos casos da ação dos ventos. Segundo Fusco (1981), considera-se a ação do vento nas estruturas, quando estas produzirem efeitos estáticos ou dinâmicos relevantes. Essa possibilidade existe de modo significativo nas estruturas apertadas com nós deslocáveis, que mudam de posição em função da flexão de suas barras. Sendo que no estudo da deslocabilidade das estruturas são desprezadas as eventuais variações de comprimento das barras.

Segundo Stamato (1978), do ponto de vista aerodinâmico levantam-se obstáculos ao conhecimento das pressões e dos efeitos dos ventos, que dependem da forma da construção, da posição de suas aberturas, das disposições arquitetônicas, da altura e densidade das construções vizinhas, da inércia e deformabilidade da construção.

Stamato (1978) ainda propõe uma solução simplista para o problema de distribuição das cargas do vento na edificação. Este critério é o das “faixas de carga”, que consiste na distribuição da carga por regiões de influência entre cada um dos pórticos usados na estrutura.

A norma que abrange esforços provenientes do vento é a ABNT NBR 6123 :1988, que tem por objetivo fixar condições para forças devidas à ação estática e dinâmica do vento. Para tanto, deve-se definir alguns conceitos e apresentar coeficientes importantes na determinação dos esforços providos do vento.

## 2. DESENVOLVIMENTO

Como já dito, o principal responsável pelos esforços horizontais que influenciam na estabilidade da edificação são devidos ao vento. A ABNT NBR 6123:1988 fixa condições para forças devida as ações estáticas e dinâmicas do vento. Para tanto deve-se definir alguns conceitos e apresentar coeficientes importantes na determinação dos esforços providos do vento.

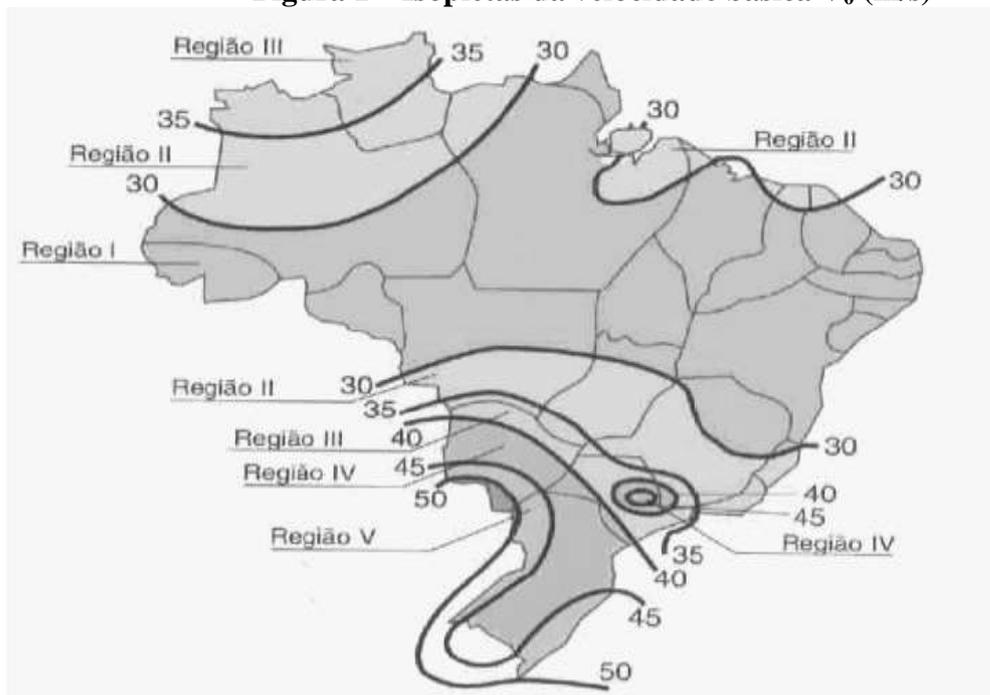
A velocidade característica do vento, apresentada na Equação (1) é a que se utiliza no cálculo da pressão dinâmica nas estruturas, obtendo-se através da multiplicação da velocidade básica por fatores de ajuste.

$$V_k = V_0 \cdot S_1 \cdot S_2 \cdot S_3 \quad (1)$$

Onde  $V_k$  é a velocidade característica do vento e  $V_0$  é a velocidade básica do vento que corresponde a uma rajada de 3 segundos excedida em média uma vez a cada 50 anos, com altura acima de 10 metros acima do terreno em campo plano e livre de obstáculos. Sua determinação pode ser feita com o auxílio do gráfico de isopletas apresentado na Figura 1, elaborado a partir de registros de diversas estações meteorológicas.

O fator  $S_1$  denomina-se fator topográfico, leva-se em consideração o relevo do terreno, constituídos por valores estipulados na literatura, bem como formulações de acordo com o tipo de topografia.  $S_2$  é o fator de rugosidade que segundo a ABNT NBR 6123: 1988, considera o efeito combinado da rugosidade do terreno, da variação da velocidade do vento com altura acima do terreno e das dimensões da edificação ou parte desta.

**Figura 1 – Isopletas da velocidade básica  $V_0$  (m/s)**



Fonte: SIQUEIRA (2001, apud PIGINI 2011)

Com a obtenção dos fatores apresentados no texto e na norma citada se pode determinar a pressão dinâmica do vento, correspondente a velocidade característica  $V_k$ , em condições normais de pressão (1 atm = 101320 Pa), de temperatura (15°) e pode ser descrita na Equação (2).

$$q = 0,613.V_k^2 \quad (2)$$

Sendo que a pressão dinâmica do vento apresentada em Newton por metro quadrado (N/m<sup>2</sup>) e  $V_k$  em metros por segundo (m/s).

Por fim consegue-se determinar a força total devido ao vento na estrutura através da Equação (3).

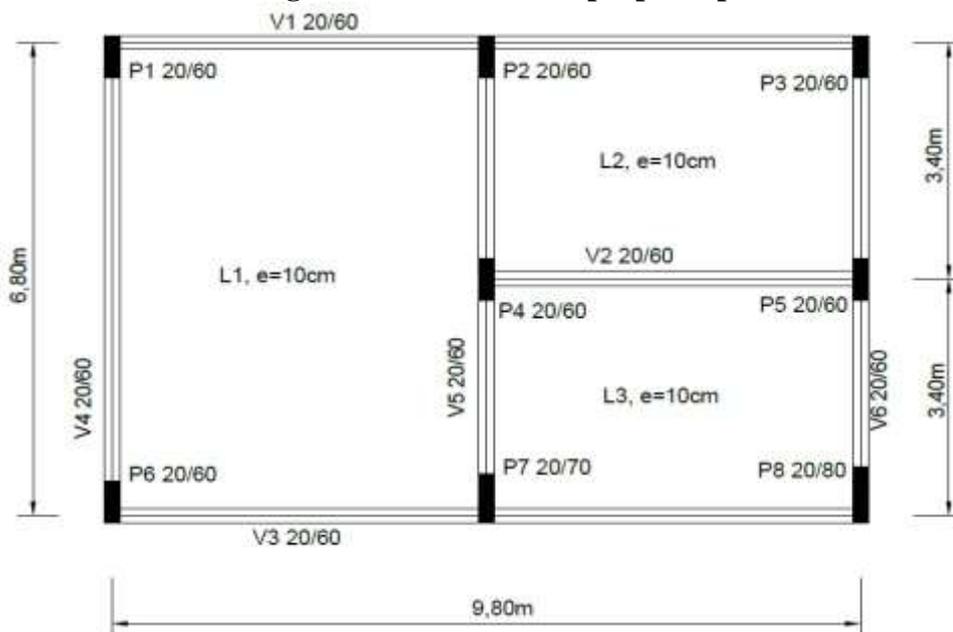
$$p = C_a \cdot q \cdot L \quad (3)$$

Onde  $p$  é a força uniformemente distribuída em KN/m,  $q$  é a pressão dinâmica apresentada anteriormente em m/s,  $L$  é a largura da fachada que sofre ação do vento e  $C_a$  é o coeficiente de arrasto determinado pela ABNT NBR 6123: 1988, com utilização de ábacos presentes na mesma.

## 2.1 Metodologia

O edifício escolhido para desenvolvimento deste estudo tem planta apresentada na figura 2, representa um prédio de 15 andares (térreo mais quatorze pavimentos) com dimensões de comprimento e largura de 7,0m por 10,0m e pé direito de 3,0m totalizando 45m de altura. Apesar da simplicidade apresentada na planta, o edifício abrange o apresentado pela ABNT NBR 6118: 1988 item 3.1.1.3, que estabelece que se devam considerar as ações do vento nas estruturas em que as forças provocadas pelo mesmo possam causar efeitos estáticos ou dinâmicos consideráveis e obrigatoriamente em estruturas que apresentem nós deslocáveis nas quais a razão de altura por largura menor seja superior a 4, ou em que, em uma dada direção o numero de filas de pilares seja menor que 4.

**Figura 2 – Planta baixa proposta para estudo**



Fonte: RAMIREZ (1993).

Para modelagem computacional, determinou-se os parâmetros relacionados às características dos materiais, sendo,  $f_{ck}$  do concreto igual a 30 Mpa, coeficiente de Poisson de 0,2 e módulo de elasticidade de 25,6 GPa. Para o módulo de elasticidade da alvenaria buscou-se na literatura encontrando um valor coerente em Santos (2007) de 1,75 GPa.

Foi considerado no estudo, o vento agindo perpendicularmente nas fachadas maior e menor e determinou-se os esforços segundo a ABNT NBR 6123: 1988 – Forças devido ao vento em edificações.

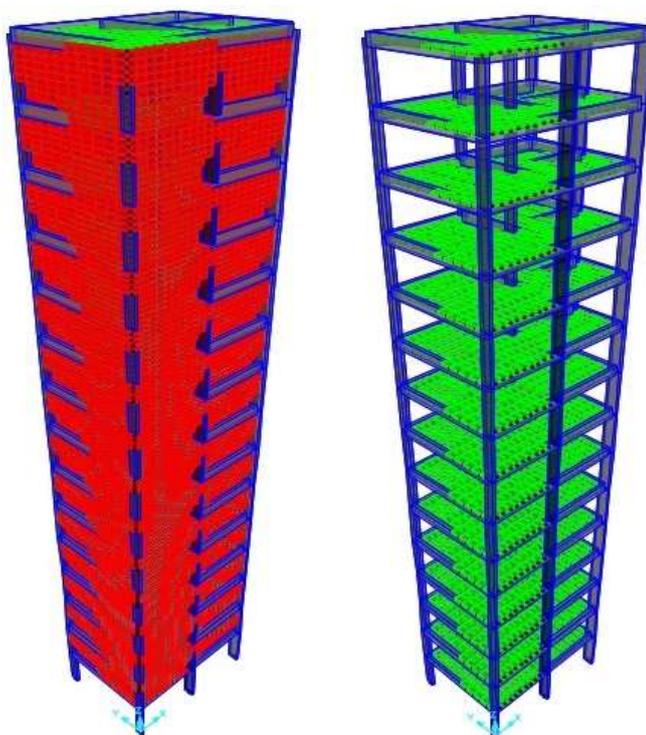
Para determinação da carga total do vento utilizou-se do método simplista proposto por Stamato (1978), o critério das faixas de carga.

Para efeito de comparação e posterior conclusão do resultado obtido com a utilização de alvenaria com estruturas de contraventamento utilizou-se dos valores referentes à deformação da edificação, para obtenção de tais valores utilizou-se do software SAP2000 V15, que é um programa de elementos finitos, que possui interface 3D, que realiza a modelação, análise e dimensionamento

de problemas de engenharia de caráter estrutural. Simularam-se os carregamentos nas duas fachadas adotando afim de comparação um sistema porticado composto por pilares, vigas e lajes com alvenaria e um sem alvenaria, como mostrado na Figura 3, verificando assim a deformação para ambos.

Para melhor compreensão do modo que as cargas e deformações foram consideradas neste projeto, entende-se como eixo X aquele paralelo à maior fachada, o que significa que quando a carga foi aplicada neste eixo, ela estava agindo diretamente sobre a menor dimensão da edificação. De forma análoga, quando o carregamento foi disposto no eixo Y, significou este atuando sobre a maior fachada, isto é a perpendicular.

**Figura 3 – Esquema da edificação com e sem alvenaria**



No próprio SAP2000 foi feito os modelos com os carregamentos previamente calculados, como apresentado nas figuras 4 e 5.



### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para efeito de comparação das estruturas com e sem alvenaria, a fim de se determinar o efeito da própria no contraventamento de edifícios, utilizou-se do recurso apresentado pelo SAP2000 V15 que fornece as deformações da edificação devido ao efeito das ações horizontais. Desta forma obtiveram-se as tabelas 1 e 2.

**Tabela 1 – Carga e deformação das estruturas com e sem alvenaria na direção de maior fachada (Y)**

Pavimento	Carg. Hor. Em Y (KN)	Deformação em Y s/ Alvenaria (m)	Deformação em Y c/ Alvenaria (m)
15	22,88	0,1115	0,0079
14	45,76	0,1078	0,0078
13	45,76	0,1034	0,0076
12	45,76	0,0984	0,0074
11	45,76	0,0927	0,0071
10	45,76	0,0863	0,0068
09	45,76	0,0792	0,0065
08	45,76	0,0716	0,0061
07	45,76	0,0624	0,0057
06	45,76	0,0546	0,0053
05	45,76	0,0454	0,0048
04	45,76	0,0358	0,0043
03	45,76	0,0258	0,0038
02	45,76	0,0157	0,0033
01	45,76	0,0060	0,0027

**Tabela 2 – Carga e deformação das estruturas com e sem alvenaria na direção de menor fachada (X)**

Pavimento	Carg. Hor. Em Y (KN)	Deformação em X s/ Alvenaria (m)	Deformação em X c/ Alvenaria (m)
15	14,27	0,1345	0,0163
14	28,53	0,1320	0,0160
13	28,53	0,1285	0,0158
12	28,53	0,1240	0,0155
11	28,53	0,1185	0,0152
10	28,53	0,1120	0,0148
09	28,53	0,1046	0,0145
08	28,53	0,0962	0,0141
07	28,53	0,0869	0,0138
06	28,53	0,0767	0,0134
05	28,53	0,0656	0,0129
04	28,53	0,0536	0,0125
03	28,53	0,0408	0,0121
02	28,53	0,0273	0,0117
01	28,53	0,0130	0,0112

Algumas observações podem ser feitas na comparação das tabelas e figuras mostradas. Uma delas é referente às cargas e nota-se que nas tabelas as cargas aparecem como a soma dos três

valores de cargas aplicada no correspondente pavimento, observando também que nas figuras as cargas aparecem em tonelada força (tf) unidade usada na configuração do programa SAP 2000, enquanto que nas tabelas esses valores são apresentados em quilo Newton (KN), por conversão uma vez que as novas normas apresentam esta unidade para representar cargas.

Desta maneira com os resultados apresentados, consegue se construir a Tabela 3, que compara as deformações para estruturas porticada com e sem alvenaria de vedação. Algumas observações podem ser feitas na comparação das tabelas e figuras mostradas. Uma delas é referente às cargas e nota-se que nas tabelas as cargas aparecem como a soma dos três valores de cargas aplicado no correspondente pavimento, observando também que nas figuras as cargas aparecem em tonelada força (tf) unidade usada na configuração do programa SAP 2000, enquanto que nas tabelas esses valores são apresentados em quilo Newton (KN), por conversão uma vez que as novas normas apresentam esta unidade para representar cargas.

Algumas observações podem ser feitas na comparação das tabelas e figuras mostradas. Uma delas é referente às cargas e nota-se que nas tabelas as cargas aparecem como a soma dos três valores de cargas aplicado no correspondente pavimento, observando também que nas figuras as cargas aparecem em tonelada força (tf) unidade usada na configuração do programa SAP 2000, enquanto que nas tabelas esses valores são apresentados em quilo Newton (KN), por conversão uma vez que as novas normas apresentam esta unidade para representar cargas.

Consegue-se dessa forma avaliar a funcionalidade da alvenaria como estrutura de contraventamento.

**Tabela 3 – Comparação de deformações para estruturas sem e com alvenaria**

Pavimento	Deformação em Y s/ Alvenaria (m)	Deformação em Y c/ Alvenaria (m)	Deformação em X s/ Alvenaria (m)	Deformação em X c/ Alvenaria (m)
15	0,1115	0,0079	0,1345	0,0163
14	0,1078	0,0078	0,1320	0,0160
13	0,1034	0,0076	0,1285	0,0158
12	0,0984	0,0074	0,1240	0,0155
11	0,0927	0,0071	0,1185	0,0152
10	0,0863	0,0068	0,1120	0,0148
09	0,0792	0,0065	0,1046	0,0145
08	0,0716	0,0061	0,0962	0,0141
07	0,0624	0,0057	0,0869	0,0138
06	0,0546	0,0053	0,0767	0,0134
05	0,0454	0,0048	0,0656	0,0129
04	0,0358	0,0043	0,0536	0,0125
03	0,0258	0,0038	0,0408	0,0121
02	0,0157	0,0033	0,0273	0,0117
01	0,0060	0,0027	0,0130	0,0112

#### 4. CONCLUSÃO

Foram efetuadas análises numéricas a fim de comparar uma estrutura de edifício sem computar a alvenaria de vedação e outra onde esta foi considerada. Na análise onde foi considerada a alvenaria como elemento estrutural os resultados das comparações das flechas horizontais no último pavimento, quando observados os efeitos nos eixos X e Y, aumentou a rigidez do edifício em estudo em 12,1% no eixo X e 7,1% no eixo Y. Na literatura, todos os estudos efetuados sejam em

estruturas metálicas ou de concreto o aumento da rigidez também foi verificado. Entretanto, este tipo de contraventamento não pode ser computado, pois não é um procedimento normalizado.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6118**: Projeto de Estruturas de Concreto. Rio de Janeiro, 1980.

\_\_\_\_. **ABNT NBR 6123**: Forças Devidas ao Vento em Edificações. Rio de Janeiro, 1988.

BASTOS, P. S. S. **Pilares em concreto armado** – Notas de Aula. 2005. UNESP. Departamento de Engenharia Civil. Bauru, SP. 2005.

FUSCO, P. B. **Estruturas de concreto** – Solicitações Normais. 1. Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1981.

SANTOS, E. M. **Influência da alvenaria no comportamento Estrutural de Edifícios Altos de Concreto Armado**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Católica de Pernambuco – Recife, 2007.

STAMATO M. C. **Distribuição das cargas de vento entre os painéis de contraventamento**. 1978. Universidade de São Paulo, São Carlos, 1978.

SOUTO, A. K. **Análise de Estruturas de Edifícios Altos Submetidos a Carregamentos Horizontais e Verticais**. 1993. 133 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Porto Alegre, 1993.



## **ESTUDO INVESTIGATIVO DA SITUAÇÃO DOS LOTEAMENTOS BELA VISTA I E BELA VISTA II EM MARINGÁ-PR QUANTO À INFRAESTRUTURA**

**Sergio Tunis Martins Filho**<sup>25</sup>

**Claudia Regina Grégio d'Arce Filetti**<sup>26</sup>

**Erivelto Alves Prudencio**<sup>27</sup>

### **RESUMO**

Maringá na década de 1990 observou-se ampla aprovação de loteamentos além de seu limite urbano. Esses loteamentos apresentavam carências de infraestrutura urbana gerando demandas que até a atualidade não foram completamente resolvidas. O objetivo do presente trabalho foi proceder uma investigação no loteamento Bela Vista 1 e 2 quanto a situação atual da infraestrutura (iluminação, vias de tráfego, abastecimento de água e sistema de esgoto) analisando a adequação destes com as diretrizes estabelecidas no Plano Diretor Municipal de Maringá e na Lei de Parcelamento do Solo do município. Seu desenvolvimento abrangeu as seguintes etapas metodológicas: Levantamento de referencial teórico que fundamentou a elaboração dos instrumentos de investigação e as discussões, com destaque para Estatuto da Cidade (2002), Plano Diretor do município de Maringá, Lei de Parcelamento do Solo, normas técnicas e pesquisas que versam sobre a execução de obras de infraestrutura; elaboração dos instrumentos de investigação para coleta das informações necessárias para analisar a situação atual do loteamento quanto a infraestrutura. Os resultados mostram que ainda encontram-se irregulares, segundo as leis que regem o parcelamento do solo no que se refere a infraestrutura do município, são: o sistema de esgoto, e as vias de tráfego, mesmo após quase duas décadas da implantação do loteamento. Tais irregularidades acarretam transtornos aos moradores. Cabe aos órgãos gestores, desenvolver estratégias e ações que venham a garantir o disposto na constituição Federal: o direito do cidadão à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer e assim, estabelecer ações de melhorias a serem executadas pelo órgão público na pavimentação, aplicando pavimento asfáltico, pois este acarreta inúmeros problemas na vivência dos moradores, e junto executar as guias sarjetas, galerias de águas pluviais, e em seguida a implantação de sistema de coleta de esgoto, que é item fundamental do saneamento básico.

**Palavras-chave:** Infraestrutura urbana, áreas periurbanas, loteamentos urbanos

---

<sup>25</sup> Acadêmico do Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Engenharia Civil-DEC, sergotunis\_st@yahoo.com.br

<sup>26</sup> Profa. Dra., Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Engenharia Civil-DEC, claudiafiletti@yahoo.com.br

<sup>27</sup> Acadêmico do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Engenharia Civil-DEC, erivelto.geo@gmail.com

## 1. INTRODUÇÃO

O planejamento urbano é responsável por coordenar, desenvolver e implantar planos, programa e projetos que atendam as necessidades da população. Também cabe aos órgãos gestores do município, a fiscalização e monitoramento do desenvolvimento urbano do município, de forma a fazer cumprir as normas exigidas pela legislação estabelecida pelo Plano Diretor do município (FILETTI e QUEIROZ, 2002).

O Plano Diretor é uma lei municipal que estabelece diretrizes para o crescimento ordenado da cidade, sendo um instrumento básico da política de desenvolvimento que deve identificar e analisar as características, os problemas e as potencialidades de cada cidade. Ele é composto por um conjunto de regras básicas sobre o que é permitido ou não em cada parte da cidade e faz parte de um processo de discussão pública que analisa e avalia a cidade atual para se planejar melhores condições de vida para a população futura. (BRASIL, 2002)

Também é objetivo do Plano Diretor direcionar a forma de crescimento da cidade através de uma visão coletiva e com o princípio de preservar os recursos naturais do local.

Percebe-se cada vez mais que a expansão e o desenvolvimento de áreas urbanas levam a um processo de construção do espaço, em que as estratégias se modificam de acordo com os interesses de cada grupo, principalmente nas esferas estatal e privada, que são responsáveis diretas pela produção de moradias.

Assim, o não planejamento pode acarretar em sérios problemas em relação à infraestrutura urbana (pavimentação, redes de água e esgoto, redes de energia e telefonia, serviços de coleta de lixo, correio, transporte, educação, saúde, áreas destinadas a lazer, dentre outras), desses locais (PRUDENCIO e FILETTI, 2012).

Maringá conheceu na década de 1990, um aumento na aprovação de novos loteamentos se comparadas a décadas anteriores, que promoveram o surgimento de bairros distantes da área urbana, alguns sem regulamentação de lei, até o ano de 2001 (MENEGUETTI, 2007).

Dentre estes loteamentos encontram-se os loteamentos Bela Vista 1 e o Bela Vista 2, como mostra a reportagem publicada em 03 de junho de 2001 do jornal local O Diário Norte do Paraná, sobre os transtornos vividos por moradores desses loteamentos pela falta de infraestrutura.

Desta forma, este trabalho visa verificar a adequação da infraestrutura dos loteamentos Bela Vista 1 e Bela Vista 2 com relação às diretrizes estabelecidas no Plano Diretor Municipal de Maringá e na Lei de Parcelamento do Solo do município sob aspecto técnico e, também, verificar a satisfação dos moradores quanto aos itens investigados.

## 2. DESENVOLVIMENTO

Pautado nas Leis de uso e ocupação do solo de Maringá, Lei Complementar 334/1999 e Lei Complementar 889/2011 que determinam que loteamento abertos e fechados devem possuir os serviços e obras de infraestrutura: rede de abastecimento de água potável, sistema de coleta e tratamento de esgoto, rede compacta ou subterrânea de distribuição de energia, rede rebaixada de iluminação pública, pavimentação asfáltica nas vias de circulação e de acesso ao loteamento, incluindo a construção de guias e sarjetas, arborização dos passeios e canteiros centrais, determinou-se os tópicos a serem investigados.

Também foram utilizadas as normas técnica da NTC 810044 (braços de iluminação pública), NTC 841050 (projeto de iluminação pública) e Manual de iluminação pública.

Elaborou-se uma lista de verificação (*checklist*) (Quadro 1). A lista de verificação é um instrumento de investigação utilizado para a indicação sobre a presença ou ausência de certos elementos no desempenho avaliado, permitindo, também que sejam registrados elementos que conduziram a um determinado julgamento por parte do observador (permitindo assim criar condições mais objetivas para a reapreciação dos fatos ocorridos).

**Quadro 2.1: Lista de Verificação aplicada nos loteamentos Bela Vista 1 e 2**

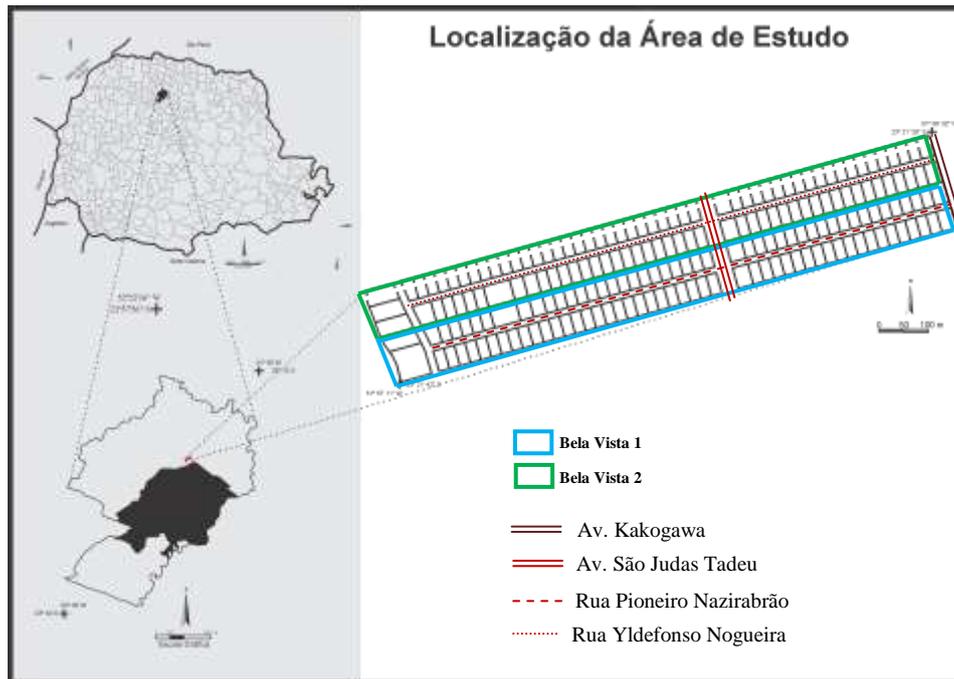
<b>ILUMINAÇÃO</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	<b>OBSERVAÇÃO</b>
<b>ACESSO</b>			
EXISTE ILUMINAÇÃO			
ARRANJO UNILATERAL DAS LUMINÁRIAS			
ALTURA PONTO DE LUZ (3 METROS)			
<b>DENTRO DO CONDOMINIO</b>			
EXISTE ILUMINAÇÃO			
ARRANJO UNILATERAL DAS LUMINARIAS			
ALTURA PONTO DE LUZ (3 METROS)			
INTERVALOS ENTRE POSTES (30 A 40 METROS)			
<b>SANEAMENTO</b>			
ABASTECIMENTO DE ÁGUA			
COLETA DE LIXO			
COLETA DE ESGOTO			
DESCARTE DE LIXO EM TERRENOS			
ACUMULO DE ÁGUA			
<b>VIAS DE TRAFEGO</b>			
PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA			
PASSEIOS LATERAIS (2,5 metros)			
VIA CARROÇÁVEL (7 metros)			
GALERIAS DE ÁGUA PLUVIAL			
EROSÃO			
PONTO DE ONIBUS			
GEOMETRIA VIARIA(largura total 12 metros)			
<b>ÁREA DE RECREAÇÃO</b>			
ÁREA DESTINADA ( 5,0% da área total)			
ÁREA DE LAZER			

Foram realizadas visitas no local para o levantamento dos dados e informações e utilizou-se registros fotográficos para documentar os itens verificados.

Os loteamentos Bela Vista 1 e Bela Vista 2 fazem parte da Zona 53 do Município de Maringá/PR, possuem juntos 188 lotes com área total de 359.729,38m<sup>2</sup>, localizado entre as coordenadas geográficas de latitude e longitude (23°21'36.94"S, 51°57'13.00"O) e (23°21'37.34"S, 51°56'30.78"O) respectivamente. Os loteamentos estão localizados externos a área urbana do município de Maringá, na região norte de Maringá, na sequencia da Avenida Kakogawa, no sentido centro – bairros, após adentrar a via da Avenida Kakogawa que não possui pavimentação asfáltica, percorrendo aproximadamente 1200m. A Figura 1 apresenta a localização dos loteamentos Bela Vista 1 e Bela Vista 2.

Devido os loteamentos possuírem a mesma característica estrutural, bem como do perfil dos moradores, a análise dos resultados foi realizada unificando os dois loteamentos, Bela Vista 1 e Bela Vista 2 em loteamento Bela Vista.

**Figura 1 – Localização da área de estudo**



### 3. RESULTADOS

Nas vistorias realizadas no loteamento verificou-se a existência de iluminação pública tanto no loteamento como nas vias de acesso, assim buscou-se analisar se foram cumpridos os dispostos pela NBR 5101/92 para implantação deste serviço. A Figura 2 retrata a rua Pioneiro Nazirabrão e a avenidas São Judas Tadeu e a Figura 3 mostra o serviço de iluminação nas ruas de acesso ao loteamento. (Avenida Kakogawa).

**Figura 2- (a) Ponto de Luz das ruas do loteamento e (b) na Avenida São Judas, que cruza o loteamento.**



**Figura 3 – Iluminação na Avenida Kakogawa**



Observa-se que a avenida de acesso ao loteamento possui ponto de luz de 8 metros para suporte tipo BR-2 (Figura 3), e a disposição das luminárias são enquadradas em arranjo bilateral, conforme indica a norma, embora só esteja executada uma lateral da iluminação, devido a futuras modificações na lateral da via.

Para as vias internas ao loteamento (Ruas Pioneiro Nazirabrão e Yldefonso Nogueira), a altura do ponto de luz é de 3 metros com suporte tipo braço para iluminação pública rebaixada e a disposição das luminárias ocorre em arranjo unilateral estando em concordância com o estabelecido pela NBR 5101/92.

Todas as lâmpadas instaladas nos loteamentos em estudo são de vapor de sódio em alta pressão, como especificadas na NTC (Norma Técnica COPEL) 810040.

A avenida interna ao loteamento (Figura 2b), possui as duas laterais da via com iluminação executada, apresentando assim disposição bilateral como instrui a NBR5101/92. A altura do ponto de luz é de 8 metros com suporte tipo BR-2, estando em concordância com a Norma.

Quanto as vias de tráfego, segundo a o Art. 16 da Lei Complementar n.889/2011 todos os loteamentos urbanos abertos ou fechados deverão possuir revestimento com pavimentação asfáltica nas pistas de rolamento das vias de circulação e de acesso do loteamento, incluindo a construção de guias e sarjetas, de acordo com as normas do órgão municipal competente e o estabelecimento na Lei do Sistema Viário Básico do Município, possuindo também contra piso de concreto em uma faixa de 0,6 m de largura localizada junto ao meio fio dos passeios laterais, exceto nos canteiros centrais e guia rebaixada nas esquinas das quadras, de acordo com as normas de acessibilidade e com a legislação municipal pertinente em vigor.

Em visitas realizadas no loteamento em estudo, foi possível observar que ambos os loteamentos não estão em concordância com o estabelecido pela Lei complementar que rege o parcelamento do solo do município. Não há pavimentação asfáltica, nem guias e sarjetas. Mesmo o cascalhamento encontra-se pouco conservado de forma que há muitas irregularidades no pavimento.

Quanto a largura das vias, a mesma Lei estabelece, que para loteamentos implantados a partir da data da aprovação desta, que as ruas devem conter largura de 16 metros, sendo 8 metros para pista de rolamento e passeios em ambas as laterais com 4 metros. Cabe ressaltar que o loteamento em estudo é anterior a esta Lei Complementar, devendo seguir as prescrições da Lei Complementar 334/1999 que estabelece que as áreas de uso comum destinadas a vias de acesso deverão ter larguras mínimas de 12,00 metros, sendo 7,00 metros para o leito carroçável e 2,50 metros de passeio para cada lateral, quando as edificações estiverem dispostas em ambos os lados do corredor de acesso.

Durante as vistorias realizadas *in loco*, foram realizadas medições da geometria da via em vários locais e observou-se que estas mantém um valor aproximado de 7 metros para o leito carroçável e aproximadamente 2,5 para cada passeio, o que viabiliza a implantação da infraestrutura sem transtornos de abertura de área e possíveis relocações de lotes.

Observou-se também o acúmulo de água citado pelos moradores, formando barro em diversas partes do loteamento em dias de chuva, tanto no acesso quanto dentro do loteamento

Figura 4), foi possível observar também irregularidade no pavimento das vias, com inúmeras “panelas”. Buracos estes que tornam o transito interno aos loteamentos com fluxo dificultoso.

**Figura 4- Registro do empossamento e panelas(buracos) no pavimento do condomínio Bela Vista.**



Notou-se a inexistência de galerias de águas pluviais (Figura 5), estando também este item em contraposição a Lei Complementar n.899/2011 em seu Art.16, e também na Lei Complementar n.334/99 em vigor no período de execução dos loteamentos, ambas estabelecem que tanto nos loteamentos urbanos abertos ou fechados é obrigatória a execução de rede de drenagem de águas pluviais, aprovadas pelo órgão municipal competente.

**Figura 5 – Desnível do terreno do Loteamento Santa Marina, Maringá, PR**



Observou-se nas visitas que a maioria dos problemas em relação a enxurradas e a erosões ocorrem no final do loteamento, pois nesses locais o nível do terreno é mais baixo e a declividade é mais acentuada, em torno de 6,35%.

Sabe-se que a falta de guias, sarjetas, galerias de águas pluviais e pavimentação contribuem para a ocorrência de processo erosivo, principalmente nos casos em que a condução das águas pluviais é longitudinal às vias, caso do loteamento Bela Vista. Cabe ressaltar que no final da vertente, está presente o córrego Mandacaru, desta forma além do processo erosivo também podem ocorrer assoreamento, turbidez da água, morte da fauna e da flora, arrastamentos de solo para locais com terrenos férteis, entre outros impactos ambientais.

A Lei complementar prevê que na impossibilidade da interligação das galeria de águas pluviais de um loteamento com a rede existente é obrigatória a execução de emissário ate um curso de água, com dissipador de energia na sua extremidade, conforme projeto aprovado pelo órgão municipal competente.

O abastecimento de água da cidade de Maringá é realizado por uma única concessionária a Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR). Cabe a entidade concessionária custear, executar e manter as redes de infraestrutura obrigatórias para o loteamento.

A SANEPAR obteve a concessão dos serviços de água e esgoto de Maringá em 1980, para atender a demanda, a concessionária utiliza não somente águas fluviais provenientes do Rio Pirapó com vazão de 3600 m<sup>3</sup>/h, mas também um sistema alternativo de poços semi-artesianos, controlados pela mesma que utiliza o aquífero Serra Geral com vazão de até 550 m<sup>3</sup>/h.

Segundo diagnóstico realizado pela empresa “AMPLA, consultoria e planejamento” para a prefeitura do Município, o Rio Pirapó, quando na época de cheias apresenta um alto índice de turbidez e considerável risco de contaminação de suas águas em decorrência de intenso tráfego de cargas perigosas nas estradas que cortam a bacia, além da grandiosidade de assoreamento pós cheias. Ainda no tocante à qualidade das águas tanto do Rio Pirapó quanto de seus afluentes, toda a área de drenagem da bacia hidrográfica vem apresentando degradação devido aos lançamentos de esgotos e do cultivo de lavouras de diversificada cultura. O sistema de abastecimento conta com Estação de Tratamento de Água e 21 reservatórios com capacidade total de 39.470 m<sup>3</sup>. A rede possui aproximadamente 1810 km.

Quanto ao sistema de esgoto, de acordo com o IBGE (2010) a cidade de Maringá-PR, possui sistema público de esgoto sanitário, o qual atende uma população de 304.627 habitantes, o que correspondente a uma cobertura de 87,26% considerando a população urbana total do município. Os loteamentos Bela Vista 1 e 2 encontra-se entre os 12,74% da cidade que não conta com este serviço. Observou-se em campo o uso de fossa séptica.

A fossa séptica é um dispositivo de tratamento de esgoto destinado a receber a contribuição de um ou mais domicílios, e com capacidade de dar aos esgotos um grau de tratamento compatível com a sua simplicidade e custo. Deve ser construída em concreto ou alvenaria de tijolo, atendendo às condições de segurança, durabilidade, estanqueidade e resistência às agressões químicas dos despejos. Poderá ainda ser adquirida pronta em concreto pré-moldado. O tamanho da fossa séptica depende do número de pessoas da moradia. Ela é dimensionada em função de um consumo médio de 200 litros de água por pessoa, por dia. Porém sua capacidade nunca deve ser inferior a mil litros.

A localização da fossa séptica e do sumidouro deve respeitar as distâncias mínimas estabelecidas pela NBR 7229/1993 da ABNT, sendo 1,50 metros dos limites do terreno, 1,50 metros das edificações e 1,50 metros entre a fossa séptica e o sumidouro. Não foi possível a verificação desses fatores uma vez que os moradores não permitiram o acesso as residências.

#### **4. CONCLUSÃO**

Por meio deste trabalho, foi possível observar que com relação aos itens de infraestrutura estudados (iluminação pública, vias de tráfego, abastecimento de água e sistema de esgoto), apresentam mesmo depois de quase duas décadas de sua implantação com irregulares, segundo as leis complementares que regem o parcelamento do solo do município, o sistema de esgoto, e as vias de tráfego. Tais irregularidade acarretam transtornos aos moradores.

Cabe aos órgãos gestores, desenvolver estratégias e ações que venham a garantir o disposto na constituição Federal: o direito do cidadão à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer e assim, estabelecer ações de melhorias a serem executadas pelo órgão público na pavimentação, aplicando pavimento asfáltico, pois este acarreta inúmeros problemas na vivência dos moradores, e junto executar as guias sarjetas, galerias de águas pluviais, e em seguida a implantação de sistema de coleta de esgoto, que é item fundamental do saneamento básico.

## REFERÊNCIAS

ANEEL. **Nota técnica nº 021/2011-SRC/ANEEL**, de 25 de agosto de 2011. Disponível em: <[www.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2011/049/documento/nt-021.2011art218.pdf](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2011/049/documento/nt-021.2011art218.pdf)>. Acesso em: julho de 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **NBR 5101: Iluminação pública**. Rio de Janeiro, 1992.

BRASIL. **Estatuto da Cidade: guia para implementação pelos municípios e cidadãos**. 2 ed. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 2002.

COPEL. **MANUAL DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA. Guia para os municípios**. Fevereiro de 2012. Disponível em: <[www.copel.com/](http://www.copel.com/)> Acesso em: julho de 2013.

COPEL. **Manual de instruções comerciais nº 14 – Módulo 6: Iluminação Pública**. Documento interno. 2009.

FILETTI, C. R. G. D., QUEIROZ, D. E. Ação dos agentes na expansão irregular de Maringá. **Geonotas**. Maringá, v.6, n. 3. 2002.

FILETTI, C. R. G. D., PRUDENCIO. Implicações da implantação de loteamentos distantes da área urbana no planejamento urbano no município de Maringá – PR. In: SIMPOSIO DE POS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA, 3. 2012, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 2012. Disponível em: <<http://www.eventos.uem.br/index.php/simpgeu/simpgeu/paper/view/877/558>>. Acesso em: 18 de junho 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Rio de Janeiro: IBGE, **Senso Estatístico do município de Maringá**, 2010.

MARINGÁ: **Lei Complementar Municipal n. 334/99**. Disponível em: <[http://sapl.cmm.pr.gov.br:8080/sapl\\_documentos/norma\\_juridica/591\\_texto\\_integral](http://sapl.cmm.pr.gov.br:8080/sapl_documentos/norma_juridica/591_texto_integral)>. Acesso em 26/04/2013.

MARINGÁ: **Lei Complementar Municipal n. 889/11**. Disponível em: <[http://sapl.cmm.pr.gov.br:8080/sapl\\_documentos/norma\\_juridica/11040\\_texto\\_integral](http://sapl.cmm.pr.gov.br:8080/sapl_documentos/norma_juridica/11040_texto_integral)> Acesso em 26/04/2013.

PRUDENCIO, E. A. **Implicação da implantação de condomínios distantes da área urbana no planejamento urbano do município de Maringá, PR**. 2008. Monografia de Especialização. Universidade Estadual de Maringá. Maringá-PR.



III SEMINÁRIO DE  
ENGENHARIA CIVIL DA UEM

13 de Dezembro de 2013 – ISSN 2237-8219

## IDENTIFICAÇÃO DE PATOLOGIAS EM EDIFICAÇÕES NO CAMPUS SEDE DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ

**Kalliana Sayuri Sogabe<sup>28</sup>**

**Cristhiane Michiko Passos Okawa<sup>29</sup>**

### RESUMO

As patologias das construções comprometem a qualidade e a estética da edificação, podendo ainda, dependendo de sua gravidade, colocar em risco os ocupantes da edificação. Este trabalho tem como objetivo a identificação de algumas patologias em edificações no campus sede da UEM, suas prováveis causas e soluções. Para identificar as patologias foram feitas visitas aos locais, adotando o método de observação direta e avaliação qualitativa, e foram feitos registros fotográficos para mostrar os problemas patológicos. Conclui-se que a maioria das patologias foi causada pela umidade e também que a falta de manutenção periódica agrava o aparecimento das patologias, por isso é muito importante que seja elaborado um plano de manutenção, levando assim a uma maior conservação das edificações, diminuindo o custo para recuperação da patologia e reduzindo seu surgimento e sua intensidade.

**Palavras-chave:** Danos em prédio público. Manutenção de edificações. Construções com problemas UEM.

---

<sup>28</sup> Acadêmica do Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Engenharia Civil-DEC, kallyss@gmail.com

<sup>29</sup> Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>., Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Engenharia Civil-DEC, cmpokawa@uem.br

## 1. INTRODUÇÃO

A preocupação com a qualidade das edificações nem sempre é considerada no projeto e na execução. Sabe-se que 55% das manifestações patológicas têm sua origem em falhas de projeto, 31% em falhas de execução e 11% em defeitos dos materiais (SABBATINI, 2003). Por outro lado, quando se faz um projeto mais eficiente, utilizando-se de ferramentas, podem-se prever com antecedência possíveis erros, como por exemplo, a sondagem do solo evitando um futuro recalque.

A falta de cuidado no projeto e na execução aumenta a probabilidade de ocorrência de manifestação patológica, o que acarreta aumento de custo por retrabalho, correção ou manutenção posterior.

A falta de manutenção preventiva também acarreta aparecimento de patologias. Fazendo-se uma manutenção periódica há um ganho substancial, onde se diminuem os gastos com futuros problemas patológicos. Um plano de manutenção pode ser concebido para evitar a ocorrência de patologias.

Com o aumento da tecnologia e o crescimento da construção civil, fica evidente que se deve aumentar a responsabilidade quanto aos cuidados tanto no ato da construção quanto na manutenção das edificações. Para poder identificar e analisar os problemas que possam afetar as obras é importante ter-se um conhecimento em patologias. Uma patologia pode ser apenas superficial, afetando apenas a estética da edificação como pode ser também extremamente prejudicial levando a construção até ao colapso, colocando em risco a vida humana. Então a importância de se estudar este assunto.

Dentro desse contexto, o objetivo desse trabalho é identificar e propor soluções para as patologias existentes em algumas edificações do campus sede da UEM.

## 2. DESENVOLVIMENTO

Nessa seção, são descritos os métodos, os resultados e a discussão dos resultados.

### 2.1. Métodos:

A pesquisa realizada é de caráter exploratório e foi desenvolvida de acordo com a seguinte metodologia. Foi realizada uma visita prévia aos possíveis locais de estudo, a partir da qual se definiu a amostra a ser analisada. Foram selecionadas as seguintes patologias a ser identificadas no território do campus sede da UEM: bolor ou mofo, fissura mapeada, trincas, exposição de armadura e eflorescência.

Definido o objeto de estudo, foram realizadas visitas técnicas a cada edificação pré-selecionada a ser analisada, para observação das patologias existentes, registrando os sintomas, sua localização e relacionando a profilaxia. Devido a não disponibilidade de instrumentos, estrutura, dinheiro e tempo, necessários para uma vistoria mais complexa, não foram realizados exames complementares (ensaios) e, portanto, não será possível esclarecer as causas das patologias identificadas. Portanto, essa pesquisa limita-se em identificar as patologias e descrever as profilaxias para cada uma, porém sem estabelecer a causalidade delas.

Foram realizados os registros fotográficos dos elementos e das manifestações patológicas e foram feitas entrevistas com os engenheiros da Prefeitura do Campus Universitário, além de se examinar alguns projetos disponíveis, das edificações já em uso no campus. Durante a vistoria técnica foram utilizados os sentidos humanos, como visão e tato.

A identificação das patologias e a descrição das profilaxias seguiram o que é recomendado na literatura, por Helene (1992), Lichtenstein (1986), Lima, Monteiro e Barkokébas (1998) e Bauer (2013).

## 2.2. Resultados e discussão:

Os resultados são aqui apresentados através de registro fotográfico e descrição das patologias encontradas no campus sede da Universidade Estadual de Maringá. A profilaxia será indicada, ainda que não se determine a causa do surgimento da patologia.

Uma das patologias identificadas foi o bolor, encontrada no Bloco A01 Anexo, conforme ilustrado na Figura 1. Observa-se que a base da parede encontra-se escurecida pelo bolor e com partes esverdeadas. Isso provavelmente se deve ao fato dessa parede ser externa à edificação e a incidência de chuva ou infiltração interna (LICHTENSTEIN, 1986). Na Figura 2, essa patologia foi encontrada no bloco almoxarifado, onde pode se notar o mofo devido ao escoamento do tubo de queda de águas pluviais.

**Figura 1: Patologia de bolor no bloco A01 Anexo no campus sede da UEM**



**Figura 2: Mofo na parede externa do Bloco Almoxarifado no campus sede da UEM**



Para efetuar a restauração dessas edificações, Segundo Lima, Monteiro e Barkokébas (1998), deve-se fazer uma manutenção periódica. Além de poder ser tratada com fungicidas adicionados à argamassa, o que inibe o surgimento do mofo causado pelos fungos, isso deve ser

feito antes do surgimento do fungo. Quando já existe o mofo, faz-se a limpeza do local com água e água sanitária ou detergente, além de lixar o mesmo para a retirada do bolor e em seguida a pintura, se necessário.

Na Figura 3, observa-se a patologia de fissura mapeada, encontrada no Bloco P02. Esta patologia pode ser devido à exposição direta e intensa das intempéries, sol, chuva e vento, que expandem e retraem a superfície levando ao surgimento da fissura (LICHTENSTEIN, 1986).

**Figura 3: Fissura mapeada no Bloco P02 no campus sede da UEM**



Na Figura 4, a patologia trinca foi localizada no bloco A01 Anexo e pode ser resultante da presença de água na base da parede ou do movimento da edificação ao longo do tempo devido ao trânsito de veículos na proximidade da parede (LICHTENSTEIN, 1986). Nas trincas superficiais o tratamento pode ser feito com o cobrimento por tinta. Quando há rachaduras deve ser feito a restauração com argamassa, se preciso colocando uma malha de aço para evitar que a fissura retorne. O revestimento deve ter a menor espessura possível, se ainda houver irregularidades na superfície ou a impermeabilidade exija uma determinada espessura, deve-se aplicar o revestimento em camadas (BAUER, 2013).

**Figura Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.: Trinca na parede do bloco A01 Anexo no campus sede da UEM**



Na Figura 5, pode-se notar a exposição da armadura, no pilar do bloco G56. Essa patologia pode ser devido ao cobrimento inadequado, menos espesso do que o especificado na norma. Com a exposição existe a possibilidade de corrosão na armadura (HELENE, 1992). A corrosão das armaduras pode ser evitada não deixando que a armadura entre em contato com a água e o oxigênio. O processo de corrosão pode ser contido realizando a limpeza das barras, retirando a ferrugem através da raspagem e, posteriormente, envolvendo a barra com concreto compacto na espessura adequada, o que resolve o problema da exposição da armadura (BAUER, 2013).

**Figura 5: Armadura exposta, no bloco G56 no campus sede da UEM**



A patologia de eflorescência identificada na Figura 6 foi localizada na laje de cobertura do bloco P03, BCE, onde foi inferido que a possível causa da patologia é a infiltração de água, pela falta de impermeabilização ou a má execução da mesma (LICHTENSTEIN, 1986). Esses sais podem ser removidos com uma escova de fios de aço a seco, em seguida faz-se a lavagem com água em abundância com escavação. A água deve penetrar no local afetado e dissolver os sais existentes, em seguida, as lajes devem ser impermeabilizadas corretamente e na parte inferior, deve-se fazer a pintura.

**Figura 6: Eflorescência na laje de cobertura da BCE no campus sede da UEM**



A patologia identificada na Figura 7 foi encontrada no Bloco P03, denominado Biblioteca Central dos Estudantes – BCE. A fissura está localizada na laje de cobertura e sua possível causa seria uma flexão da própria laje, que pode ser por variação de temperatura que esteja relacionado com a cobertura, ou até mesmo por desforma prematura. Neste caso, faz-se a recuperação das fissuras e rachaduras conforme a profilaxia sugerida nas trincas e fissuras e, se preciso, faz-se um isolamento térmico entre a cobertura e a laje, conforme Olivari (2003).

**Figura 7: Fissura devido à variação térmica ou à desforma prematura da laje no bloco P03, BCE**



Constatou-se, por conversas com os engenheiros responsáveis, que não há plano de manutenção preventiva e/ou periódica nas edificações no campus sede da UEM. Sabe-se da necessidade e da importância de se realizar a manutenção, pois, além de diminuição nos custos para reparação, reforço ou recuperação, o desempenho da edificação torna-se melhor ao longo de sua vida útil.

Sugere-se que seja elaborado um plano de manutenção que aborde os aspectos de verificação periódica (periodicidade trimestral), identificação das patologias existentes e prováveis

de ocorrências, encaminhamento para correção ou manutenção preventiva e realização de relatórios das correções/manutenções.

Sabe-se que, para isso, é necessário que haja recursos humanos treinados e capacitados para exercer essa função. Além da necessidade de pessoas qualificadas, existe a dificuldade de contratação de pessoal técnico por parte da instituição. Uma forma de lidar com essa dificuldade é contratar pessoal por meio de Institutos conveniados à UEM, que podem legalmente terceirizar mão-de-obra para exercer atividades dentro da UEM. Nesse contexto, o profissional contratado pode atuar em projetos de prestação de serviços, o que garantiria sua remuneração, ou ao menos auxiliaria nela.

### 3. CONCLUSÃO

Conclui-se que o objetivo do trabalho foi atingido, pois foram encontradas e identificadas algumas patologias existentes no câmpus sede da Universidade Estadual de Maringá e foi recomendada a profilaxia necessária para sua correção.

Além disso, conclui-se que é de grande importância elaborar um plano de manutenção para a conservação das edificações, diminuindo o custo para recuperação e reduzindo o surgimento e/ou a intensidade das patologias.

### AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos engenheiros da Prefeitura do Câmpus Universitário, Eng<sup>o</sup>. Civil Samir Jorge e Eng<sup>o</sup>. Civil Lourival Zamuner, pelas informações prestadas com relação às patologias encontradas nas edificações da Universidade Estadual de Maringá aqui estudadas.

### REFERÊNCIAS

BAUER, R. J. F. **Falhas em revestimentos**. Disponível em: <<http://187.17.2.135/orse/esp/ES00134.pdf>> Acesso em 12 ago. 2013.

HELENE, P. R. L. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 1992.

LICHTENSTEIN, N. B. Boletim técnico 06/86 – Patologia das construções – São Paulo. Disponível em: <<http://publicacoes.pcc.usp.br/PDF/btpcc06.pdf>> Acesso em 29 abr. 2013.

LIMA, L. S. L. T.; MONTEIRO, E.C. B.; BARKOKÉBAS Jr., B. 1988. **Estudo das manifestações patológicas nos serviços de impermeabilização**. Disponível em: <[http://www.ufrn.br/sites/producao\\_ct/sec3\\_4.html](http://www.ufrn.br/sites/producao_ct/sec3_4.html)> Acesso em 08 ago. 2013.

OLIVARI, G. **Patologia em edificações**. 2003. 83f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Anhembi Morumbi, 2003.

SABBATINI, F. H. Tecnologia da Construção de Edifícios II, Aula 29, **Patologias – Conceitos e Metodologia**, nov. 2003. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/17349046/Patologias-1>> Acesso em 26 abr. 2013.



III SEMINÁRIO DE  
ENGENHARIA CIVIL DA UEM

13 de Dezembro de 2013 – ISSN 2237-8219

## INFLUÊNCIA DE ESCADAS E LAJES NO DESLOCAMENTO ESTRUTURAL DE EDIFÍCIOS ALTOS

**Carlos Eduardo de Oliveira**<sup>30</sup>

**Nara Villanova Menon**<sup>31</sup>

### RESUMO

Os edifícios modernos são cada vez mais altos e leves, e conseqüentemente mais flexíveis, podendo gerar grandes oscilações nos andares mais altos, causando mal estar e insegurança em seus ocupantes. O grande número de edifícios nos centros urbanos torna indispensável conhecer os esforços horizontais ao qual o edifício é submetido. Estudar a parcela de rigidez que as escadas e as lajes contribuem na rigidez global de edifícios foi o objetivo deste trabalho. Desenvolveu-se um modelo o qual foi analisado pelo programa SAP2000 V15, que através da interface 3D, teve a capacidade de realizar a modelagem e as análises necessárias. Através das comparações dos deslocamentos apresentados para diversas simulações, foi possível constatar que o modelo no qual se computaram as rigidezes dos pilares, vigas, lajes e escadas foi o que apresentou menores deslocamentos, isto é, a melhor rigidez para cargas horizontais com deslocamentos menores que o formado somente por vigas e pilares.

**Palavras-chave:** Edifícios altos. Ação do vento. Modelagem estrutural. Método dos elementos finitos.

---

<sup>30</sup> Acadêmico do Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Engenharia Civil-DEC, eduardo.pbr@gmail.com

<sup>31</sup> Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>., Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Engenharia Civil-DEC, nvmenon@uem.br

## 1. INTRODUÇÃO

O grande crescimento da densidade populacional nos centros urbanos, associado aos elevados custos dos espaços disponíveis, fez com que ocorresse um intenso processo de verticalização dos edifícios nos grandes centros e, como comportam uma maior quantidade de pessoas em um menor espaço, os edifícios estão mais altos e esbeltos a cada dia.

Em construções de pequeno porte, baixas e com paredes espessas, o vento não é um problema. Porém, em edifícios altos e esbeltos, os esforços horizontais causados pelo vento não podem ser desconsiderados no projeto estrutural. No Brasil as condições exigíveis na consideração das forças devidas à ação do vento para cálculo de edificações são fixadas pela NBR 6123/1988 “Forças devido ao vento em edificações”.

Em geral, o sistema estrutural de edifícios é composto por pilares, vigas, lajes e núcleos estruturais que têm função de conduzir as forças verticais à fundação e ao mesmo tempo resistir às forças horizontais devido à ação do vento. As lajes contribuem na rigidez transversal da estrutura, comportando-se como placas, transmitindo as cargas atuantes a todos os elementos conectados a mesma.

A presença das lajes no nível dos pisos as coloca em uma categoria especial. Tais lajes são corpos rígidos inseridos dentro do modelo. A concepção usualmente aceita é de considerá-las como corpos infinitamente rígidos no seu plano e de rigidez nula a flexão, só transmitindo forças horizontais entre os elementos verticais (SOUTO, 1993).

Este projeto teve como objetivo estudar a influência da rigidez das escadas e das lajes nos esforços devido à ação do vento em edifícios altos. Para alcançar tal objetivo final, necessitou-se traçar planos de caráter mais específico, dos quais se pode citar:

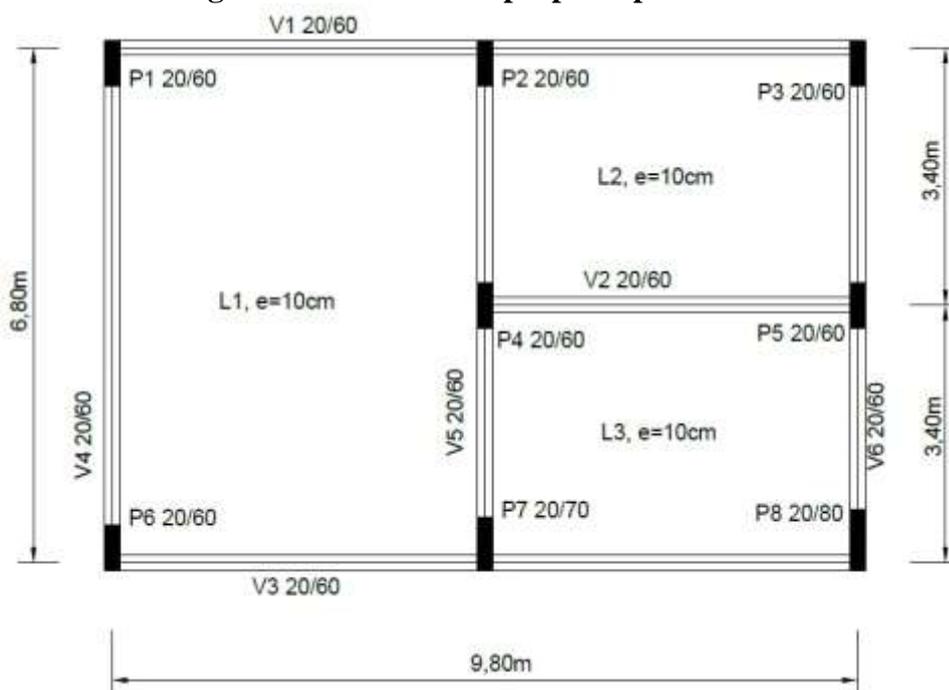
- Estudo de bibliografias, em relação à influência do vento nos edifícios;
- Estudo da distribuição das cargas sobre os elementos componentes do pórtico principal;
- Estudo e operação do software necessário para a obtenção dos resultados;
- Comparação dos diferentes esforços recebidos pela estrutura para diferentes orientações da sobrecarga;
- Comparação dos diferentes deslocamentos sofridos pela estrutura para diversos esquemas estruturais.

## 2. DESENVOLVIMENTO

### 2.1. Metodologia

O primeiro passo para o desenvolvimento deste projeto foi determinar um modelo de edificação a ser ensaiado. O modelo escolhido foi o proposto por Ramirez (1993). Trata-se de um edifício de 15 pavimentos, com dimensões 7,0 x 10,0 metros, com 3 metros de pé direito por andar, totalizando uma altura total de 45,0 metros. A disposição de pilares e vigas é a mostrada na Figura 1. A planta em questão foi escolhida por representar, ao mesmo tempo, um edifício esbelto, porém com configuração estrutural simples.

**Figura 1 - Planta baixa proposta para estudo**



Fonte: Ramirez (1993).

No estudo, foi considerado o vento agindo de duas maneiras: perpendicularmente à menor fachada (largura de 7 m) e perpendicularmente à maior fachada (largura de 10 m). Para a determinação da carga de vento, seguiu-se o estabelecido pela NBR6123/1988 – Forças devidas ao vento em edificações. Tal norma prevê a carga de vento atuante numa edificação dependendo de fatores como velocidade do vento, topografia, rugosidade do terreno, dimensões da edificação, além de fatores estatísticos. Necessitou-se ainda encontrar, por meio de “ábacos para ventos de alta e baixa turbulência”, o coeficiente de arrasto.

A carga total do vento foi enfim determinada pelo processo simplista proposto por Stamato (1978), que leva em conta o critério de “faixas de carga”. Este método consiste em dividir o painel de contraventamento em faixas, sendo que a carga devida ao vento é aplicada no centro de cada faixa. Nos andares intermediários da edificação, este centro de faixa é coincidente com a laje de divisão dos pavimentos, e o seu tamanho é o mesmo que o pé-direito. Entretanto, a última laje recebe apenas a contribuição de metade do pé-direito, sendo a força, aplicada sobre a laje da cobertura. Da mesma forma para o primeiro pavimento, onde a carga é aplicada na parte mais inferior do painel, recebendo a contribuição de meio pé-direito.

Utilizando-se do software SAP2000 V15, simulou-se então o carregamento proposto acima, calculado para as duas direções de vento, considerando-se cada uma das quatro configurações estruturais. Os modelos foram numerados, de 1 a 4, de acordo com a complexidade, a fim de facilitar o entendimento dos resultados, como segue:

Modelo 1: Estrutura composta por pórticos, formada apenas por vigas e pilares;

Modelo 2: Estrutura formada por vigas, pilares e lajes;

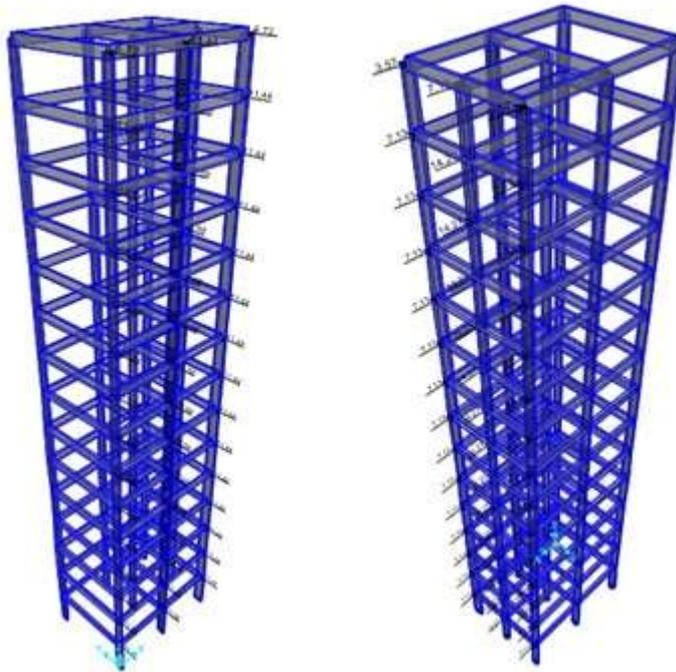
Modelo 3: Estrutura formada por vigas e pilares, recebendo contribuição ainda dos elementos estruturais da escada, porém sem contribuição das lajes entre pavimentos;

Modelo 4: Estrutura formada por vigas, pilares, lajes e elementos da escada.

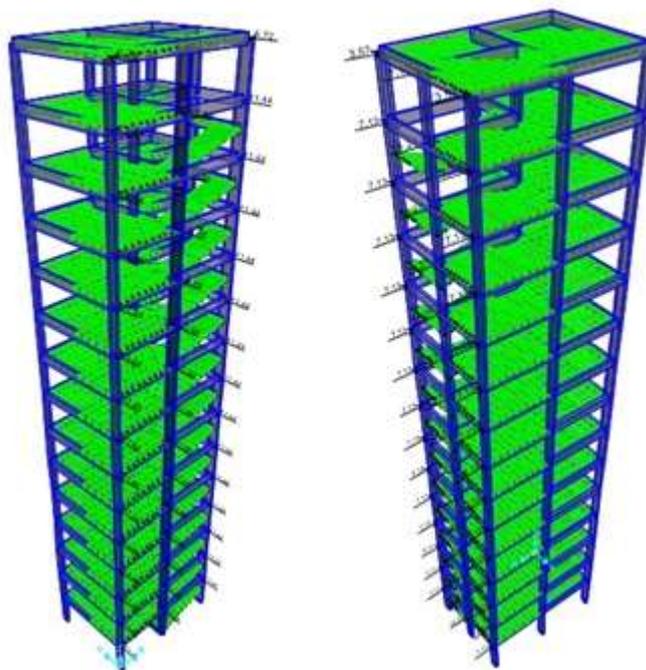
No software, as lajes foram consideradas como placas planas, enquanto que as escadas foram simuladas como placas inclinadas. As Figuras 2 e 3 trazem, respectivamente, os modelos 1 e 4 acima citados com os devidos carregamento em cada uma de suas fachadas. Tais figuras foram escolhidas como exemplos porque o modelo 1, por ser o modelo mais simples, serviu como base

para comparação dos resultados obtidos para os demais modelos e no modelo 4, é possível observar cada um dos diferentes elementos estruturais.

**Figura 2 – Carregamento em fachadas maior e menor para estrutura modelo 1**



**Figura 3 – Carregamento em fachadas maior e menor para estrutura modelo 4**



Os dados obtidos pelo software em questão foram os de deslocamento. Pôde-se então comparar os efeitos para as estruturas.

### 3. Resultados

Na análise dos resultados, foram considerados os valores de deslocamento horizontal na extremidade esquerda da fachada oposta à qual a carga estava sendo aplicada, em cada um dos pavimentos. Os resultados foram apresentados em forma de tabelas, visando facilitar o entendimento e a interpretação de cada um dos valores expostos.

A Tabela 1 apresenta um resumo das cargas aplicadas em cada pavimento, determinada em função do método anteriormente descrito.

**Tabela 1 – Resumo das cargas devidas ao vento em cada pavimento, para cada modelagem**

<b>Pavimento</b>	<b>Carga Hor. em X (KN)</b>	<b>Carga Hor. em Y (KN)</b>
1° Pavimento	28,53	45,76
2° Pavimento	28,53	45,76
3° Pavimento	28,53	45,76
4° Pavimento	28,53	45,76
5° Pavimento	28,53	45,76
6° Pavimento	28,53	45,76
7° Pavimento	28,53	45,76
8° Pavimento	28,53	45,76
9° Pavimento	28,53	45,76
10° Pavimento	28,53	45,76
11° Pavimento	28,53	45,76
12° Pavimento	28,53	45,76
13° Pavimento	28,53	45,76
14° Pavimento	28,53	45,76
15° Pavimento	14,27	22,88

As tabelas a partir da Tabela 2 decorrem de uma série de comparações, possíveis após a simulação de carregamento em caso modelo, separadamente. Através da Tabela 2, podem-se confrontar os diferentes deslocamentos no eixo X ocasionados por cargas aplicadas neste eixo, em cada um dos padrões estruturais.

**Tabela 2 – Deslocamentos obtidos para diferentes modelos estruturais no eixo X, para carga no eixo X, em metros**

<b>Pavimento</b>	<b>1º modelo</b>	<b>2º modelo</b>	<b>3º modelo</b>	<b>4º modelo</b>
1º Pavimento	0,0130	0,0129	0,0107	0,0046
2º Pavimento	0,0272	0,0270	0,0187	0,0102
3º Pavimento	0,0406	0,0404	0,0229	0,0159
4º Pavimento	0,0532	0,0531	0,0275	0,0218
5º Pavimento	0,0650	0,0650	0,0326	0,0276
6º Pavimento	0,0758	0,0760	0,0377	0,0333
7º Pavimento	0,0857	0,0861	0,0427	0,0389
8º Pavimento	0,0947	0,0953	0,0476	0,0443
9º Pavimento	0,1027	0,1036	0,0521	0,0494
10º Pavimento	0,1098	0,1110	0,0563	0,0542
11º Pavimento	0,1158	0,1174	0,0601	0,0587
12º Pavimento	0,1208	0,1229	0,0635	0,0629
13º Pavimento	0,1248	0,1273	0,0665	0,0667
14º Pavimento	0,1278	0,1308	0,0688	0,0702
15º Pavimento	0,1297	0,1333	0,0703	0,0728

Semelhante à tabela anterior, na Tabela 3 comparam-se os diferentes deslocamentos no eixo Y, para as cargas aplicadas neste eixo.

**Tabela 3 – Deslocamento observado para diferentes modelos estruturais no eixo Y, para carga no eixo Y, em metros**

<b>Pavimento</b>	<b>1º modelo</b>	<b>2º modelo</b>	<b>3º modelo</b>	<b>4º modelo</b>
1º Pavimento	0,0059	0,0060	0,0056	0,0046
2º Pavimento	0,0159	0,0157	0,0150	0,0102
3º Pavimento	0,0265	0,0259	0,0250	0,0159
4º Pavimento	0,0369	0,0359	0,0347	0,0218
5º Pavimento	0,0469	0,0456	0,0439	0,0276
6º Pavimento	0,0564	0,0548	0,0526	0,0333
7º Pavimento	0,0653	0,0636	0,0608	0,0389
8º Pavimento	0,0736	0,0718	0,0684	0,0443
9º Pavimento	0,0813	0,0795	0,0754	0,0494
10º Pavimento	0,0883	0,0866	0,0817	0,0542
11º Pavimento	0,0947	0,0930	0,0874	0,0587
12º Pavimento	0,1003	0,0987	0,0924	0,0629
13º Pavimento	0,1051	0,1038	0,0967	0,0667
14º Pavimento	0,1092	0,1082	0,1003	0,0702
15º Pavimento	0,1126	0,1119	0,1032	0,0728

Para as modelagens estruturais onde se acrescentou a contribuição da escada notou-se um grande deslocamento da direção perpendicular à qual a força era aplicada. A Tabela 4 compara os deslocamentos da direção Y quando a carga de vento é aplicada no eixo X.

**Tabela 4 – Deslocamento observado para diferentes modelos estruturais no eixo Y, para carga no eixo X, em metros**

<b>Pavimento</b>	<b>3º modelo</b>	<b>4º modelo</b>
1º Pavimento	0,0015	0,0011
2º Pavimento	0,0041	0,0030
3º Pavimento	0,0066	0,0049
4º Pavimento	0,0089	0,0067
5º Pavimento	0,0110	0,0084
6º Pavimento	0,0129	0,0092
7º Pavimento	0,0147	0,0114
8º Pavimento	0,0163	0,0116
9º Pavimento	0,0178	0,0127
10º Pavimento	0,0191	0,0147
11º Pavimento	0,0203	0,0155
12º Pavimento	0,0214	0,0161
13º Pavimento	0,0223	0,0166
14º Pavimento	0,0231	0,0170
15º Pavimento	0,0238	0,0174

Ao contrário da anterior, a Tabela 5 mostra a diferença dos deslocamentos no eixo X para carga aplicada no eixo Y, para os modelos 3 e 4.

**Tabela 5 – Deslocamento observado para diferentes modelos estruturais no eixo X, para carga no eixo Y, em metros**

<b>Pavimento</b>	<b>3º modelo</b>	<b>4º modelo</b>
1º Pavimento	0,0026	0,0020
2º Pavimento	0,0054	0,0049
3º Pavimento	0,0082	0,0077
4º Pavimento	0,0108	0,0102
5º Pavimento	0,1320	0,0123
6º Pavimento	0,0155	0,0141
7º Pavimento	0,0175	0,0156
8º Pavimento	0,0192	0,0167
9º Pavimento	0,0207	0,0176
10º Pavimento	0,0220	0,0181
11º Pavimento	0,0231	0,0184
12º Pavimento	0,0239	0,0183
13º Pavimento	0,0245	0,0180
14º Pavimento	0,0250	0,0175
15º Pavimento	0,0255	0,0171

Uma última comparação realizada foi a de proporção entre os deslocamentos, quando comparados dois modelos diferentes. A Tabela 6 traz tal comparação entre o modelo 1 e os demais, em relação ao eixo X.

**Tabela 6 – Proporção de deslocamento observado no modelo, comparado ao primeiro formado por vigas e pilares, para a carga no eixo X.**

<b>Pavimento</b>	<b>2º modelo, comparado ao 1º</b>	<b>3º modelo, comparado ao 1º</b>	<b>4º modelo, comparado ao 1º</b>
1º Pavimento	0,9923	0,8231	0,3538
2º Pavimento	0,9926	0,6875	0,3750
3º Pavimento	0,9951	0,5640	0,3916
4º Pavimento	0,9981	0,5169	0,4098
5º Pavimento	1,0000	0,5015	0,4246
6º Pavimento	1,0026	0,4974	0,4393
7º Pavimento	1,0047	0,4982	0,4539
8º Pavimento	1,0063	0,5026	0,4678
9º Pavimento	1,0088	0,5073	0,4810
10º Pavimento	1,0109	0,5128	0,4936
11º Pavimento	1,0138	0,5190	0,5069
12º Pavimento	1,0174	0,5257	0,5207
13º Pavimento	1,0200	0,5329	0,5345
14º Pavimento	1,0235	0,5383	0,5493
15º Pavimento	1,0278	0,5420	0,5613

Por fim, na Tabela 7, comparou-se ainda, proporcionalmente a diferença de deformações dos modelos 2, 3 e 4 em relação ao primeiro em relação ao eixo Y.

**Tabela 7 – Proporção de deslocamento observado no modelo, comparado ao primeiro formado por vigas e pilares, para a carga no eixo Y.**

<b>Pavimento</b>	<b>2º modelo, comparado ao 1º</b>	<b>3º modelo, comparado ao 1º</b>	<b>4º modelo, comparado ao 1º</b>
1º Pavimento	1,0169	0,9492	0,7797
2º Pavimento	0,9874	0,9434	0,6415
3º Pavimento	0,9774	0,9434	0,6000
4º Pavimento	0,9729	0,9404	0,5908
5º Pavimento	0,9723	0,9360	0,5885
6º Pavimento	0,9716	0,9326	0,5904
7º Pavimento	0,9740	0,9311	0,5957
8º Pavimento	0,9755	0,9293	0,6019
9º Pavimento	0,9779	0,9274	0,6076
10º Pavimento	0,9807	0,9253	0,6138
11º Pavimento	0,9820	0,9229	0,6199
12º Pavimento	0,9840	0,9212	0,6271
13º Pavimento	0,9876	0,9201	0,6346
14º Pavimento	0,9908	0,9185	0,6429
15º Pavimento	0,9938	0,9165	0,6465

## 4. CONCLUSÃO

Após análise dos resultados e comparações das flechas horizontais pode-se afirmar que, quando observado o efeito no eixo X, o melhor modelo foi o número 4, onde foram computadas as rigidezes dos pilares, vigas, lajes e escadas foi o que apresentou menores deslocamentos, isto é melhor rigidez para cargas horizontais com deslocamentos 64,6 % menores nos pavimentos mais baixos, e 43,9 % menores no último pavimento, quando comparado ao primeiro modelo formado somente por vigas e pilares. As escadas (modelo 3) diminuíram em 17,7 % o deslocamento no primeiro pavimento, porém chegaram a reduzi-los em até 45,8% (caso observado no 15º andar). Quanto às lajes, estas reduziram em quase 1% no primeiro andar, porém aumentaram em 2,8% o deslocamento na laje mais alta, em relação ao modelo 1 composto por pilares e vigas.

Já para o carregamento representado no eixo Y, a redução nos deslocamentos chegou a ser superior a 40% em alguns pontos da edificação, para o modelo 4. No caso das escadas, a redução no deslocamento causada por tal modelo foi bastante inferior quando analisada no eixo em questão. Quanto as lajes, representadas no modelo 2, estas contribuíram em cerca de 3% em relação ao primeiro modelo, quando analisadas neste mesmo eixo.

Entretanto, a desvantagem dos modelos com a presença de escada foi que estes geraram um aumento considerável no deslocamento do eixo perpendicular (Y para a carga em X, e vice-versa).

Pode-se dizer que esta pesquisa cumpriu seus objetivos e sugere-se que sejam feitos estudos mais avançados como análises não lineares e estudo dos  $\gamma z$ , P- delta e os parâmetros  $\alpha$ .

## REFERÊNCIAS

\_\_\_\_\_. **ABNT NBR 6118**: Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2003.

\_\_\_\_\_. **ABNT NBR 6123**: Forças Devidas ao Vento em Edificações. Rio de Janeiro, 1988.

BEZERRA, D. M. **Análise de Estruturas Tridimensionais de Edifícios Altos Considerando a Rigidez Transversal à Flexão das Lajes**. 1995. 136 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 1995.

DIEGUEZ, A. B.; COSTA, F. O. **Apostila para utilização passo a passo do SAP 2000 para projetos de edifícios de Concreto Armado**. 2004. 80 f. Universidade Estadual de Campinas, 2004.

MARTINS, C. H. **Contribuição da Rigidez Transversal à Flexão das Lajes na Distribuição dos Esforços em Estruturas de Edifícios de Andares Múltiplos, Em Teoria de Segunda Ordem**. 1998. 141 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 1998.

MENON, N. V. **Análise de Estruturas Tubulares de Edifícios Altos sob Carga Lateral**. 1984. 247 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 1984.

PIGINI, A. W. C. **Determinação das Cargas Devidas ao Vento em Edifícios Altos**. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) 2011. 51 f. Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2011.

PITTA, J. A. A. **Ações Devidas ao Vento em Edifícios de Andares Múltiplos, Edifícios com Cobertura do Tipo SHED e do Tipo Duas Águas e do Tipo Lanternim**. 1987. 157 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 1987.

RAMIREZ, R. G. **Ações Devidas ao Vento em Edifícios de Andares Múltiplos**. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) 1993 50f., Universidade Estadual de Maringá, Maringá 1993.

STAMATO M. C. **Distribuição das Cargas de Vento Entre os Painéis de Contraventamento.** 1978. Universidade de São Paulo, São Carlos, 1978.

SOUTO, A. K. **Análise de Estruturas de Edifícios Altos Submetidos a Carregamentos Horizontais e Verticais.** 1993. 133 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Porto Alegre, 1993.

WORDELL, F. **Avaliação da Instabilidade Global de Edifícios Altos.** 2003. 94 f. Tese (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Porto Alegre, 2003.



III SEMINÁRIO DE  
ENGENHARIA CIVIL DA UEM

13 de Dezembro de 2013 – ISSN 2237-8219

## PAVIMENTOS PERMEÁVEIS: VERIFICAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO

**Juliane Vier Vieira**<sup>32</sup>

**Cristhiane Michiko Passos Okawa**<sup>33</sup>

**Sandro Rogério Lautenschlager**<sup>34</sup>

**Jesner Sereni Ildefonso**<sup>35</sup>

### RESUMO

Visando a redução de problemas originários da impermeabilização do solo, técnicas de drenagem urbana e dispositivos de controle de escoamento superficial, têm sido adotados em busca a minimizar os efeitos da urbanização, principalmente as enchentes. Dentre eles, o pavimento permeável tem se destacado. Através do uso de fluxogramas, este artigo busca facilitar a tomada de decisão sobre qual tipo de pavimento permeável deverá ser usado baseado em alguns fatores limitantes como, por exemplo, tipo de solo, predominância de tráfego e profundidade do lençol freático. Considera-se também que custo maior para o uso dessa técnica se justifica através da redução de custos em sistemas de drenagem, por ser uma possibilidade de melhoria do meio urbano e ainda reduzindo impactos ao meio-ambiente.

**Palavras-chave:** Pavimentos permeáveis; drenagem urbana; impermeabilização do solo.

---

<sup>32</sup> Acadêmica do Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Engenharia Civil-DEC, [julianevier@gmail.com](mailto:julianevier@gmail.com)

<sup>33</sup> Profa. Dra., Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Engenharia Civil-DEC, [cmpokawa@uem.br](mailto:cmpokawa@uem.br)

<sup>34</sup> Prof. Dr., Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Engenharia Civil-DEC, [srlager@uem.br](mailto:srlager@uem.br)

<sup>35</sup> Prof. Dr., Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Engenharia Civil-DEC, [jsildefonso@uem.br](mailto:jsildefonso@uem.br)

## 1. INTRODUÇÃO

O ambiente é constantemente modificado para suprir as necessidades do ser humano. Mas muitas vezes, o que parece ser sinônimo de desenvolvimento, pode provocar situações indesejáveis. Este é o caso da impermeabilização do solo através do asfalto ou concreto. Retida na superfície, a água acumula onde não deve, provocando enchentes, desabamentos e infiltrações que comprometem o espaço urbano (SANCHES, 2011).

Andreoli et al., (2003) analisam estes problemas quer seja por planejamento inadequado, inexistência de planejamento ou omissão do poder público. Bispo e Levino (2011) consideram que há principalmente uma alteração do regime de produção: a impermeabilização do solo impede a infiltração da água, acentuando os problemas da erosão urbana e aumentando os picos de cheia. Por outro lado, a minimização da recarga nos solos reduz a disponibilidade de água nos períodos de baixa precipitação.

No ponto de vista do urbanismo, há uma dualidade entre a necessidade ambiental e a de urbanização. Ramalho apud Sanches (2011) declara que o processo de urbanização é natural e inevitável, mas o problema é quando isso ocorre sem estratégias de ordenamento do território, que não levam em consideração os efeitos da perda de solos insubstituíveis, quer ao nível da produção alimentar, quer ao nível da conservação da natureza e controle de cheias.

A impermeabilização é um problema previsível, porque a urbanização da cidade nunca para, por isso a tendência é sempre aumentar. Vê-se então a necessidade de técnicas que possam, sem afetar a qualidade dos serviços prestados à população em pavimentação, minimizar os efeitos gerados pela urbanização.

Para a resolução da questão de impermeabilização de solo urbano, Araújo (1999) apresenta soluções práticas através do uso de pavimentos permeáveis, que são superfícies perfuradas ou porosas que permitem a infiltração de uma parte das águas que escoam superficialmente para uma camada de reserva localizada abaixo do terreno.

Araújo (1999) classifica os pavimentos permeáveis da seguinte forma: pavimento de asfalto poroso, de concreto poroso, e de blocos de concreto perfurado preenchido com areia ou grama. Este artigo é relativo ao primeiro tipo.

O objetivo desse trabalho é sugerir um modelo de árvore de tomada de decisão a fim de verificar as condições de utilização dos pavimentos permeáveis. Esse modelo servirá como subsídio para auxílio aos decisores, quando necessário.

## 2. DESENVOLVIMENTO

### 2.1. Funcionamento dos pavimentos permeáveis de asfalto poroso

Os pavimentos permeáveis são conhecidos como estruturas reservatório. De acordo com Raimbault *et al.* (2002) *apud* Acioli (2005), essa denominação refere-se às funções realizadas pela matriz porosa de que são constituídos: a) função mecânica, associada ao termo estrutura, que permite suportar os carregamentos impostos pelo tráfego de veículos; b) função hidráulica, associada ao termo reservatório, que assegura, pela porosidade dos materiais, reter temporariamente as águas, seguido pela drenagem e, se possível, infiltração no solo do subleito.

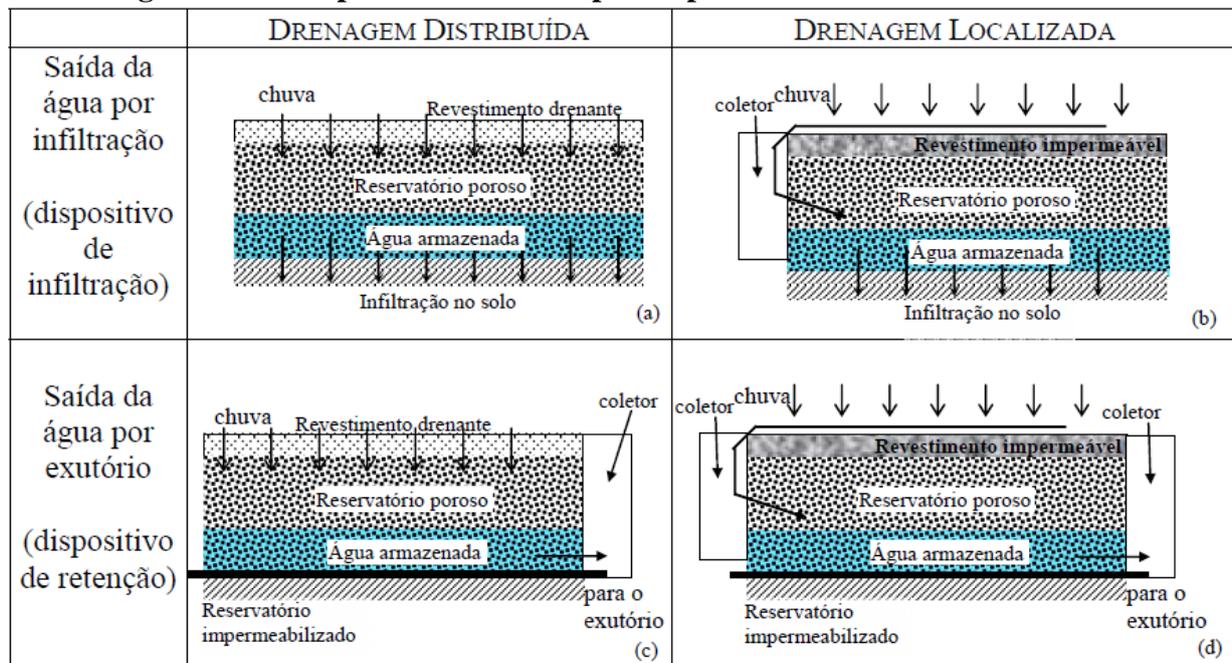
De acordo com Acioli (2005),

*“As estruturas de infiltração podem trabalhar tanto na redução das vazões máximas, funcionando como reservatórios de amortecimento, quanto na redução dos volumes escoados, através da infiltração das águas drenadas, podendo desempenhar também um papel na remoção e controle de poluentes do escoamento superficial. São, portanto, estruturas que*

recuperam de forma mais efetiva as condições de pré-ocupação, com relação às estruturas de detenção e retenção, que apenas efetuam função de amortecimento.”

De acordo com Azzout et al. (1994) o pavimento pode possuir revestimento drenante ou impermeável e ainda ter função de infiltração ou apenas de armazenamento, conforme Figura 1.

**Figura 1 – Exemplo de diferentes tipos de pavimentos com reservatório estrutural**



Fonte: Azzout et al. (1994) apud Acioli (2005)

O escoamento infiltra rapidamente na capa ou revestimento poroso (espessura de 5 a 10 cm), passa por uma manta geotêxtil e vai para uma câmara ou reservatório de pedras mais profundo com agregados graúdos. A capa de revestimento permeável somente age como um conduto rápido para o escoamento chegar ao reservatório de britas. O escoamento, neste reservatório, poderá então ser infiltrado para o subsolo ou ser coletado por tubos de drenagem e transportado para uma saída.

Se o revestimento for impermeável, utilizam-se declividades suaves a fim de transportar a água para coletores laterais, que direcionarão a água para o reservatório e poderão infiltrar no solo ou seguir ao exutório. Assim, a capacidade de armazenamento dos pavimentos porosos é determinada pela profundidade do reservatório de pedras subterrâneo (mais o escoamento perdido por infiltração para o subsolo).

## 2.2. Tomada de decisão

Considerando a existência de 4 (quatro) tipos de pavimentos permeáveis que variam no revestimento e na transferência de água ao solo ou ao exutório, são necessários estudos preliminares a fim de se decidir qual dos tipos apresentados na Figura 1 será mais eficaz.

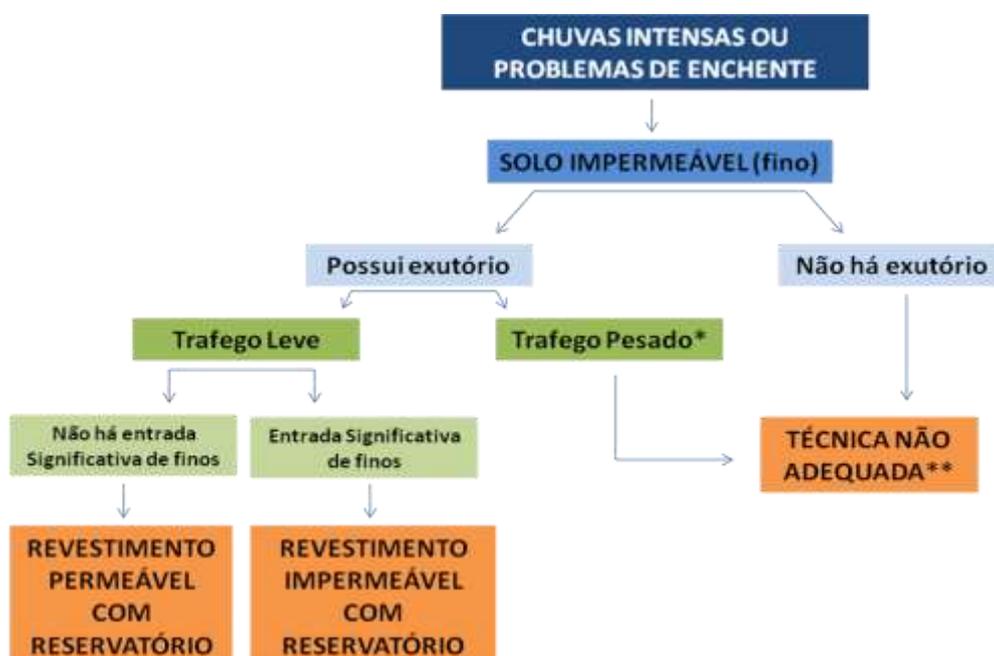
Deve-se, portanto, conhecer o local de implantação e ainda fazer estudos hidrológicos e hidrogeológicos *a priori*, por exemplo, a caracterização do solo suporte quanto ao tipo do solo, taxa de infiltração do solo saturado, capacidade de carga e o comportamento do solo em presença de água; caracterizar a topografia, a vegetação próxima, a existência de redes de água e esgoto; tráfego; determinar as características pluviométricas do local, a vazão máxima de saída e a direção

do escoamento; determinar qual a altura do aquífero, as variações sazonais, se o aquífero está próximo à superfície e se é usado no abastecimento de água potável (inviabilizando a infiltração).

A fim de buscar uma simplificação desse estudo, e considerando alguns fatores fundamentais, é proposto um fluxograma para a tomada de decisão. Estes partem da premissa que o pavimento permeável é uma técnica utilizada para locais de chuvas intensas ou onde a enchente pode causar grandes danos (físicos e materiais).

A partir de então, na Figura 2 são mostradas as escalas de tomada de decisão para locais de predominância de solos com baixa permeabilidade (argilas e siltes), ou, de forma simplificada, solos impermeáveis. Essa caracterização é feita, pois neste tipo de solo é mais eficaz a retirada da água da camada base por escoamento e não por infiltração.

**Figura 2: Tomada de decisão para regiões de solo com baixa permeabilidade.**



(\*) Com restrições

(\*\*) O uso de pavimento permeável não solucionará o problema, podendo ser usado então poços ou valas de infiltração ou ainda outro sistema similar.

Como a infiltração não é significativa nesse tipo de solo há a necessidade de um exutório para saída do volume retido. Possuindo exutório, outras preocupações são admitidas. A literatura não recomenda o uso de pavimentos permeáveis quanto há predominância de tráfego pesado, pois além da abrasão dos agregados na camada de revestimento que poderiam levar à colmatação ainda pode haver uma redução da capacidade de carga do pavimento com a presença de água na base.

A entrada de finos se refere à possibilidade de colmatação do pavimento, que geralmente se dá pelo entorno da via: passeios calçados, vias limpas e vegetação pouco densa são bons indicadores de que a entrada de finos não é significativa.

Na Figura 3 é apresentado o fluxograma considerando regiões de solos granulares, que possuem alta taxa de permeabilidade, o que propicia que parte do volume acumulado seja transferido ao solo.

Na situação em que o solo é granular, a recarga do aquífero é favorável, reduzindo o volume de água no escoamento final. Entretanto, algumas considerações são válidas. O aquífero possui nível variável e, por quesito de segurança, essa folga de 5 metros evita que o lençol atinja o pavimento (ou ao menos reduz essa possibilidade).

Se isso ocorrer, a água irá causar um efeito similar à retrolavagem, bombeando a água para a superfície do pavimento. Por isso, caso se conheça a região e mais do que isso, seja conhecida a variação sazonal da altura do aquífero e dar-se ciência que este nível não atinge a superfície, então, ainda assim, é recomendado o uso do reservatório sem permitir a infiltração no solo. Se houver predominância de tráfego pesado, o pavimento permeável não é recomendado. A entrada de finos, por fim, apenas definirá a camada de revestimento, ainda assim sendo possível o reservatório ao aproveitar a permeabilidade do solo para infiltração.

**Figura 3: Tomada de decisão para regiões de solo com permeabilidade média a alta.**



(\*) Com restrições

(\*\*) O uso de pavimento permeável não solucionará o problema, podendo ser usado então poços ou valas de infiltração ou ainda outro sistema similar.

Percebe-se que os pontos tomados nos fluxogramas são simplificados, isto é, há muitos outros fatores que irão influenciar na decisão pelo uso desta técnica. Por exemplo, se fôssemos usar a hierarquia viária como parâmetro, temos que uma via arterial pode se comportar como uma via com tráfego pesado, devido ao volume de tráfego presente, o que nos levaria a adotar o uso de pavimentos permeáveis preferencialmente em vias locais.

Outro exemplo é o uso dos solos: em áreas comerciais o pavimento permeável seria mais vantajoso por não permitir o acúmulo de água nas vias, garantindo mais segurança ao pedestre e ainda tornando a região mais segura contra enchentes, que seguramente causariam um prejuízo muito maior do que em áreas residenciais.

### 3. CONCLUSÃO

O modelo de árvore de decisão para auxiliar os gestores foi aqui proposto e acredita-se que será útil como subsídio nas tomadas de decisão.

Os modelos descritos foram elaborados considerando fatores limitantes como a porosidade do solo, diretamente relacionada com o tipo de solo, a profundidade do lençol freático, o tipo de

tráfego e se há entrada significativa de finos. Outros modelos podem ser propostos considerando outros fatores, o que pode ser feito em trabalhos futuros.

## REFERÊNCIAS

ACIOLI, L.A. **Estudo experimental de pavimentos permeáveis para o controle do escoamento superficial na fonte**. Dissertação (Mestrado). 162f. – Instituto de pesquisas hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, 2005

ANDREOLI, C. V.; HOPPEN, C.; PEGORINI, E. S.; DALARMI, O. A CRISE DA ÁGUA E OS MANANCIAS DE ABASTECIMENTO. **Mananciais de Abastecimento: Planejamento e Gestão**. Estudo de caso do Altíssimo Iguaçu. Curitiba: SANEPAR Finep, 2003.

ARAUJO, P.R.; TUCCI, C. E. M.; GOLDENFUM, J. A. (2000). **Avaliação da eficiência dos pavimentos permeáveis na redução do escoamento superficial**. RBRH – Revista Brasileira dos Recursos Hídricos, Volume 5,n.3, Jul/Set 2000, 21-29.

AZZOUT, Y.; BARRAUD, S.; CRES, F.N.; ALFAKIH, E. (1994). **Techniques alternatives en assainissement pluvial**. Paris: Technique et Documentation – Lavoisier.

BISPO, T. C.; LEVINO, N. de A. Impactos Ambientais decorrentes do uso e ocupação desordenada do solo: Um estudo da região da periferia de Maceió/AL. In: XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, **Anais...** Belo Horizonte/MG, 2011

SANCHES, CAROLINA. (2011). **Impermeabilização do solo compromete espaço urbano**. Disponível em < <http://primeiraedicao.com.br/noticia/2011/04/15/impermeabilizacao-do-solo-compromete-espaco-urbano>> Acesso em 21 junho 2013.



## **PERFIL DA MÃO DE OBRA E PRODUTIVIDADE DO TRABALHO NA EXECUÇÃO DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS E UMA OBRA DE MARINGÁ-PR**

**Generoso de Angelis Neto**<sup>36</sup>

**Rodolpho Gunther Rose Neto**<sup>37</sup>

**Victor Hideki Cho**<sup>38</sup>

### **RESUMO**

A competitividade no setor da construção civil forçou as empresas a gerir melhor, buscando maior eficiência em seus processos de produção para se manterem competitivas no mercado. A mão de obra se apresenta como o recurso de maior variabilidade na construção civil, sendo ela um dos principais modificadores da produtividade de um empreendimento. Nesse contexto, objetivou-se nesse trabalho a determinação do perfil de mão de obra de empregados nas empresas de Maringá – PR, bem como a produtividade dos funcionários no assentamento de revestimentos em área molhada. Os dados do perfil e a produtividade da mão de obra foram obtidos junto a uma construtora com certificado nível A no PBPQ-H, sendo utilizado nas entrevistas um formulário padronizado, sendo observado que em sua maioria os funcionários: são oriundos do Paraná, possuem idade entre 21 e 35, com baixo grau de escolaridade; alta rotatividade, estavam a pouco tempo na empresa contratada; exerciam em sua maioria as funções de serventes e carpinteiros; desejavam realizar cursos de especialização; escolheram trabalhar na construção civil pela remuneração oferecida. A determinação da produtividade foi realizada pelo acompanhamento diário do processo de assentamento de revestimentos cerâmicos em área molhada. Através de medições de razão unitária de produção (RUP), que após tratamento de dados apresentou a produtividade de 0,40Hh/m<sup>2</sup>, índice abaixo do índice de bom desempenho para assentamento de revestimentos em área molhada apresentado na TCPO13.

**Palavras-chave:** Produtividade. Revestimentos em área molhada. Perfil da mão de obra.

---

<sup>36</sup> Prof. Dr., Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Engenharia Civil-DEC, ganeto@uem.br

<sup>37</sup> Acadêmico do Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Engenharia Civil-DEC, rodolphogunther@gmail.com

<sup>38</sup> Acadêmico do Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Engenharia Civil-DEC, chohideki@gmail.com

## 1. INTRODUÇÃO

A necessidade de aumentar a produtividade das obras de construção civil não pode ser negligenciado pelos empresários do setor, pois devido a elevada competitividade do mercado, que segundo pesquisa da SindusCon-SP, apresentado por Cardoso (1998), é dita como a situação empresarial mais crítica, que somada ao papel exercido pelo Estado nas relações do setor, definem as competências necessárias para se manter competitivo no mercado, o que fizeram da busca pela excelência e o foco direcionado ao cliente um norte para as companhias.

As empresas têm de conviver com um novo cenário: a estabilização da economia nacional, interrompendo o processo inflacionário e impedindo que setores mais abastados da nossa economia lucrem apenas com especulação financeira; o processo irreversível de abertura de mercado, levando a um acirramento da concorrência em níveis internacionais; a grande carência de obras aliada à escassez de recursos financeiros; o novo código de defesa do consumidor, resguardando um comprador cada vez mais exigente e intransigente quanto à qualidade do bem adquirido. Todos estes fatores têm levado o setor da construção civil brasileira a tomar consciência da necessidade de uma completa reestruturação, em seus diferentes níveis, sendo isto crucial para a sobrevivência de suas empresas (SOUZA, 1998).

A determinação de índices de produtividade é um primeiro passo para se realizar um *benchmark* e determinar as condições reais de uma construtora, de forma a detectar os pontos que comprometam a eficiência. Permitindo orçar com mais precisão, baseados nos dados do mercado, ou até mesmo da própria empresa, aumentando assim o nível de competitividade e estratégico comercial da companhia.

Desta forma, a seguinte pesquisa buscou identificar o perfil de mão de obra presente nos canteiros de Maringá-PR e determinar os índices de produtividade do trabalho denominados razão unitária de produção (RUP), relativos à execução de revestimento cerâmico interno da obra estudada.

## 2. DESENVOLVIMENTO

### 2.1 Características do setor de construção civil

A construção civil tem grande papel na economia brasileira, pois segundo Teixeira (2005) a forte interligação dos recursos aplicados e os seus resultados diretos, indiretos e introduzidos na produção, renda, emprego e nos tributos faz com que a construção civil seja um setor chave para a economia brasileira, também por complementar a base produtiva e criar externalidades positivas que aumentam o desenvolvimento econômico e social brasileiro.

Segundo dados do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) e do Cadastro Geral de Empregados e Desempregados (Caged) apresentados no site Portal da Copa, o número de trabalhadores com carteira assinada no setor da construção civil dobrou em um período de 5 anos, em 2011 o setor contabilizou 2.762.156 trabalhadores enquanto que no ano de 2006 este montante era de 1.388.958 trabalhadores. O portal apresenta como possíveis fatores do aumento, o aumento do financiamento habitacional e ações governamentais como: Programa de Aceleração do Crescimento (PAC); Programa Minha Casa, Minha Vida (MCMV); além dos investimentos dos megaeventos esportivos da Copa do Mundo 2014 e as Olimpíadas do Rio 2016.

### 2.2 Importância da produtividade

Produtividade é a capacidade de se produzir mais e melhor, em menos tempo, com menor esforço, sem alterar os recursos disponíveis (SILVA, 1996 apud GONZALEZ, 2003), ou seja, a eficiência em se transformar entradas em saídas num processo produtivo. Dentro desta definição, o

estudo da produtividade, no processo de produção de obras de construção civil, pode ser feito sob abordagens diferentes em função do tipo de entrada (recurso) a ser transformada, poder-se-ia ter o estudo da produtividade com pontos de vista: físico, no caso de se estudar a produtividade no uso dos materiais, equipamentos ou mão de obra; financeiro, quando a análise recai sobre a quantidade de dinheiro demandada; ou social, quando o esforço da sociedade como um todo é encarado como recurso inicial do processo. O estudo da produtividade da mão de obra é, portanto, uma análise de produtividade física de um dos recursos utilizados no processo produtivo, qual seja, a mão de obra (SOUZA, 2012).

A eficiência produtiva segundo Cardoso (1998) não deve ser um objetivo em si mesmo, facultativo, mas um meio que se alcança um objetivo final essencial, a eficácia, que propicia uma vantagem concorrencial. Não bastando um tratamento a nível operacional ou gerencial, o nível estratégico passou a representar um papel importante na busca de melhorias das competências produtivas da empresa, que não pode se contentar em ser eficiente, nem de bem gerir atividades que desenvolve ao longo do sistema de produção, ela deve se tornar igual ou mais competitiva e tender à eficácia a partir desta perspectiva.

Justifica-se assim o aumento da preocupação quanto ao consumo dos recursos inerentes à atividade. Tais recursos podem ser classificados em físicos e financeiros; os físicos envolvem a utilização dos materiais, equipamentos e mão de obra. É evidente que, dentro de um quadro de competição entre empresas, onde a meta seja alcançar os melhores custos, deva haver uma interação entre o sucesso financeiro quanto à aquisição dos recursos físicos e a eficiência na utilização dos mesmos (SOUZA, 1998).

Souza (2012) acredita que a mensuração da produtividade da mão de obra seja uma tarefa de extrema relevância, servindo de base para todas as discussões sobre a melhoria da construção. Acredita, ainda, que tais indicadores possam suprir um problema bastante significativo nos atuais sistemas de certificação de empresas, qual seja a falta de avaliação do desempenho das mesmas. Mas para que isso possa acontecer sobre base sólida, há que se ter uma definição clara de como se padronizar a mensuração da produtividade da mão de obra.

Após a 2ª guerra mundial foram desenvolvidos sistemas de gestão da qualidade, principalmente no Japão e nos EUA, e que devido a grande competitividade entre as empresas do setor de construção civil, foram adotados. Destaca-se entre elas a NBR ISO 9000 e o programa setorial de qualidade Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat (PBQP-H) o qual possui um programa específico para gestão da qualidade no setor, o Sistema de Avaliação da Conformidade de Serviços e Obras (SiAC).

O levantamento de indicadores próprio ajuda a fazer análises comparativas, *benchmark*, que possibilita traçar metas palpáveis dando vantagem comercial a empresa. No caso de terceirização de mão de obra, é necessário, também, o levantamento dos indicadores, pois ao contratar uma empreiteira o preço pago é calculado pelo serviço, ou o tempo e não é levado em conta a produtividade dos trabalhadores, o que acarreta uma incerteza nos prazos possíveis de cumprimento das obras.

No entanto, apesar dos esforços das empresas em determinar índices de desempenho, Costa (2003) destaca algumas dificuldades encontradas por elas:

- 1) dificuldade em identificar quais são os indicadores mais importantes para a empresa, considerando suas estratégias e fatores críticos de sucesso;
- 2) continuidade dos sistemas de indicadores não depende só de sua vinculação a uma visão estratégica, mas também ao estabelecimento de metas desafiadoras. Assim, a realização do benchmarking permite que as empresas possam estar continuamente revisando seus processos;
- 3) ao realizar o *benchmark* e verificar que os índices são satisfatórios, não há o interesse na melhoria;
- 4) os índices são utilizados para controlar o comportamento das pessoas, ao invés de ser utilizada como ferramenta de comunicação dos objetivos, para obter maior participação, dividir

responsabilidades e incentivar a aprendizagem;

5) busca de resultados a curto prazo, quando na verdade a implementação e consolidação de um sistema de medição requer tempo, até que os benefícios possam ser percebidos;

6) tomada de decisões baseadas em intuição e senso comum, e em algumas medidas financeiras que são inadequadas ao controle do processo.

Além da dificuldade de concepção e implementação de índices que integrem com a parte de negócios, a construção civil trabalha com um sistema de produção voltada a empreendimentos, onde o produto é único em termos de projeto e condições locais, e esses empreendimentos estão inseridos em um ambiente único com muitas variáveis externas, difíceis de serem analisadas (BARROS NETO, 1999, apud COSTA, 2003).

### **2.3 Razão Unitária de Produção - RUP**

Na construção civil os índices de produtividade são medidos normalmente através do inverso do costumeiro, ou seja, homens hora gastos na execução de um serviço, tais como homens hora (Hh) por m<sup>2</sup> de alvenaria – ou no produto como um todo – tais como homens hora por m<sup>2</sup> de obra (OLIVEIRA, 1997).

Chama-se razão unitária de produção a RUP, na construção civil: homens hora/ quantidade de serviço, utilizada para fazer a aferição da produtividade da mão de obra.

O fator mais importante para estabelecer índices de produtividade confiáveis é a organização, pois é através dela que irá obter a racionalização dos recursos e materiais disponíveis, fator fundamental para que a empresa consiga elevar sua eficiência e aprimorar a eficácia (HERNANDES, 2002 apud GONZALEZ, 2003).

Pode-se ter diferentes tipos de RUP em função do período de tempo ao qual se relacionam as medidas de entrada e saída. A RUP pode ser medida com base diária (calculada a partir dos valores de homens hora e quantidade de serviço relativos ao dia de trabalho em análise) ou cumulativa (calculada a partir dos valores de homens hora e quantidade de serviço relativos ao período que vai do primeiro dia em que se estudou a produtividade até o dia em questão) (SOUZA, 1998).

Enquanto a RUP diária mostra o efeito dos fatores presentes no dia de trabalho sobre a produtividade, a RUP cumulativa serve para se detectar tendências de desempenho do serviço, sendo útil para se fazer previsões (para a obra em questão ou para orçamentação de futuras obras) (SOUZA, 1998).

A RUP cumulativa é calculada, a cada dia, a partir do acúmulo das quantidades de Hh e de serviço desde o primeiro dia de trabalho. Portanto, representa a eficiência acumulada ao longo de todo o período de execução do serviço, contemplando os melhores dias mas também aqueles não tão bons (SOUZA, 2001).

A comparação da produtividade diária e cumulativa para diferentes obras define o nível de desempenho atual quanto aos serviços em avaliação, bem como permite a detecção dos fatores que fazem tal desempenho variar de um dia para outro em uma mesma obra, bem como de uma obra para outra (SOUZA, 1998).

A RUP potencial não se associa a cada dia de trabalho, e sim, é aquela que representa uma produtividade potencialmente alcançável desde que, mantido um certo conteúdo de trabalho, não se tenha problemas quanto à gestão do mesmo. Matematicamente é obtida através do cálculo da mediana dos valores de RUP diária inferiores ao valor da RUP cumulativa para o final do período de estudo (SOUZA, 2001).

Além de se levantar números mais confiáveis para balizar o processo de orçamento e controle das obras, o estudo da produtividade traz subsídios para a comparação de diferentes tecnologias. Com isto se imagina favorecer tanto a gestão quanto o desenvolvimento tecnológico da construção civil (SOUZA, 1998).

Souza (2001) faz os seguintes comentários quanto à utilidade das RUP enquanto subsidiadoras da avaliação da gestão de um serviço:

- quanto à RUP diária, na medida em que é calculada a cada dia, embora seja difícil identificar o efeito de pequenas falhas de gestão, é bastante visível o efeito das anormalidades. Portanto, na medida em que se tenha, num certo dia, um problema, se poderá mensurar seu efeito quanto à produtividade da mão de obra. Por exemplo, pode-se avaliar os ônus adicionais associados à quebra de um equipamento de transporte, à falta de material entre outros;

- quanto à RUP potencial, esta mostra a produtividade que poderia ser alcançada, para um determinado conteúdo de trabalho, desde que não houvesse nenhum problema de gestão. Deste modo, seu valor pode ser utilizado para a comparação do potencial associado a diferentes tecnologias passíveis de serem adotadas (por exemplo, pode-se comparar as opções de se aplicar manualmente ou jatear gesso para revestir-se paredes internas de um prédio);

- quanto à RUP cumulativa, esta indica a produtividade resultante da conjugação dos dias normais com aqueles onde houve pequenos ou grandes problemas quanto à gestão. Sua comparação com a RUP potencial mostra o ônus, em termos de mão de obra, devido a não se ter conseguido implementar uma gestão perfeita para o serviço em avaliação.

Baseado nas ideias de Souza (2001), relaciona-se as RUPs para criar o indicador de perda de produtividade como um avaliador de um serviço de construção, conforme Equação (1).

$$PPMO = \frac{(RUP_{cumulativa} - RUP_{potencial})}{RUP_{potencial}} \cdot 100(\%) \quad (1)$$

Em que:

PPMO = perda de produtividade da mão de obra.

A diferença entre as RUP's cumulativa e potencial é um indicativo, conforme comentado, da perda associável à má gestão; a expressão percentual com relação à própria RUP potencial torna o indicador menos dependente da variação de conteúdo do trabalho. Assim é que, para quaisquer conteúdos do trabalho, considera-se que a gestão de um certo serviço, em diferentes obras, possa ser avaliada comparativamente confrontando-se os PPMO dos casos em análise (SOUZA, 2001).

Existe a necessidade de padronização quanto à medida da produtividade para que haja a padronização tanto da entrada quanto das saídas dos dados. As principais regras para uniformização, são (SOUZA, 1996, apud OLIVEIRA, 2009):

- 1) deve-se calcular as horas de trabalho despendidas por uma equipe, que consiste de um encarregado e os membros da equipe sob seu comando;
- 2) horas de absenteísmo não são contadas;
- 3) pessoal de suporte somente é considerado quando seu trabalho é devotado exclusivamente à equipe em estudo.

O autor ainda aplica algumas particularidades aos dados de saída, como:

- 1) não são considerados os vãos de aberturas;
- 2) não são computados requadros dos caixilhos e portas;
- 3) diferentes camadas do revestimento são quantificadas em separado.

Note-se que a RUP diária pode variar bastante, de um dia para outro, podendo-se, ao se tomar o valor de um certo dia de trabalho, citar o valor mínimo (representante do melhor desempenho), o máximo (representante do pior desempenho), ou o potencial (diz respeito à produtividade que se pode conseguir corriqueiramente com a tecnologia e a forma de gestão disponíveis na obra em avaliação). Mais que isto, os dias com melhor desempenho apresentam RUPs menores que a RUP cumulativa (que avalia o conjunto de dias estudados), enquanto os dias piores apresentam RUPs maiores que a RUP cumulativa (SOUZA, 2012).

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

A empresa na qual foi realizado o estudo tem seus empreendimentos compreendidos no estado do Paraná, possuindo certificado nível A exigido pelo Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBPQ-H) e na maioria dos processos utiliza mão de obra própria, terceirizando apenas o processo construtivo de paredes em drywall. A obra analisada está situada na cidade de Maringá – PR, em bairro residencial, contendo 20 pavimentos e 2 subsolos, sendo 4 apartamentos de 65m<sup>2</sup> por andar.

Para se obter os dados relativos ao perfil da mão de obra, foi aplicado um formulário padronizado, onde os dados eram obtidos através de entrevista.

Os dados da produtividade foram obtidos através de visitas diárias ao empreendimento, geralmente no fim do expediente, para que os dados correspondessem à produção diária. Os dados foram então tratados para produzir os dados de RUP.

O assentamento do revestimento cerâmico era realizado por uma equipe de dois azulejistas. A equipe de apoio no térreo, encarregada de misturar a argamassa e transportar para os pavimentos superiores pelo elevador, não foi levada em consideração nos cálculos. A jornada normal de trabalho era de 7,5 horas de segunda-feira à sexta-feira.

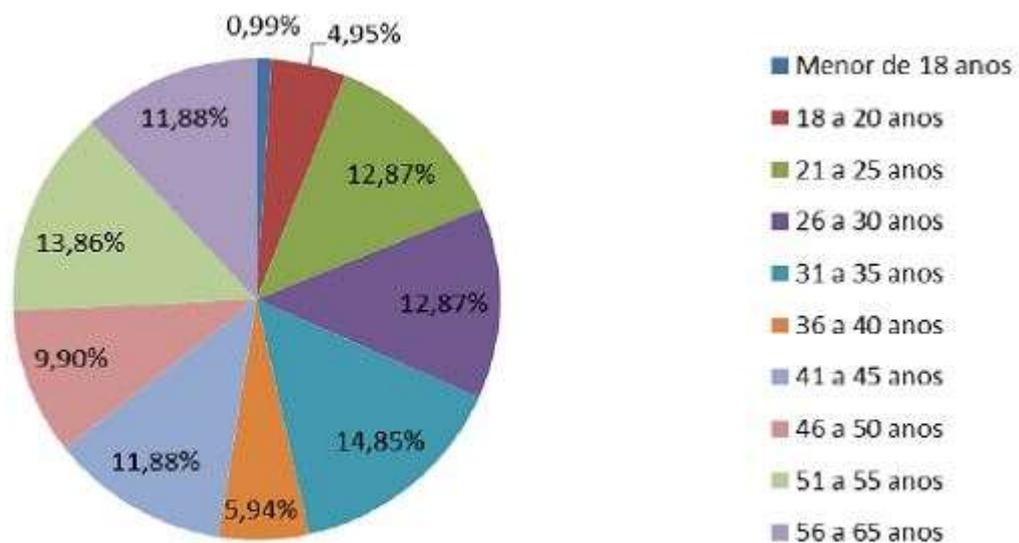
Foram determinados diferentes tipos de RUP em função do período de tempo, a RUP foi medida com base diária, calculada a partir dos valores de homens hora e quantidade de serviços relativos ao dia de trabalho em análise, e cumulativa, que foi utilizada para detectar tendências de desempenho dos serviços, sendo útil para fazer previsões. Foi calculada, também, a RUP potencial que não se associa a cada dia de trabalho, e sim, a produtividade potencialmente alcançável.

### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a aplicação dos questionários, totalizando 101, foi possível desenvolver gráficos que definissem melhor a mão de obra analisada.

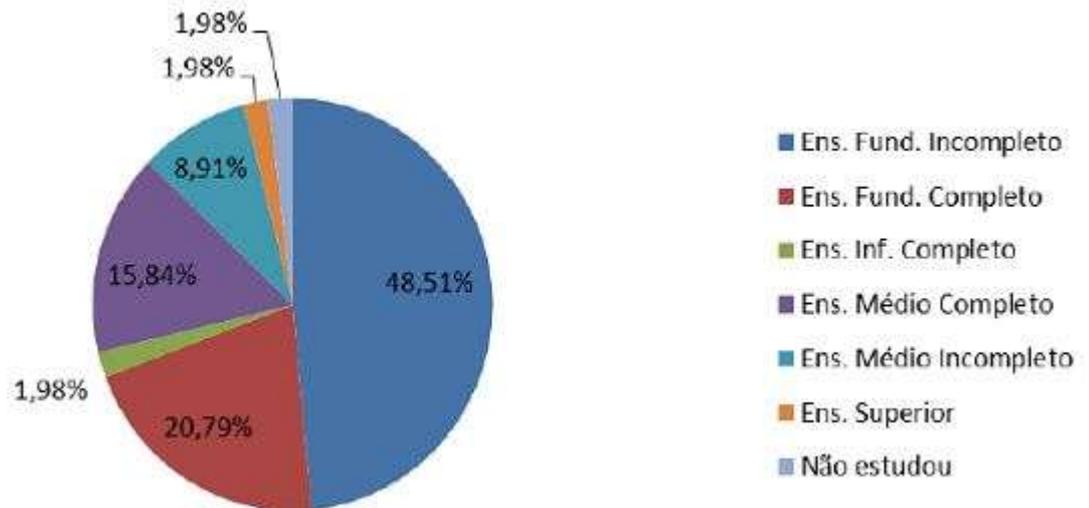
Com relação à idade dos trabalhadores, pode-se expressar no Gráfico 1, no qual percebemos que a maior porcentagem é de pessoas com 31 e 35 anos.

**Gráfico 1 – Faixa etária dos trabalhadores entrevistados**



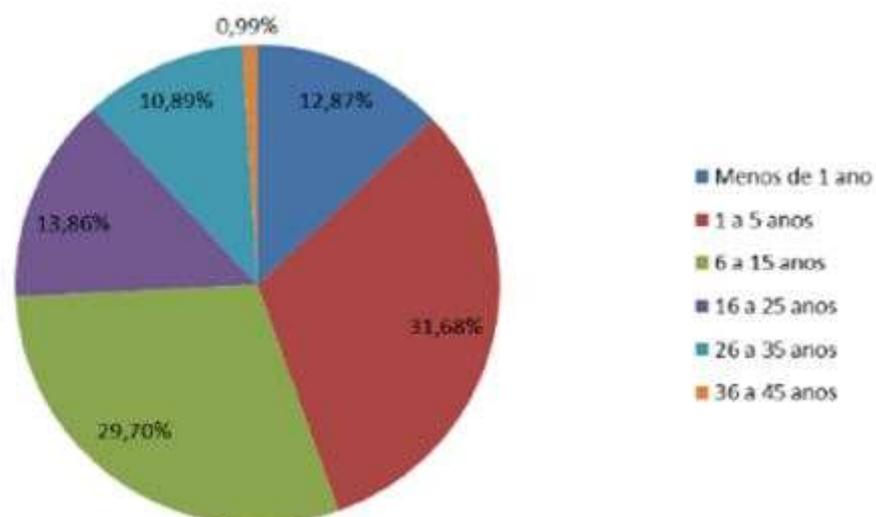
Quanto ao grau de escolaridade observa-se no Gráfico 2, que é visível a discrepância do nível educação formal dos trabalhadores da construção civil. Em análise dos resultados, tem-se o percentual de 48,51% dos operários entrevistados não completaram o ensino fundamental, visto que a maioria ingressou ao mercado de trabalho desde muito jovens.

**Gráfico 2 – Escolaridade dos trabalhadores entrevistados**



O tempo de serviço do trabalhador no mesmo cargo do setor, mostra a escassez de oportunidade de evolução na carreira, em grande parte dos casos, resultado da falta de treinamento oferecido aos trabalhadores. No caso do Gráfico 3 em estudo, o tempo menor que 1 ano de atuação no cargo, é cerca de 10,89% dos entrevistados, de 1 à 5 anos para 31,68%, entre 6 e 15 anos para 29,70% e 27,73% possuem mais de 16 anos no ramo, o que mostra que muitos têm ampla experiência no ramo.

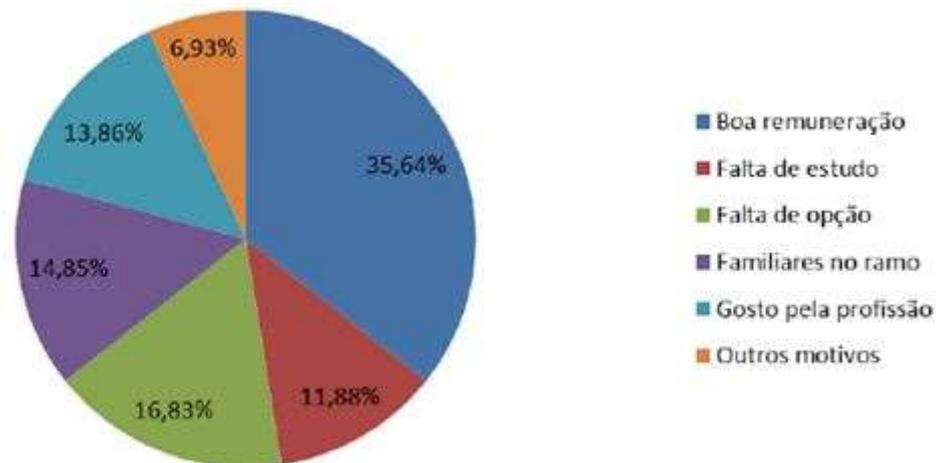
**Gráfico 3 – Tempo de trabalho na construção civil dos trabalhadores entrevistados**



O motivo de escolha pela construção civil demonstrado no Gráfico 4, foi pela boa remuneração em 35,64% dos casos, 11,88% pela falta de estudo, trabalhadores com falta opção são

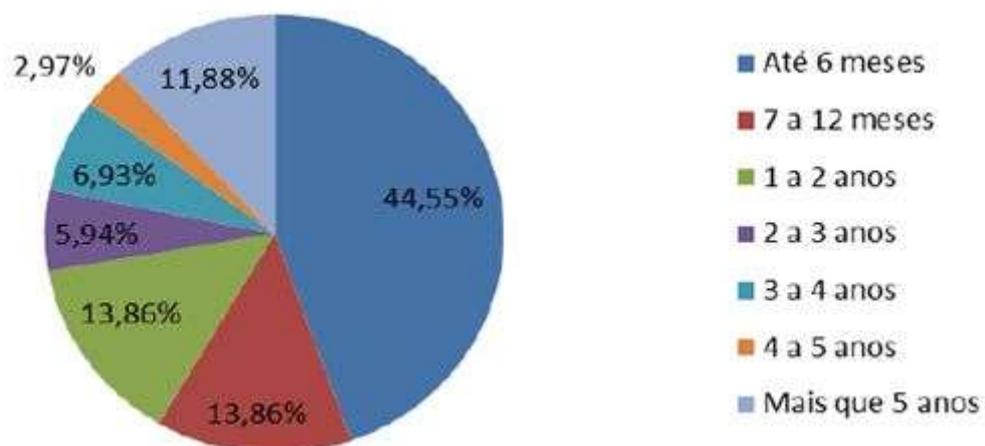
na quantia de 16,83%, 14,85% entraram por questão que tinham familiares trabalhando no ramo, e somente 13,86% começaram a trabalhar na construção civil por realmente gostar da profissão:

**Gráfico 4 – Motivo do ingresso dos trabalhadores entrevistados no setor da construção civil**



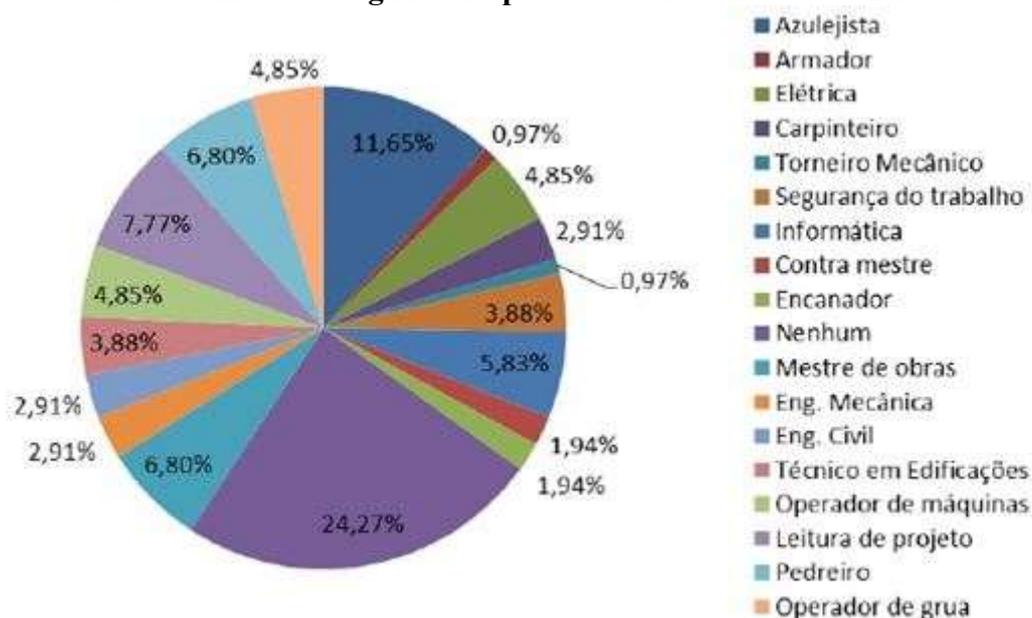
O Gráfico 5, diz respeito do tempo de serviço na mesma empresa, 44,55% dos entrevistados estão trabalhando no máximo 6 meses na construtora, 13,86% trabalham 7 a 12 meses, 13,86% estão se firmando na empresa, com permanência na construtora de até 2 anos, 6,93% trabalham de 3 a 4 anos, e somente 11,88% estão trabalhando a mais de 5 anos. A importância do alto tempo de permanência em um mesmo cargo transmite uma situação de responsabilidade.

**Gráfico 5 – Tempo de trabalho dos trabalhadores entrevistados na construtora atual**



Em vista de perceber qual é o interesse de crescimento dos operários, foi perguntado quais os cursos de interesse, indicado no Gráfico 6, e os que consideravam interessante para erguer suas carreiras, e em 24,27% dos casos, gostariam de aprender a ler projeto:

**Gráfico 5 – Cursos de interesse segundo respostas dos trabalhadores entrevistados**

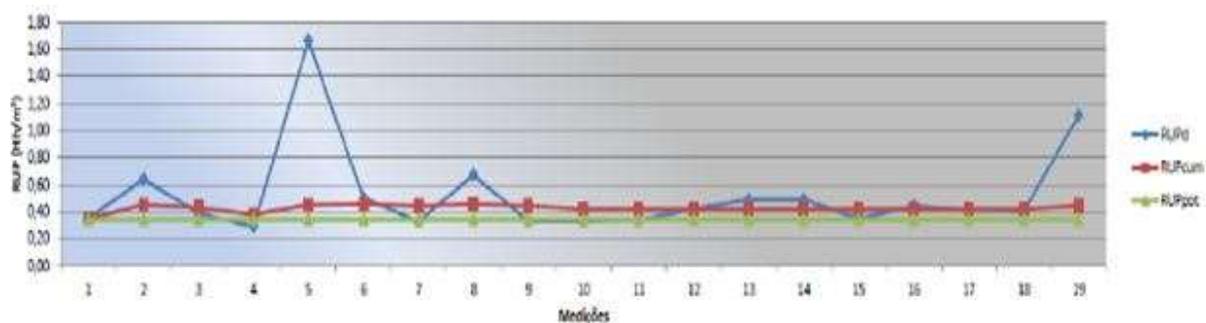


#### 4.1 Cálculo das razões unitárias de produção - RUP's

A partir dos dados coletados e processados, estes estão apresentados em forma de gráfico comparativo. Na Figura 1, está representado graficamente os valores das razões unitárias de produção diária em função das medições realizadas.

A produtividade foi somente calculada por Homem/hora, daqueles que eram da equipe de azulejista em análise, a equipe do térreo responsável pela elevação do material e mistura da argamassa não entrou nos cálculos.

**Figura 1 – RUP medida**



Analisando as RUP diárias, observa-se que nos dias 05 e 19 aconteceram algumas anormalidades, nos seguintes casos: atraso de instalação de drywall e atraso das equipes de outra etapa construtiva no pavimento superior, respectivamente.

A partir do dia 05, devido ao atraso da colocação dos painéis de drywall, o revestimento só era aplicado na parte dos banheiros, assim como nos dias 15, 16 e 17 houve um afastamento de um membro da equipe por motivo de doença, também se deve frisar que em um dos apartamentos do quarto pavimento, não foi realizado nenhum tipo de trabalho dos azulejistas, pois o dono do apartamento optou por aplicar outro tipo de azulejo, diferente do oferecido pela construtora, neste caso fica por responsabilidade do proprietário comprar e assentar os azulejos.

Levando esses valores em conta, encontra-se a produtividade de 0,40Hh/m<sup>2</sup>, que fica um pouco acima do esperado pela TPCO13, que diz que um bom desempenho para assentamento de revestimentos em área molhada é de 0,35Hh/m<sup>2</sup>.

Essa diferença pode ser explicada pelo fato do índice indicado pela TCPO13, leva em conta um alto número de serventes, frente de trabalho disponível e poucas peças a serem cortadas.

## 5. CONCLUSÃO

Nas situações de anormalidade de trabalho ou ausência parte da mão de obra, dos dias 15, 16 e 17, nota-se uma variação de 0,09Hh/m<sup>2</sup> entre esses dias, e em relação ao dia de melhor RUP uma variação de 0,06Hh/m<sup>2</sup>, mostrando que a equipe tinha uma meta por dia, independentemente do número de membros na equipe ou empecilhos. A produtividade indicada na TCPO13 é maior que a da obra analisada pelo fato de que leva em conta um alto número de serventes, frente de trabalho disponível e poucas peças a serem cortadas, características que não foram observadas na situação analisada.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Luís Otávio Cocito de; SOUZA, Ubiraceli Espinelli Lemes de. **A Produtividade da Mão de obra na Execução de Revestimentos de Argamassa**, 1998. Disponível em:

<> [http://otavio.pcc.usp.br/Artigos/Vit%C3%B3ria%201999%20-%20produtividade%20argamassas\\_.pdf](http://otavio.pcc.usp.br/Artigos/Vit%C3%B3ria%201999%20-%20produtividade%20argamassas_.pdf)  
Acesso em 08 abr. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 9000:2000**: Sistema de Gestão da Qualidade: Fundamentos e Vocabulário. Rio de Janeiro, 2004.

CARDOSO, Francisco F. **Organização e gestão da produção na construção civil**, 1998. Disponível em: <<http://www.allquimica.com.br/arquivos/websites/artigos/A-000252006528142052.pdf>>. Acesso em: 08 abr. 2013.

COSTA, Dayane Bastos. **Diretrizes para concepção, implementação e uso de sistemas de indicadores de desempenho para empresas da construção civil**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

GONZALEZ, Edinaldo Favareto; JUNGLES, Antônio Edésio. In: III Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção. **Análise de produtividade em uma obra planejada e controlada de forma sistêmica**, São Carlos, n. 42, set. 2003. Disponível em: < <http://edinaldogonzalez.com.br/art%20-%20produtividade.pdf>>. Acesso em: 08 abr. 2013.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil SINAPI Março de 2013.

OLIVEIRA, Fernando César Costa. **Avaliação da produtividade de mão de obra na execução de revestimento de argamassa**, 2009. Disponível em: < [http://www.deciv.ufscar.br/tcc/wa\\_files/TCC2009-FERNANDO.pdf](http://www.deciv.ufscar.br/tcc/wa_files/TCC2009-FERNANDO.pdf)>. Acesso em: 11 dez. 2013.

OLIVEIRA, Ricardo Rocha de. **Repetição e produtividade na construção civil: Estudo da execução de estruturas em edifícios**, 1997. Disponível em: < [http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1997\\_T3309.PDF](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1997_T3309.PDF)>. Acesso em: 08 abr. 2013.

PORTAL DA COPA, **Número de trabalhadores na construção civil dobra em cinco anos**. Disponível em: < <http://www.copa2014.gov.br/pt-br/noticia/numero-de-trabalhadores-na-construcao-civil-dobra-em-cinco>

anos> . Acesso em: 11 dez, 2013

SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de. **Como medir a produtividade da mão de obra na construção civil.** 2006. Disponível em:

<<http://www.gerenciamento.ufba.br/Disciplinas/Produtividade/como%20medir%20produtividade%20-%20Entac.pdf>>. Acesso em 08 abr. 2013.

SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de; ARAÚJO, Luís Otávio Cocito de. **Avaliação da gestão de serviços de construção.** 2003. Disponível em:

<<http://pcc2301.pcc.usp.br/pae2002%20e%202003/textos/Microsoft%20Word%20-%20AVALIA%C3%87%C3%83O%20DA%20GEST%C3%83O%20DE%20SERVI%C3%87OS%20DE%20CONSTRU%C3%87%C3%83O.pdf>>. Acesso em 08 abr. 2013.

TEIXEIRA, Luciene Pires; CARVALHO, Fátima Marília Andrade de. **A construção civil como instrumento do desenvolvimento da economia brasileira.** 2005. Disponível em:

<http://www.ipardes.pr.gov.br/ojs/index.php/revistaparanaense/article/view/138>. Acesso em 20 abr. 2013.



## **PERFIL TÉCNICO E GERENCIAL DE EMPRESAS SUBEMPREENHEIRAS DE MÃO DE OBRA: estudo de caso em uma obra da cidade de Maringá-PR**

**Fernanda de Oliveira Pereira<sup>39</sup>**

**Luci Mercedes De Mori<sup>40</sup>**

### **RESUMO**

O ambiente da indústria da construção civil é bastante competitivo sendo formado por empresas de tamanhos variados. As empresas que desejam atuar na indústria da construção civil precisam ter bem esclarecidos seus objetivos e suas estratégias de ação, para alcançarem algum resultado, sendo assim o objetivo desta pesquisa consiste em identificar o perfil técnico e gerencial das empresas subempreiteiras atuantes em uma obra na cidade de Maringá, analisando sua estrutura e também a relação destas com a empresa construtora. A pesquisa se baseou no levantamento de dados por meio de análise de documentos e realização de entrevistas. O objeto de estudo foi um grupo de 12 empresas subempreiteiras e a empresa construtora na qual elas atuam. Observou-se que a empresa construtora opta pela subcontratação, visando obter maior qualidade nas atividades executadas, menor tempo de serviço e menor custo, quando analisadas as subempreiteiras, observou-se que a maioria dos empresários tem baixo nível de formação escolar e atuam nesse setor tendo apenas experiências na prática. Através do estudo é possível afirmar que a terceirização de mão de obra na empresa tem ocupado um espaço muito grande, mas que ainda falta capacitação dos gestores das empresas empreiteiras quanto às questões gerenciais, o que pode ocasionar dificuldade para sua competitividade neste ambiente.

**Palavras-chave:** Perfil técnico e gerencial. Subcontratação de mão de obra. Terceirização de mão de obra.

---

<sup>39</sup> Acadêmica do Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Engenharia Civil-DEC, fer89\_op@hotmail.com

<sup>40</sup> Profa. Dra., Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Engenharia Civil-DEC, Immori@uem.br

## 1. INTRODUÇÃO

Com o aumento da necessidade de mão de obra qualificada no setor da construção civil, é cada vez mais difícil encontrar a parceria ideal, diante disso as empresas construtoras vêm adotando a estratégia de subcontratação, procurando garantia de serviço com qualidade, com as parcerias ideais, tendo assim serviço realizado dentro do prazo e muitas vezes com baixo custo.

A subcontratação é uma estratégia adotada por empresas que atuam na construção civil e, segundo Villacreses (1994), são raras as empresas construtoras que executam todas as suas atividades sem a contribuição de empresas subcontratantes.

Em pesquisa realizada pelo autor, em empresas construtoras na cidade de Porto Alegre-RS, constatou-se que do total da mão de obra empregada pelas empresas, apenas 37% era própria e 63% era subcontratada, já Trindade et al. (2001) realizaram pesquisa semelhante em Goiânia-GO e constataram que 60% das empresas pesquisadas subcontratavam algum tipo de serviço de execução.

As empresas construtoras se decidem por usar a estratégia de terceirização em função de determinadas razões, as quais para elas são vistas como vantagens. Brandli (1998), em pesquisa realizada com empresas construtoras em Florianópolis-SC, identificou as razões pelas quais as empresas decidiam por subcontratarem, são elas: estratégia da empresa; variabilidade da demanda de mercado; custo da estrutura gerencial para manter um quadro fixo de funcionários; serviços pontuais; obras com características particulares; dificuldade de relacionamento com a mão de obra; questão trabalhista.

Este trabalho dá enfoque ao perfil técnico e gerencial de empresas subempreiteiras de mão de obra atuantes em uma obra na cidade de Maringá-PR, tendo como base o estudo feito por outros autores em outros locais, para obter maior conhecimento sobre estrutura das empresas subempreiteiras e relação das mesmas com as empresas contratantes.

O mesmo descreve detalhadamente um estudo feito com uma empresa construtora, possibilitando o conhecimento de questões internas, como empresas que a mesma contrata para terceirização de mão de obra, e relação destas do ponto de vista das contratantes.

Por fim, o objetivo desse trabalho é identificar o perfil técnico e gerencial das empresas subempreiteiras de mão de obra que prestam serviços a uma empresa construtora atuante na cidade de Maringá, PR.

## 2. DESENVOLVIMENTO

### 2.1. Métodos

Esta pesquisa, quanto aos objetivos, se configura como uma pesquisa exploratória e descritiva. A abordagem de pesquisa utilizada é a qualitativa e o tipo de pesquisa é o levantamento. O objeto de estudo foi um grupo de 12 empresas subempreiteiras e a empresa construtora na qual elas atuam, tratando-se portanto de uma amostra não probabilística, viabilizada a partir do contato com uma empresa construtora que se utiliza da subcontratação de empresas subempreiteiras para a execução dos serviços.

A pesquisa apresenta três fases, sendo a identificação e estudos de teorias relacionadas ao tema, coleta de dados e, por fim, a análise dos dados. A identificação e estudo das teorias relacionadas aos temas propostos na pesquisa, tal como terceirização e subcontratação, foram feitos por meio de pesquisa bibliográfica em artigos, teses, dissertações e livros.

A segunda fase se constitui na coleta de dados por meio de análise da documentação relativa às Empresas Subempreiteira (qualificação, avaliação e contratos) e por meio de realização de entrevistas semi-estruturadas com representantes da Empresa Construtora e das Empresas

Subempreiteiras. Durante esse processo tomaram-se os devidos cuidados para não ocorrer influência do entrevistador sobre o entrevistado no momento da entrevista.

As entrevistas relativas à Empresa Construtora foram realizadas com a analista de recursos humanos responsável pela documentação e liberação dos subempreiteiros e funcionários destes na obra, com técnico de segurança responsável pela liberação da entrada de funcionários na obra de acordo com a vistoria dos atestados de saúde ocupacional (ASO) na obra e com engenheiro da obra.

As entrevistas com as Empresas Subempreiteiras foram feitas com os responsáveis pelas empresas subempreiteiras. As entrevistas com as empresas tiveram por objetivo esclarecer a visão das partes envolvidas na contratação, podendo assim atingir os objetivos gerais e específicos da pesquisa após a análise dos dados.

A terceira e última fase se constituiu da análise dos dados, com o auxílio de planilhas eletrônicas para tratamento dos dados, geração de gráficos e análises. Foi adotado o método de análise qualitativa de dados, tal análise leva em consideração a interpretação dos dados e análise das respostas obtidas nas entrevistas tornando-se um estudo descritivo.

## **2.2. Caracterização da empresa construtora e das empresas subempreiteiras**

A Empresa Construtora relacionada ao estudo atua no segmento de obras de Condomínios Residenciais de baixo custo, tendo como principal alvo o Programa Minha Casa Minha Vida. A empresa atua no mercado imobiliário desde 1979, e atualmente está presente em 120 cidades do Brasil, distribuídas em 18 estados. No que se refere ao sistema de gestão da qualidade, a empresa, tem certificação nível A do SiAC (Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil), um dos projetos do PBQP-H (Programa Brasileiro de Produtividade e Qualidade do Habitat) desde 2001 e possui também a certificação ISO 9001, norma que visa estabelecer critérios para um adequado gerenciamento do negócio tendo como foco principal a satisfação do cliente.

A pesquisa foi feita em uma obra de um condomínio residencial que possui 192 unidades habitacionais de um e dois dormitórios, com área variando de 40,51m<sup>2</sup> a 43,85m<sup>2</sup>. Essa obra foi escolhida para ser o objeto da pesquisa por utilizar-se de subcontratação em todas as etapas e ser acessível à pesquisadora.

A pesquisa contempla um grupo de doze empresas subempreiteiras com características diferenciadas, tais como: especialização em diversos serviços, desde atividades preliminares às atividades de acabamento, número de funcionários e tempo de serviço prestado à Empresa Construtora.

## **2.3. Resultados e discussão**

Neste item serão apresentados os resultados e análises referentes a esta pesquisa.

### **2.3.1. Referentes à empresa construtora**

Com relação à postura da empresa construtora, observa-se que a empresa tem estabelecido procedimentos para garantir que os funcionários das empresas subempreiteiras recebam todos os direitos e tenham condições adequadas para trabalho e moradia, garantindo ambiente seguro dentro e fora da empresa. As auditorias são feitas em diversos setores da empresa para verificar as condições a que os funcionários dos subempreiteiros estão submetidos.

De maneira geral, a obra opta pela subcontratação por ser essa a diretriz definida pela empresa, a qual nos últimos anos tem adotado a subcontratação como principal estratégia visando principalmente a obtenção da qualidade especificada e garantir o prazo de execução das obras fixados pela gestão da empresa, seguindo os procedimentos definidos pelo seu sistema de gestão da

qualidade, sendo assim observa-se que a obra opta pela subcontratação em grande parte das atividades, desde fundação até a pintura, portando pode-se dizer que a obra está relativamente de acordo com os dados obtidos em pesquisa realizada por Pereira e De Mori (2011), que apurou como os principais motivos para subcontratar: a mão de obra qualificada, o prazo para entrega dos serviços e menor custo.

Serra (2001) coloca como principal critério utilizado pelas construtoras para seleção das subempreiteiras a serem contratadas a qualificação da empresa subempreiteira bem como a qualificação dos funcionários desta. Esta pesquisa confirma a visão dessa autora na medida em que a construtora afirma que para a contratação as construtoras observam principalmente a qualidade da mão de obra e as referências da empresa em questão juntamente com prazo para entrega e custo do serviço e com os requisitos pré-estabelecidos pelo sistema de qualidade SiAC/PBQP-H.

Com relação à fiscalização das atividades, tanto as empresas subempreiteiras como a empresa construtora apontaram a mesma resposta, ambos dizem que os serviços são executados e conferidos pelos responsáveis da empresa construtora, desde encarregados ao engenheiro, os requisitos do sistema de qualidade ainda exigem uma avaliação dos subempreiteiros, sendo essas realizadas entre períodos curtos de tempo, podendo ser considerada como a avaliação de desempenho citada por Serra (2001).

A teoria faz menção as vantagens e desvantagens observadas pelas empresas construtoras, Pereira e De Mori (2011) em sua pesquisa apresentou como vantagens vistas pelas construtoras participantes da pesquisa os ganhos de flexibilidade, a otimização dos serviços e a redução do número de empregados diretos, e como desvantagens apresentou a dificuldade de encontrar a parceria ideal e o aumento da dependência de terceiros, visto isso pode-se dizer que esta pesquisa condiz com a realidade, já que os fatos apresentados em pesquisas realizadas anteriormente são coerentes com os resultados apresentados nesta pesquisa.

Grande parte das vantagens citadas nas entrevistas são mencionadas por outros autores, estes responsáveis por estudos do mesmo caráter que este, mas em outros locais, mostrando que de modo geral que as percepções dos responsáveis pela obra em estudo não difere das demais localidades.

### 2.3.2. Referentes às subempreiteiras

Quanto aos resultados relacionados às empresas subempreiteiras participantes da pesquisa, pode-se caracterizá-las como empresas de pequeno porte, fundadas a menos de dez anos, em sua maioria gerenciadas por pessoas com baixa escolaridade, que buscando salário melhor e maior liberdade, optaram por abrir a própria empresa, nenhum dos subempreiteiros fez menção a existência de escritório ou estrutura física para espaço administrativo, sendo portanto uma organização informal, na qual o responsável organiza as atividades dos funcionários entre as obras nas quais atuam e delegando a eles responsabilidades e atribuições (cargos) nas obras.

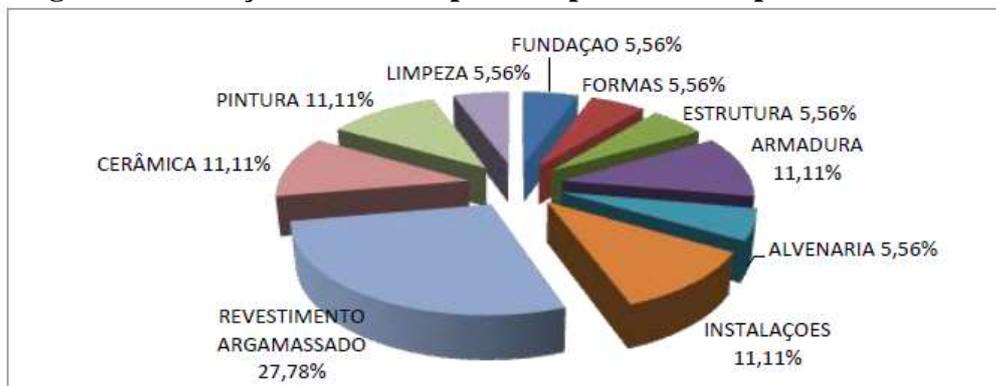
Com o objetivo de melhor entendimento a análise dos dados das empresas subempreiteiras será realizada comparando item a item.

#### a) Serviços de execução das empresas subempreiteiras

Quando trata-se dos serviços executados pelas empresas subempreiteiras, a variação de serviços foi muito ampla, isso se deve ao fato da pesquisa ter sido realizada com subempreiteiros que atuaram desde a fundação até a fase de acabamento, a Figura 1 apresenta o percentual de serviços executados pelas empresas subempreiteiras.

Analisando a Figura 1 observa-se a predominância de empresas executando serviços de revestimento argamassado, isso se dá devido a maior rotatividade de empresas executando este tipo de serviço, enquanto outros serviços como fundação, fôrmas, estrutura, alvenaria e limpeza foram executados por apenas uma empresa subempreiteira.

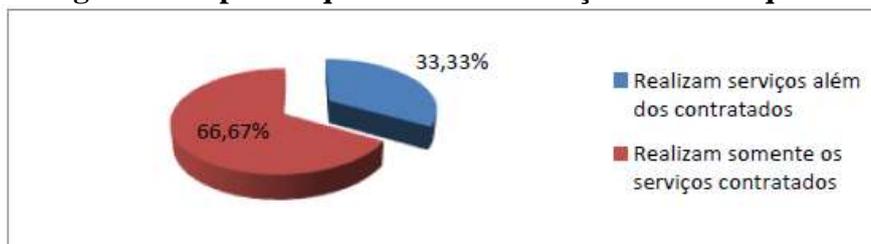
**Figura 1 – Serviços executados pelas empresas subempreiteiras na obra**



Fonte: Os Autores (2013)

A Figura 2 apresenta o percentual de empresas subempreiteiras que tem mão de obra qualificada para execução de serviços diferentes dos contratados pela empresa construtora, mostrando que a maioria das empresas subempreiteiras participantes da pesquisa tem capacitação somente para realizar os serviços que foram contratados pela empresa construtora, enquanto as outras realizam outro tipo de serviço, sendo que estas atuam em outras construtoras além da construtora participante da pesquisa no momento desta.

**Figura 2 – Porcentagem de empresas que executam serviços além dos que foram contratados**



Fonte: Os Autores (2013)

#### b) Nível de educação formal dos subempreiteiros

Quando analisado o nível de educação formal dos subempreiteiros observa-se o baixo grau de escolaridade, a Figura 3 apresenta o percentual destes dados, a maioria dos subempreiteiros tem ensino médio concluído ou iniciado, com relação ao ensino superior, apenas um dos subempreiteiros o iniciou, mas não o concluiu, tratando-se de cursos profissionalizantes apenas dois subempreiteiros afirmaram tê-los feito, sendo estes as subempreiteiras 2 e 3 que executam serviços de instalações hidráulica e elétrica, respectivamente.

**Figura 3 – Escolaridade dos subempreiteiros**

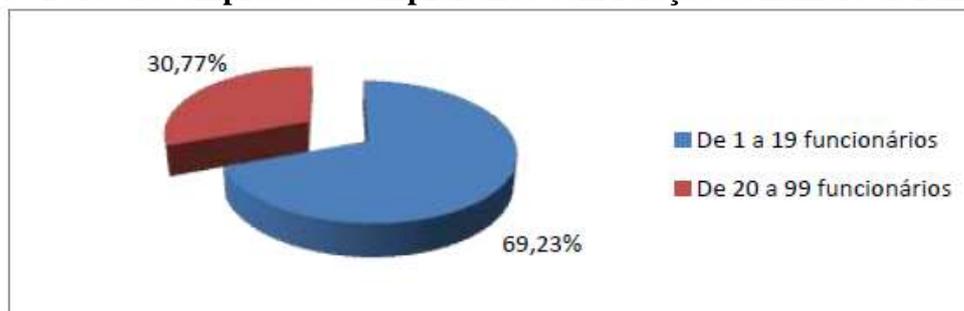


Fonte: Os Autores (2013)

c) Origem e organização das empresas subempreiteiras

A análise deste tópico se refere ao ano de fundação, número de funcionários das empresas e distribuição dos cargos, a Figura 4 apresenta o porte das empresas com relação ao número de funcionários, a divisão se baseia em empresas de 01 a 19 funcionários e empresas com mais de 20 funcionários, classificando assim a maioria das empresas em microempresas de acordo com o critério SEBRAE (1999).

**Figura 4 – Porte das empresas subempreiteiras com relação ao número de funcionários**



Fonte: Os Autores (2013)

Quanto ao ano de fundação da empresa, pode-se dizer que o grupo se caracteriza por empresas que estão a pouco tempo no mercado de trabalho, sendo a mais antiga a subempreiteira 6 fundada em 2007, tendo apenas 6 anos de existência, como apresentado no Quadro 1.

**Quadro 1 – Ano de fundação das empresas subempreiteiras**

<b>Empresas Subempreiteiras</b>	<b>Ano de fundação</b>
S1	2011
S2	2011
S3	2010
S4	2012
S5	2011
S6	2007
S7	2012
S8	2009
S9	2008
S10	2011
S11	2012
S12	2009

Fonte: Os Autores (2013)

No Quadro 2 observa-se a distribuição das categorias profissionais dentro das empresas, mostrando a simplicidade nos níveis hierárquicos dentro das empresas, visto que somente a subempreiteira 9 apresenta cargos elevados como mestres de obra e contra mestres, as demais empresas se dividem apenas nas categorias básicas de oficial e meio-oficial em atividades executadas por elas.

Sendo assim, pode-se caracterizar as empresas subempreiteiras participantes da pesquisa como microempresas, fundadas em um período curto de tempo, na qual os cargos são divididos em cargos de execução de serviços como oficial e meio-oficial não apresentando uma estrutura complexa de gerenciamento para o subempreiteiro.

**Quadro 2 – Distribuição de categorias profissionais nas empresas subempreiteiras**

<b>Empresas Subempreiteiras</b>	<b>Distribuição de cargos das Empresas</b>
1	Carpinteiro, pedreiro e ajudante
2	Oficial e meio-oficial
3	Oficial, meio-oficial e auxiliar
4	Oficial
5	Pedreiro, servente, ajudante e armador
6	Gesseiro e servente
7	Pedreiro e servente
8	Pedreiro, servente, carpinteiro e armador
9	Mestre de obra, contra mestre, supervisor, oficial, meio-oficial e servente
10	Pedreiro, montador, operador de betoneira e encarregado
11	Pintor e encarregado
12	Pintor, auxiliar de pintura e auxiliar de limpeza

Fonte: Os Autores (2013)

### 2.3.3. Pontos observados pelas empresas construtoras para contratar uma empresa subempreiteira

Pode-se dizer que os subempreiteiros de certa forma pensam de forma semelhante a empresa construtora, considerando o fato de que eles analisam a opção das construtoras pela subcontratação da mesma forma que a própria construtora, sendo que a construtora afirma na pesquisa que opta pela subcontratação, visando encontrar maior qualidade nas atividades, menor tempo de serviço e menor custo, respostas obtidas na maioria das entrevistas realizadas com os subempreiteiros.

Com relação às vantagens observadas pelas empresas subempreiteiras na terceirização de mão de obra, observa-se a questão financeira como principal, pois dentre as principais respostas obtidas na pesquisa, a que aponta a questão salarial possuiu mais de 60% das respostas, enquanto as demais opções aparecem em 10% dos casos. As demais opções foram: oferta de serviço, maior liberdade, lucro rápido, melhorias para os funcionários e nenhuma vantagem.

Analisando as desvantagens observadas pelas empresas subempreiteiras na terceirização de mão de obra, obteve-se uma maior variação nas respostas. Observa-se principalmente a preocupação dos empreiteiros com os encargos sociais e a desvalorização dos serviços por parte das empresas construtoras, seguidos da dificuldade em lidar com os funcionários, más condições de trabalho e pelos preços pagos pelas construtoras.

## 3. CONCLUSÃO

A maneira como os processos de terceirização e subcontratação ocorreram no setor da construção civil propiciou o surgimento de subempreiteiros tecnicamente e gerencialmente despreparados que para manter a sobrevivência da empresa buscam formas de competir no mercado, como observado na análise dos resultados apresentados, tanto a empresa construtora como as empresas subempreiteiras veem o preço como uma das principais características para contratação, o que as vezes ocasiona a baixa dos preços cobrados pelos subempreiteiros podendo acarretar até a falência da empresa.

As empresas subempreiteiras participantes da pesquisa podem ser caracterizadas como empresas de pequeno porte, sendo a estrutura baseada apenas em funções exercidas dentro da obra, com baixo nível de capacitação, com exceção aos subempreiteiros de instalações hidrossanitárias e

elétricas, nenhum dos outros apresenta qualquer tipo de curso profissionalizante, sendo a maioria ex-funcionários do setor com ensino médio concluído ou iniciado.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos à empresa construtora e às empresas subempreiteiras, e aos seus respectivos Profissionais, por participarem da pesquisa, possibilitando sua realização.

## **REFERÊNCIAS**

BRANDLI, L. L. **A estratégia de subcontratação e as relações organizacionais na construção civil de Florianópolis**. 1998. 147f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 1998.

PEREIRA, F. O., DE MORI, L. M. SUBCONTRATAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL: Características da relação entre subempreiteiros e empresas construtoras. In: ENCONTRO TECNOLÓGICO DA ENGENHARIA CIVIL E ARQUITETURA, 8, 2011, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 2011.

SERRA, S. M. B. **Diretrizes para gestão dos subempreiteiros**. 2001. 360 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade de São Paulo. São Paulo. 2001.

TRINDADE, D. C.; OLIVEIRA, R. H. C. G.; MACHADO, R. L. A terceirização na construção civil em Goiás. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2001, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: ANTAC, 2001.

VILLACRESES, X.E.R. **Análise estratégica da subcontratação em empresas de construção de pequeno porte**. 1994. 109 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 1994.



## **PLANEJAMENTO DA EXECUÇÃO DE CONJUNTO HABITACIONAL DE INTERESSE SOCIAL PELO MÉTODO DA LINHA DE BALANÇO: Estudo de caso**

**Jaqueline Mantovani Vicentini**<sup>41</sup>

**Luci Mercedes De Mori**<sup>42</sup>

### **RESUMO**

A construção civil procura pela eficiência na produção, o que faz com que haja uma busca pela otimização do processo construtivo. Entre as formas de aperfeiçoar esse processo, a principal é o Planejamento e Controle da Produção, pois permite prever a coordenação e execução de serviços, fazendo cumprir prazos estipulados, com qualidade e organização nos serviços. A filosofia *Lean Construction* tem como base introduzir benefícios, através de seus princípios, melhorando a eficiência do sistema de produção. Alinhada a esta filosofia existe a técnica de planejamento conhecida como linha de balanço, aplicada a obras em que exista a repetição de atividades. Os conjuntos de habitações de interesse social têm a característica de serem obras de natureza repetitiva, o que torna favorável o uso da técnica da linha de balanço. O presente trabalho tem por objetivo planejar a execução de um conjunto habitacional de interesse social, com 175 unidades unifamiliares térreas, com o método da linha de balanço. O planejamento será elaborado a partir de dados coletados em obra, a respeito da produtividade, duração das atividades, configuração das equipes e sequenciamento de produção. Com o planejamento da obra analisada e o planejamento estudado foi possível verificar as vantagens que o último proporciona no acompanhamento, na produtividade e controle da obra, trazendo melhorias para uma construção mais enxuta e a possibilidade de tomar decisões antecipadas.

**Palavras-chave:** Programação. *Lean Construction*. Produtividade.

---

<sup>41</sup> Acadêmica do Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Engenharia Civil-DEC, jaqueline\_vicentini@hotmail.com

<sup>42</sup> Profa. Dra., Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Engenharia Civil-DEC, Immori@uem.br

## 1. INTRODUÇÃO

Entende-se como *deficit* habitacional as carências habitacionais de uma determinada sociedade não restritas à falta de moradias, mas também relacionadas às péssimas condições das unidades habitacionais existentes (Caixa Econômica Federal, 2012). Não existe consenso sobre o número do *deficit* habitacional no Brasil, pois segundo a Caixa Econômica Federal (2012, p.22) “As diferenças metodológicas entre as instituições que calculam o *deficit* ou demanda habitacional geram distorções nas estimativas que, entre 2000 e 2007, variavam de 3 a 14 milhões de unidades habitacionais.”

Para reduzir o grande *deficit* habitacional brasileiro foi criado pelo Governo Federal um programa que pretende construir dois milhões de unidades habitacionais até o ano de 2014. Este programa, chamado “Minha Casa Minha Vida”, de acordo com a Caixa Econômica Federal (2013), oferece facilidades na compra dos empreendimentos, reduzindo o valor de seguros habitacionais, proporcionando descontos e subsídios. A primeira fase do programa tinha a meta de construir um milhão de moradias iniciando em março de 2009, hoje ela foi estendida para dois milhões com meta até 2014.

As empresas construtoras participam do programa por meio de licitações. Nesse processo se estabelece um contrato definindo as características do produto e as condições de entrega, dentre elas está a fixação do prazo de finalização do empreendimento. Com isso, tais empresas devem cada vez mais buscar alternativas para melhorias e assim atingir os resultados acordados.

A melhoria nos resultados não está ligada apenas à melhoria dos materiais e componentes utilizados ou às exigências dos clientes, mas a principal melhoria é nos processos, que permitem um aumento na produção e redução de custos, prazos e problemas, pós obra (MARTINES, 2006).

Para tanto é necessário que a etapa de planejamento de obras seja muito bem elaborada, pois, segundo Maggi, Santos e Barbosa (2008, p.123), “O pensamento moderno sobre planejamento o entende como processo de análise e controle organizacional, focado na minimização de riscos e incertezas.”

Uma filosofia de produção que resume essas necessidades é a *Lean Construction*, também conhecida como Construção Enxuta, pois ela “busca agregar ao modelo de produção da construção civil os princípios da indústria de manufatura japonesa, baseado na produção enxuta ou sem perdas.” (ROCHA, 2009, p. 37).

Para aplicação da filosofia da construção enxuta pode-se utilizar o método de planejamento denominado Linha de Balanço que, de acordo com Matos (2006, p. 30) “é aplicada para programar atividades repetitivas que venham a ocorrer ao longo de vários postos de trabalho em um canteiro de obras”.

O método da linha de balanço, também conhecido como tempo-caminho, é uma técnica de planejamento do tempo utilizada para construções que possuam situações com atividades repetitivas. Alguns exemplos de obras com essas características são edifícios de múltiplos pavimentos, sendo a unidade de repetição os pavimentos; conjuntos residenciais populares nos quais há a repetição de várias unidades de moradias; construção de túneis, que são realizados com a colocação de vários anéis; estradas com a unidade repetitiva quilômetros; redes de saneamento considerando as juntas ou comprimento como repetição.

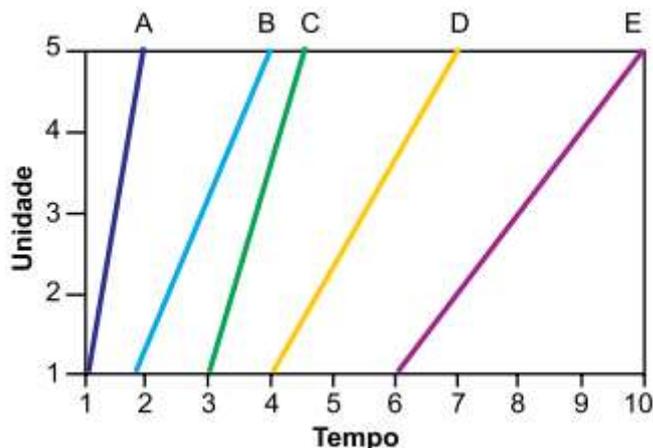
Para Souza e Monteiro (2011, p.5),

A utilização desta técnica permite um maior entendimento da relação entre atividades na medida em que é bastante simples perceber rapidamente o que está a acontecer no projeto e fazer a comparação com o avanço real dos trabalhos. A técnica representa sobretudo uma mais-valia na otimização e controle da produção.

Vargas et al. (1997) salientam que tal método tem como proposta a manutenção da continuidade das tarefas propiciando um melhor gerenciamento, o efeito aprendizado, a redução das perdas e facilitando a busca pela qualidade.

Para Limmer (2010, p. 51), “Essa técnica consiste basicamente em traçar, referidas a um par de eixos cartesianos, linhas que representam, cada uma delas, uma atividade e seu respectivo andamento”. Na Figura 1 é mostrada a representação do gráfico, que possui no eixo das abscissas o tempo e no eixo das ordenadas a unidade de repetição utilizada no processo. As letras A, B, C, D, E e as cores são as representações dos processos.

**Figura 1** – Gráfico de linha de balanço

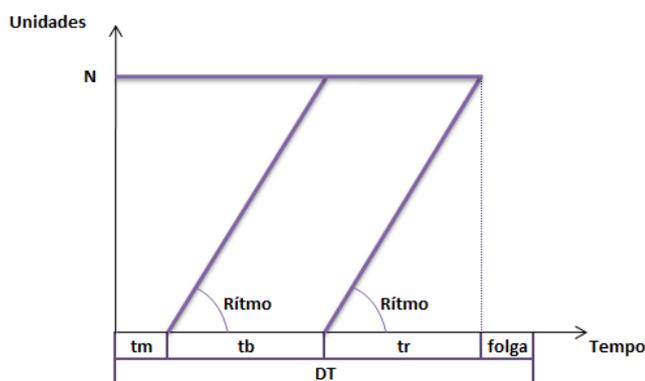


Fonte: Maggi, Santos e Barbosa (2008)

De acordo com Maggi, Santos e Barbosa (2008, p.124), “Este é um método de planejamento do tempo que apresenta claramente o ritmo de produção, mostra facilmente possíveis interferências entre atividades e permite detectar gargalos com clareza.”.

O ritmo das atividades que serão executadas é representado pela declividade das retas do gráfico, ele pode ser prefixado ou calculado em função do consumo de energia que cada atividade demanda, da produtividade de mão de obra e da composição das equipes que a executarão (LIMMER, 2010). A Figura 2 ilustra os elementos para cálculo do ritmo.

**Figura 2** – Elementos para obtenção do ritmo



Fonte: Adaptado de Maggi, Santos e Barbosa (2008)

Partindo-se destas considerações pode-se concluir que o ritmo (R) da obra pode ser calculado a partir da Equação (1).

$$R=(N-1)/(DT-folga-tm-tb) \tag{1}$$

Sendo que:

N: número de unidades de repetição;  
DT: duração total da obra;  
folga: período destinado a contratemplos;  
tm: tempo de mobilização, período destinado a atividades não repetitivas;  
tb: tempo de base, tempo de execução de uma unidade.

Este método de planejamento é uma escolha perfeitamente adequada ao programa criado pelo Governo Federal, pois se trata de produção em massa, com repetições da construção de casas e apartamentos, que se reproduzem tanto em número de pavimentos quanto de blocos em um mesmo condomínio.

Dentro desse contexto, o presente trabalho tem por objetivo planejar a execução de um conjunto habitacional de interesse social, com 175 unidades unifamiliares térreas, com o método da linha de balanço a fim de que se possa tecer um comparativo entre este e o método que está sendo usualmente utilizado para esta finalidade.

## **2. DESENVOLVIMENTO**

### **2.1. Métodos**

Os procedimentos metodológicos para execução da pesquisa compreendem as fases de coleta de dados, planejamento e análise.

Para poder desenvolver o planejamento pelo método da linha de balanço, realizou-se um estudo de caso em uma obra de um conjunto habitacional de casas térreas unifamiliares de interesse social, composto por 175 unidades, na cidade de Maringá-PR.

Primeiramente definiram-se quais seriam os serviços a serem realizados, o que deu origem à estrutura analítica de projeto e suas precedências, para então se realizar a coleta de dados, a qual foi feita através de um acompanhamento da execução dos serviços na obra para se obter as durações dessas atividades. Foram observadas também as equipes de trabalho que costumavam executar as atividades, possibilitando o uso de dados reais do empreendimento na elaboração do planejamento proposto.

Algumas informações referentes às primeiras unidades, as quais não foram acompanhadas pela autora do presente trabalho, foram obtidas por meio de documentos da obra elaborados pelos funcionários. O cronograma real e os reprogramados da obra foram fornecidos pelo engenheiro responsável. Entrevistaram-se o encarregado da obra e o engenheiro residente para obter informações a respeito das dificuldades encontradas no desenvolvimento do empreendimento.

Procedeu-se à análise dos dados obtidos para uma melhor organização e elaboração do planejamento estudado. A partir da sequência estudada para elaboração do planejamento pela técnica da linha de balanço, elaborou-se o planejamento. Para facilitar a análise também foi elaborado um cronograma de Gantt a partir do planejamento da linha de balanço, deixando o planejamento real visualmente igual ao proposto. Assim foi possível identificar diferenças, facilidades e dificuldades existentes no planejamento utilizado na obra e no realizado para estudo.

### **2.2. Resultados e discussão**

O método de elaboração da técnica linha de balanço será apresentado a seguir juntamente com as características da obra estudada com o objetivo de analisar as vantagens e desvantagens atribuídas a esta técnica.

### 2.2.1. Características da obra

Para a realização do estudo de caso, foi escolhida uma obra situada na cidade de Maringá no estado do Paraná, executada por uma empresa local, com 36.651,66 m<sup>2</sup> de área de terreno, 7.337,75 m<sup>2</sup> de área total construída, sendo 175 unidades habitacionais com 41,93 m<sup>2</sup> cada.

O empreendimento é concebido para atender famílias com baixa renda, possuindo assim um caráter social. Cada unidade habitacional é dotada de sala, cozinha, dois quartos e um banheiro. O processo construtivo é constituído por alvenaria de vedação em blocos cerâmicos, respaldada por vigas, pilares e lajes em concreto armado, com vergas nos vãos, cobertura em estrutura de madeira com telhas de barro e piso cerâmico.

O prazo de construção inicialmente estipulado foi de 10 meses, começando a obra no mês de novembro de 2012 e finalizando as atividades no mês de agosto de 2013. A empresa utilizou-se apenas de um cronograma de Gantt para o planejamento da obra, o qual é apresentado no Anexo A.

No período em que os dados começaram a ser coletados estavam sendo executadas todos os tipos de atividades, desde a fundação até o acabamento final, visto que a obra possui muitas unidades. Assim foi possível acompanhar a obra para coletar os dados reais de duração das atividades e configuração das equipes.

### 2.2.2. Sequenciamento da produção

Como mencionado anteriormente, a empresa utilizou para o planejamento da obra, o cronograma de Gantt, que aponta, de forma bastante agregada, as atividades que serão executadas em cada mês e os respectivos custos. Os custos não foram apresentados no cronograma anexo a pedido da construtora.

Para a realização dos serviços a construtora dispôs de uma equipe de funcionários da própria empresa e contratou o serviço de quatorze empreiteiras, sendo que dez foram responsáveis pela construção em geral das unidades residenciais, e quatro por serviços específicos, como montagem das armaduras, instalações elétricas, instalações hidrossanitárias e pintura.

As unidades residenciais são distribuídas em seis quadras, numeradas como 39, 40, 41, 44, 45 e 48. Por isso cada empreiteiro ficou responsável por um número de casas em determinada quadra, para poder controlar quem realizou o serviço e onde.

O ataque a obra não foi feito por todos empreiteiros de uma só vez, as contratações foram ocorrendo durante a execução dos trabalhos. Os quatro meses iniciais, contou apenas com cinco equipes de trabalho. Em fevereiro e março existiam oito empreiteiras responsáveis pelos serviços gerais, somente a partir de abril é que todas as empreiteiras estavam presentes no canteiro. Os responsáveis pelas instalações elétricas e hidráulicas iniciaram os trabalhos no mês de março e os da pintura apenas em junho.

Havia uma central de armação, onde foram feitas as amarrações das armaduras para as vigas, pilares e outros elementos, portanto a mesma equipe era responsável pela montagem da armadura da estrutura de todas unidades residenciais. Costumava-se encontrar no canteiro de obras uma equipe de sete trabalhadores que realizavam tal atividade, mas isso ocorria quando a demanda na obra estava grande, quando se começou a reduzir o número de funcionários para o serviço foi se diminuindo a equipe para não haver ociosidade.

O concreto utilizado na obra era usinado, dificilmente era necessário fazê-lo na obra, apenas em caso em que a quantidade necessária era muito pequena.

Não houve planejamento para se determinar as sequências das atividades a serem seguidas, ficou a critério da equipe de empreiteira responsável e dos recursos financeiros que a construtora fosse liberando. Era dever da empreiteira distribuir os serviços entre seus funcionários, o importante era cumprir o prazo e a qualidade estabelecidos em contrato.

### 2.2.3. Elaboração do planejamento por linha de balanço

Com a finalidade de analisar a aplicação desse tipo de planejamento foi escolhido o empreendimento estudado para assim poder analisar as vantagens e desvantagens frente ao que foi usado na obra.

O primeiro passo para elaboração do planejamento pelo método da linha de balanço é decidir qual é a unidade de repetição, no caso estudado a unidade básica adotada foi a casa. Porém para a execução da obra existem vários serviços iniciais a serem considerados, que não são repetitivos, são eles limpeza do terreno, execução das instalações provisórias e preparação do terreno, essas atividades fazem parte do que se denomina de tempo de mobilização. De acordo com registros feitos pelos engenheiros e mestres de obras o tempo de mobilização (tm) deste empreendimento foi de 20 dias.

Através das observações feitas em obra e dados já registrados, fez-se a média dos trabalhadores que atuavam em cada atividade, podendo-se assim determinar a quantidade de profissionais utilizada em cada serviço. Visto que a obra possuía uma central de armação, e não uma quantidade de armador por atividade que necessita do serviço, esse profissional foi representado apenas na atividade da estrutura, para evitar contratações ociosas.

A Tabela 1 apresenta a duração das atividades, que foram obtidas a partir da média de produtividade das equipes de trabalho, respeitando as precedências normais à execução da obra. As durações são referentes ao tempo necessário para fazer cada uma das atividades em uma casa, por uma equipe de trabalho.

**Tabela 1 – Duração das atividades**

Item	Atividades	Durações (dias)
1	Locação da Obra	0,5
2	Estacas	2
3	Vigas Baldrames	3
4	Alvenaria	7
5	Estrutura	6
6	Oitão	1
7	Cobertura	3
8	Esquadrias	3
9	Instalações Hidrossanitárias	4
10	Instalações Elétricas	4
11	Revestimento Interno	5
12	Revestimento Externo	4
13	Contrapiso	2
14	Calçada	1
15	Azulejo	1
16	Piso Cerâmico	2
17	Forro de PVC	0,5
18	Pintura Esquadrias	0,5
19	Vidros	0,5
20	Pintura Interna	2
21	Pintura Externa	2
22	Louças e Metais	0,5
23	Acabamento Elétrico	0,5
24	Serviços Complementares	0,5
<b>Tempo de Base (tb)</b>		<b>55,5</b>

Para calcular a duração total do empreendimento além dos dados já apresentados é necessário atribuir alguns dias para possíveis contratempos ou atrasos. Como durante o acompanhamento da obra foram observados vários dias de chuva foi considerado 30 dias da programação para absorção de possíveis problemas.

O prazo máximo de duração da obra foi estipulado por fatores externos à empresa, sendo de 10 meses. De acordo com o calendário, nos 10 meses estipulados haverá um total de 226 dias úteis como duração total (DT). Desconsiderando da duração total 20 dias para o tempo de mobilização (tm), 30 dias de folga para absorver possíveis contratempos e 7 dias para a cura parcial do concreto, resta um total de 169 dias para absorver o tempo de base (tb) e o tempo restante (tr).

O ritmo das atividades que serão executadas é calculado através da declividade das retas do gráfico da linha de balanço.

Aplicando-se a Equação (1) chega-se ao valor de ritmo de 1,53 casas/dia. Para facilitar adota-se como ritmo de trabalho o valor inteiro mais próximo, ou seja, 2 casas/dia. Na Tabela 2 mostra-se quantas equipes serão necessárias em cada atividade para cumprir o ritmo estipulado.

**Tabela 2 – Número de equipes de trabalho**

Item	Atividades	Número de Equipes	Funcionários por Equipe	Total por Atividade
1	Locação da Obra	1	3	3
2	Estacas	4	3	12
3	Vigas Baldrames	6	3	18
4	Alvenaria	14	3	42
5	Estrutura	12	5	60
6	Oitão	2	3	6
7	Cobertura	6	4	24
8	Esquadrias	6	4	24
9	Instalações Hidrossanitárias	8	2	16
10	Instalações Elétricas	8	2	16
11	Revestimento Interno	10	3	30
12	Revestimento Externo	8	3	24
13	Contrapiso	4	3	12
14	Calçada	2	2	4
15	Azulejo	2	2	4
16	Piso Cerâmico	4	2	8
17	Forro de PVC	1	2	2
18	Pintura Esquadrias	1	2	2
19	Vidros	1	2	2
20	Pintura Interna	4	2	8
21	Pintura Externa	4	1	4
22	Louças e Metais	1	2	2
23	Acabamento Elétrico	1	2	2
24	Serviços Complementares	1	2	2
<b>Total de Funcionários (máximo)</b>				<b>327</b>

Com todos os dados coletados e analisados pode-se por fim gerar o gráfico da linha de balanço de forma conveniente evitando que equipes fiquem ociosas para o melhor rendimento possível. Para facilitar a análise foram elaborados, de acordo com o planejamento proposto pela linha de balanço, o cronograma de Gantt para toda a obra e para apenas uma unidade, o último contudo, é apenas um esboço aproximado do seqüenciamento das atividades, pois há mudanças na distribuição no tempo entre atividades nas unidades residenciais.

#### 2.2.4. Análises críticas

Ao analisar o planejamento elaborado pela técnica linha de balanço, pode-se verificar facilmente a vantagem que o modelo gráfico gera, sendo de simples visualização, para identificar as tarefas realizadas, o momento em que estarão sendo feitas e a equipe que estará atuando. A partir dele foi possível representar as datas coerentemente, obedecendo aos dias úteis, ou seja, foram retirados os sábados, domingos, feriados e as férias coletivas da empresa, para uma comparação ainda mais aproximada. Os dias reservados para possíveis contratempos foram dispostos no final do planejamento, como folga de segurança entre a finalização planejada e a entrega da obra.

Através do gráfico da linha de balanço, é possível observar e acompanhar a produção necessária da equipe de trabalho, pois o atraso na obra também pode ser gerado por uma divergência entre a produtividade dos trabalhadores considerada no planejamento e a obtida na realidade. Assim quando a equipe não obter o rendimento proposto, deverão ser tomadas as devidas providências para corrigir o problema.

A linha de balanço favorece muito a produtividade dos trabalhadores, pois com as repetições de trabalhos, as equipes tendem sempre a aprimorar suas técnicas, evitando retrabalho devido a falhas no procedimento, obtendo-se o que se conhece como efeito da curva de aprendizagem. Favorece também o planejamento da compra dos materiais necessários, por se ter clareza da demanda ao longo do tempo, favorecendo a redução dos estoques.

A partir do cronograma inicial utilizado no planejamento do empreendimento, verifica-se algo muito subjetivo, pois ele apresenta apenas a quantidade de serviço que deverá ser realizado no mês, não estabelece a quantidade de equipes necessárias para a realização do trabalho, assim no caso de possíveis atrasos ou problemas, ele só poderá ser identificado no final de cada mês, para poder estudar uma solução adequada. O plano de longo prazo necessitaria de outros planos, de médio e curto prazo para que se tornasse afetivo, coisa que não ocorreu na obra em estudo.

O cronograma não mostra uma seqüência certa a ser obedecida nem as equipes que estarão executando, não mostra o plano de ataque do canteiro de obras. A falta desse detalhamento acaba gerando a interrupção de muitos trabalhos, ou seja, antes de terminar uma atividade específica em uma unidade, a equipe já havia começado a mesma atividade em outra. Fato que pode ser várias vezes observado no empreendimento de estudo. Os problemas aumentavam ainda mais quando não era a mesma equipe que voltava para finalizar o serviço, pois muitas vezes por utilizar técnicas diferentes, a mudança de equipe gerava também um retrabalho.

As seqüências foram obedecidas apenas quando uma atividade dependia totalmente da outra, ou seja, não é possível realizar a cobertura sem ter feito a estrutura ou a estrutura sem a fundação, porém em atividades como colocação de azulejos, forros de PVC, calçada externa e outros, não foi estipulado qual seria feito primeiro, o que atrapalhava o controle da obra, necessitando de uma pessoa para verificar qual serviço já havia sido feito em cada unidade. Muitas vezes também ficavam materiais estocados sem necessidade nas casas, como material para forro, revestimentos cerâmicos, entre outros, atrapalhando o andamento do trabalho na unidade e gerando riscos de perdas de materiais e a segurança dos trabalhadores.

A vantagem mais significativa apresentada pela técnica linha de balanço foi prever a forma que o empreendimento deveria seguir para conseguir cumprir o prazo definido inicialmente para a construção da obra, considerando-se os dias perdidos devido a chuva e possíveis imprevistos. Assim

seria possível tomar as devidas providências antes de começar a obra, e não durante a execução, como foi o que o ocorreu no empreendimento, já que foi necessário fazer duas reprogramações para a realização dos serviços, a primeira estabelecendo o fim dos serviços para setembro de 2013 e a segunda para outubro de 2013.

Para cumprir o tempo necessário de conclusão da obra, faz-se necessário analisar o número de funcionários necessários para colocar o planejamento, através da linha de balanço, em vigor, haja visto que foram necessários 327 trabalhadores, uma diferença de 82 funcionários em relação ao número real empregados no empreendimento. O que envolve, não apenas recursos financeiros, mas a disponibilidade de pessoas para contratação na região.

Outra forma de resolver o problema seria reajustar o tempo necessário para conclusão das atividades da obra, obtendo um prazo maior, como foi necessário no empreendimento de estudo, minimizando assim o ritmo de trabalho e conseqüentemente o número de equipes.

### 3. CONCLUSÃO

Toda obra possui características próprias não apenas no produto final, mas no método construtivo, custo, prazo e complexidade. Existem várias soluções técnicas para alcançar o objetivo, porém para que isso aconteça de forma econômica e bem sucedida é indispensável à preparação de um planejamento. Pois através dele é possível tomar decisões antecipadas, otimizando a execução e eliminando perdas, falhas e improvisações.

Neste trabalho utilizou-se da técnica de planejamento linha de balanço para avaliar seus resultados e praticidade de montagem, em comparação ao método utilizado pela empresa responsável pela construção do empreendimento em estudo.

A empresa fez uso apenas de um cronograma, que aponta as atividades que serão executadas em cada mês, e o custo que elas geram. Enquanto a linha de balanço especifica o dia mais precisamente, assim como quem executará a tarefa e em que unidade habitacional.

A linha de balanço é vista com sendo de difícil elaboração pela falta de programas computacionais para gerar o gráfico. Porém ela pode ser simplificada pela possibilidade de se utilizar pacotes de trabalho, princípio este da construção enxuta, diminuindo o tempo de ciclo da unidade básica. Esses pacotes diminuem a quantidade de atividades a serem locadas no gráfico e conseqüentemente o número de equipes de trabalho.

Os erros são minimizados, pois com a repetição de serviços por uma mesma equipe, o efeito aprendizagem é muito maior, melhorando a produtividade, e corrigindo possíveis erros que possam ser gerado logo no início da execução.

Dessa forma podem-se verificar facilmente as melhorias que essa técnica pode trazer para a execução de obras com características repetitivas, desde que explorada corretamente não apenas pelos planejadores, mas por todos que fazem parte da obra, havendo um trabalho em conjunto.

Valorizar o tempo utilizado para planejar, não é desperdiçar tempo, é otimizá-lo durante todo o processo construtivo, por isso é compensatório encarar o complicado no início, para facilitar durante o restante do processo.

A partir do estudo realizado, é pertinente a realização de estudos complementares a respeito da aplicação da técnica linha de balanço e da geração de pacotes de trabalho para melhorar o processo construtivo.

## REFERÊNCIAS

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Demanda Habitacional no Brasil**, Brasília, 2012.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Habitação: Minha Casa Minha Vida**. Disponível em: < <http://www.caixa.gov.br/habitacao/mcmv/> >. Acesso em: 21 abr. 2013.

LIMMER, C. V. **Planejamento orçamentação e controle de projetos e obras**. Rio de Janeiro: LTC, 2010.

MAGGI, P. L. O.; SANTOS, A. M. R.; BARBOSA, J. A. **Medida de produtividade de mão de obra para alvenaria e aplicação em planejamento pelo método das linhas de balanço**. 2008, Curitiba, p.121-132.

MARTINES, A. R. S. **Planejamento operacional no canteiro de obras**. 2006. 84f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2006.

MATOS, A. O. **Estudo do planejamento em Linha de Balanço de uma obra em paredes-painéis com aplicações de princípios da construção enxuta**. 2006. 58f. Monografia (Especialização em Gestão e Tecnologia da Produção de Edifícios) – Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2006.

ROCHA, A.L. **Aplicação do método da *Lean Construction* no planejamento de empreendimentos imobiliários residenciais**. 2009. 64f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2009.

SOUZA, H.; MONTEIRO, A. **Linha de balanço – uma nova abordagem ao planejamento e controle na construção**. In: 2º FÓRUM INTERNACIONAL DE GESTÃO DA CONSTRUÇÃO – GESCON 2011, Porto, p.1-12.

VARGAS, C. L. S. A.; MENDES JR, R.; HEINECK, L. F. M.; KRÜGER, J. A. **Programação e controle de atividades repetitivas na execução de obras com modelo reduzido utilizando a técnica da linha de balanço**. 1997, Ponta Grossa, p. 1-8.