

**CPRM**  
**Serviço Geológico do Brasil**

Ministério de Minas e Energia  
Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

## RESIDÊNCIA DE PORTO VELHO



## RELATÓRIO TÉCNICO

LEVANTAMENTO DE ÁREAS DE INUNDAÇÃO



## MUNICÍPIO DE CACOAL - RO



Visita Técnica:

30/01/2012 a 02/02/2012

PORTO VELHO - RO  
Fevereiro/2012

Ministério de Minas e Energia  
Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

## **RESIDÊNCIA DE PORTO VELHO**

**Helena da Costa Bezerra**  
Chefe da Residência

**Luiz Gilberto Dall'igna**  
Coordenador Executivo

**Francisco de Assis dos Reis Barbosa**  
Assistente de Produção de Hidrologia e Gestão Territorial

### **EQUIPE EXECUTORA:**

**Francisco de Assis dos Reis Barbosa**  
Engenheiro Hidrólogo

**Sebastião Rodrigues Bezerra**  
Técnico de Hidrometria

**Wladimir Ribeiro Gomes**  
Técnico em Geociências

**Antônio do Nascimento Silva Junior**  
Técnico em Geociências

### **EQUIPE DE APOIO:**

**Edcarlos Bezerra de Freitas**  
**Ewerton Bordinhon Alves**  
Auxiliares de campo

**Ândreus de Cesaris Silva Cardoso**  
**Marcelo Augusto Santana Fontes**  
Estagiários de Engenharia Civil

**Clarissa Morais C. Fernandes**  
Menor Aprendiz

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>4</b>
<b>2. CHUVAS DE JANEIRO DE 2012.....</b>	<b>4</b>
<b>3. EVOLUÇÃO URBANA E OS PROBLEMAS DE INUNDAÇÃO .....</b>	<b>6</b>
3.1 INUNDAÇÕES DE ÁREAS RIBEIRINHAS.....	7
3.2 INUNDAÇÕES DEVIDO À URBANIZAÇÃO.....	8
3.3 INUNDAÇÃO REPENTINA ( <i>FLASH FLOOD</i> ) .....	8
<b>4. CARACTERIZAÇÃO DA BACIA DO RIO MACHADO .....</b>	<b>9</b>
4.1 DADOS PLUVIOMÉTRICOS.....	11
4.2 MUNICÍPIO DE CACOAL.....	12
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>16</b>
<b>6. RECOMENDAÇÃO.....</b>	<b>17</b>
<b>7. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA .....</b>	<b>18</b>
<b>RELATÓRIO FOTOGRÁFICO .....</b>	<b>19</b>

## FIGURAS

Figura 1 – Monitoramento do nível do Rio Machado – Estação de Ji-Paraná (15560000). ....	5
Figura 2 – Bacias Hidrográficas do Estado de Rondônia. ....	10
Figura 3 – Distribuição dos municípios na bacia do Rio Machado.....	10
Figura 4 - Precipitação média mensal histórica (Período de 1978 a 2011).....	11
Figura 5 – Pontos levantados às margens do Rio Pirarara, Igarapé Salgadinho e Igarapé Tamarupá. ....	15

## TABELA

Tabela 1 – Pontos a montante da ponte BR-364 (Margem Direita).....	13
Tabela 2 - Resumo dos problemas e principais impactos .....	17

## QUADRO

Quadro 1 - Precipitações diárias máximas mensais que superaram 90 mm, no município de .....	11
---------------------------------------------------------------------------------------------	----

## 1. INTRODUÇÃO

Este relatório visa apresentar, de forma sucinta, o efeito das fortes chuvas ocorridas na Bacia do Rio Machado, especificamente no município de Cacoal, que sofreu com os eventos do início do ano de 2012. O município foi visitado pela equipe de hidrotécnicos da CPRM/REPO na semana de 30/01/2012 a 02/02/2012, com o intuito de levantar pontos das áreas inundadas, que servirão de base para a elaboração do mapeamento das áreas de risco de inundação neste município.

A seguir, será apresentado resumidamente, o histórico das chuvas ocorridas desde o início do ano no Estado, e os seus efeitos. No item seguinte, serão abordados alguns conceitos sobre enchentes. No próximo capítulo, será apresentado um diagnóstico das inundações no município visitado.

## 2. CHUVAS DE JANEIRO DE 2012

As fortes chuvas ocorridas desde o início do ano na região centro-sul do Estado de Rondônia, principalmente no município de Cacoal e regiões vizinhas, ocasionaram diversos transtornos à população local. Desde o início do ano o principal rio que corta as cidades dessa região, o Rio Machado, apresentava nível acima da média histórica para o período, atingindo em alguns momentos cotas dentro da Zona de Alerta de Cheia (Figura 1), fato registrado no 2º Boletim de Monitoramento Hidrológico (CPRM/REPO, 2012), divulgado pela CPRM, em parceria com o SIPAM e a UNIR. A Figura 1 apresenta um comparativo do nível atual do rio Machado com a média histórica registrada através do monitoramento diário do rio na estação Hidrometeorológica de Ji-Paraná (Código 15560000). Outra estação de monitoramento instalada no rio Machado à montante do município de Cacoal, a estação do Sítio Bela Vista (Código 15559000), teve suas réguas linimétricas levadas pela força do rio, o que acarretou num período sem leitura correspondente a 20 dias (de 06 a 26/01/2012). Este problema já foi resolvido com a ida dos técnicos de hidrometria da CPRM.

Ministério de Minas e Energia  
Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

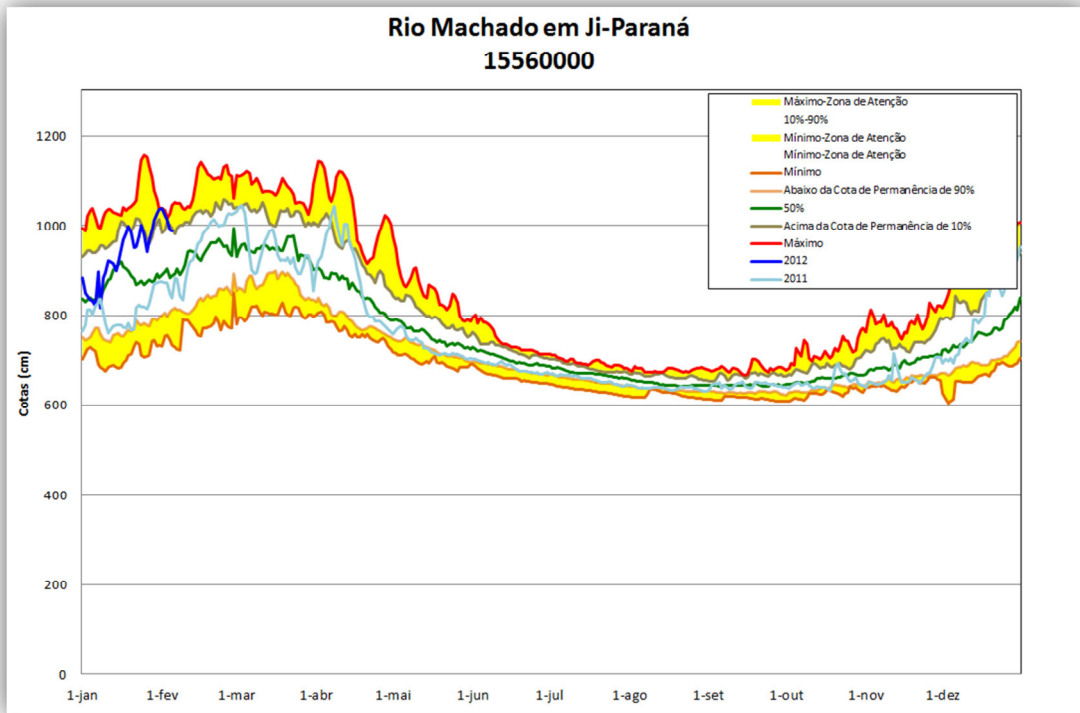


Figura 1 – Monitoramento do nível do Rio Machado – Estação de Ji-Paraná (15560000).

Apesar de o rio principal encontrar-se em cotas elevadas, os maiores transtornos foram ocasionados pelos rios afluentes, especialmente os que cortam a cidade de Cacoal, rio Pirarara, Igarapé Tamarupá e o Igarapé Salgadinho.

Ressalta-se, ainda, que o pico das cheias nos rios do Estado ocorre com maior frequência entre os meses de março e abril, devendo, desta forma, as autoridades estarem preparadas para eventuais transtornos e ações para mitigação dos danos.

Com base nestes eventos, fica clara a importância de se registrar este fenômeno, mapear áreas inundadas e tomar medidas, como planejar o uso e ocupação do solo em áreas ribeirinhas e de risco, de forma a evitar ou ao menos diminuir os prejuízos provocados por cheias no Estado.

### **3. EVOLUÇÃO URBANA E OS PROBLEMAS DE INUNDAÇÃO**

A urbanização é um dos processos antrópicos que mais provocam impactos ao meio ambiente, principalmente nos países em desenvolvimento e subdesenvolvidos. Trata-se de um conjunto de ações que têm consequências preocupantes, tanto sociais quanto ambientais (Oliveira et al., 2004). O crescimento urbano nos países em desenvolvimento tem sido realizado de forma insustentável com deterioração da qualidade de vida e do meio ambiente. A urbanização é espontânea, o planejamento urbano é realizado apenas para a parte da cidade ocupada pela população de média e alta renda, enquanto que para as áreas de baixa renda e de periferia o processo se dá de forma irregular ou clandestina. Este processo é ainda mais significativo na América Latina onde 77% da população é urbana (48% a nível mundial). Atualmente existem 44 cidades da América Latina com população superior a 1 milhão de habitantes (de um total de 389 cidades do mundo, UNITED, 2003, apud Tucci, 2004).

Os impactos causados pela urbanização em um ambiente natural podem ser constatados a partir da análise do ciclo hidrológico. Qualquer meio natural tem sua forma determinada principalmente pela ação das águas entre outros condicionantes físicos. As águas pluviais são dissipadas através da evapotranspiração, infiltração e escoamento superficial. Com o crescimento dos centros urbanos, todos estes processos são reduzidos drasticamente, o que faz aumentar o escoamento, encurtando o seu tempo de concentração, causando graves reflexos nos cursos de drenagem natural, provocando erosão, assoreamento e enchentes. Tucci et al. (1995) destacam as enchentes urbanas como um dos principais impactos sobre a sociedade. Esses impactos podem ocorrer devido à urbanização ou à inundação natural da várzea ribeirinha. Esta última ocorre, principalmente, pelo processo natural no qual o rio ocupa o seu leito maior, de acordo com os eventos chuvosos extremos, em média com tempo de retorno superior a dois anos. Os impactos sobre a população são causados, principalmente, pela ocupação inadequada do espaço urbano.

Segundo Tucci (1999), as enchentes em áreas urbanas são causadas por dois processos, que ocorrem isoladamente ou de forma integrada:



- a. **Enchentes naturais em área ribeirinhas:** atingem a população que ocupa o leito maior dos rios. Essas enchentes ocorrem, principalmente, pelo processo natural no qual o rio ocupa o seu leito maior, de acordo com os eventos extremos, em média, com tempo de retorno da ordem de 2 anos.
  
- b. **Enchentes devidas à urbanização:** o aumento da frequência e magnitude das enchentes ocorre devido à ocupação do solo com superfícies impermeáveis e rede de condutos de escoamentos. Adicionalmente, o desenvolvimento urbano pode produzir obstruções ao escoamento, como aterros e pontes, drenagens inadequadas e obstruções ao escoamento junto a condutos e assoreamento;

### 3.1 Inundações de áreas ribeirinhas

As inundações podem ocorrer em áreas ribeirinhas, onde os rios geralmente possuem dois leitos: o leito menor onde a água escoar na maioria do tempo e o leito maior que é inundado em média a cada dois anos. Este tipo de evento ocorre, normalmente, em bacias grandes (maior do que 500 km<sup>2</sup>), sendo decorrência do processo natural do ciclo hidrológico. Os problemas resultantes da inundação dependem do grau de ocupação da várzea pela população e da frequência com a qual ocorrem as inundações (Tucci, 2003). A ocupação de áreas de riscos de inundação provoca impactos sociais relevantes. Esta ocupação se dá principalmente pela falta de uma política pública, pois as áreas hoje desocupadas devido a inundações sofrem pressões para serem ocupadas. O que se observa normalmente é a forma como é tratada esta questão, pois o gerenciamento atual não incentiva a prevenção destes problemas, uma vez que quando ocorre a inundação o município declara estado de calamidade pública e recebe recursos a fundo perdido, isto é, não necessitando realizar concorrência pública para gastar o recurso. Outra questão importante é uma falta de conscientização por parte da população, já que a maioria das soluções sustentáveis passa por medidas não-estruturais que envolvem restrições à população, e acaba optando por medidas estruturais aumentando o custo da obra e, em alguns casos, transferindo o problema para jusante.



### 3.2 Inundações devido à urbanização

O processo de urbanização das grandes cidades tem provocado impactos significativos para a população e para o meio ambiente. Este desenvolvimento se deu de forma desordenada, o que desencadeou um aumento significativo na frequência e nos níveis das inundações, refletindo na qualidade de vida da população e nos prejuízos associados a estes eventos. De fato, com o desenvolvimento urbano, as alterações hidrológicas correspondentes são inevitavelmente observadas: aumento considerável nos volumes escoados e alterações nos hidrogramas de cheias, principalmente devido ao crescimento de áreas impermeáveis. A filosofia de escoar a água precipitada o mais rápido possível da área em questão através de canalização, apenas transfere o problema para jusante afetando outra parte da população. O volume que escoava lentamente através da superfície do solo e que era retido pela vegetação ou tinha sua velocidade reduzida pela própria rugosidade do solo, com a urbanização passa a escoar no canal, exigindo maior capacidade de escoamento das seções, gerando um maior custo de manutenção para redução dos picos de vazão.

### 3.3 Inundação Repentina (*Flash Flood*)

As enchentes repentinas ou *flash flood* são os tipos mais perigosos de inundações, porque elas combinam o poder destrutivo de uma inundação, associada a uma velocidade incrível e imprevisível. Estas inundações podem acontecer repentinamente com quase nenhum aviso e as águas da inundação podem alcançar o pico de cheia em apenas alguns minutos. Vários fatores podem estar relacionados com a causa de uma enchente repentina. Geralmente eles são resultados de chuvas pesadas concentradas em uma pequena área, tempestades tropicais e furacões. Outra situação de característica improvável é o rompimento de represas ou barragens, diques, que certamente causam prejuízos incalculáveis para a região atingida. A mudança rápida do comportamento do fluxo do rio é o principal fator surpresa para a população, tornando este tipo de evento muito perigoso.

Qualquer inundação está relacionada com o comportamento do nível do rio e extravasamento do seu curso natural. No caso de uma enchente repentina é um tipo

específico de inundação que surge e se desloca em grande velocidade sem que haja qualquer advertência do seu grau de destruição.

#### **4. CARACTERIZAÇÃO DA BACIA DO RIO MACHADO**

A bacia do Rio Machado situa-se no leste do Estado de Rondônia, entre as latitudes 6°41'57" e 7°15'58" sul e longitudes 34°54'37" e 36° a oeste de Greenwich. Drena uma área de cerca de 75.445,00 km<sup>2</sup> (Figura 2). Limita-se a oeste com as bacias do Jamari e Guaporé, ao sul com a do rio Guaporé e a leste com a Bacia do Rio Roosevelt e com o Estado do Mato Grosso.

Seu principal rio é o Machado, também chamado de Ji-Paraná; recebe este nome após a confluência dos rios Barão de Melgaço ou Comemoração e Pimenta Bueno ou Apediá, próximo da cidade de Pimenta Bueno, sendo que suas nascentes estão localizadas no Município de Vilhena. Após esta confluência, percorre cerca de 800 km até sua foz, próximo a Vila Calama, já no rio Madeira, desaguardo na margem direita deste último rio, localizado no Município de Porto Velho. Constitui um rio de domínio estadual, drenando diversas cidades importantes do estado tais como Ji-Paraná, Cacoal e Pimenta Bueno.

No interior desta bacia, distribuem-se completa e parcialmente 21 municípios, destes, 10 são cortados pelo Rio Machado (Figura 3).

Ministério de Minas e Energia  
Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

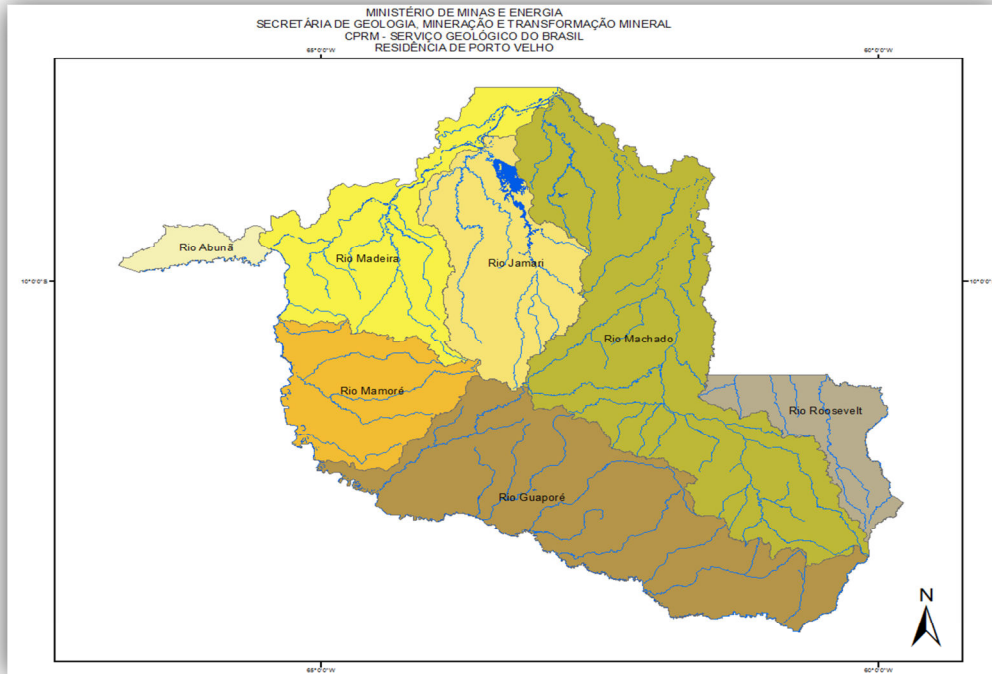


Figura 2 – Bacias Hidrográficas do Estado de Rondônia.

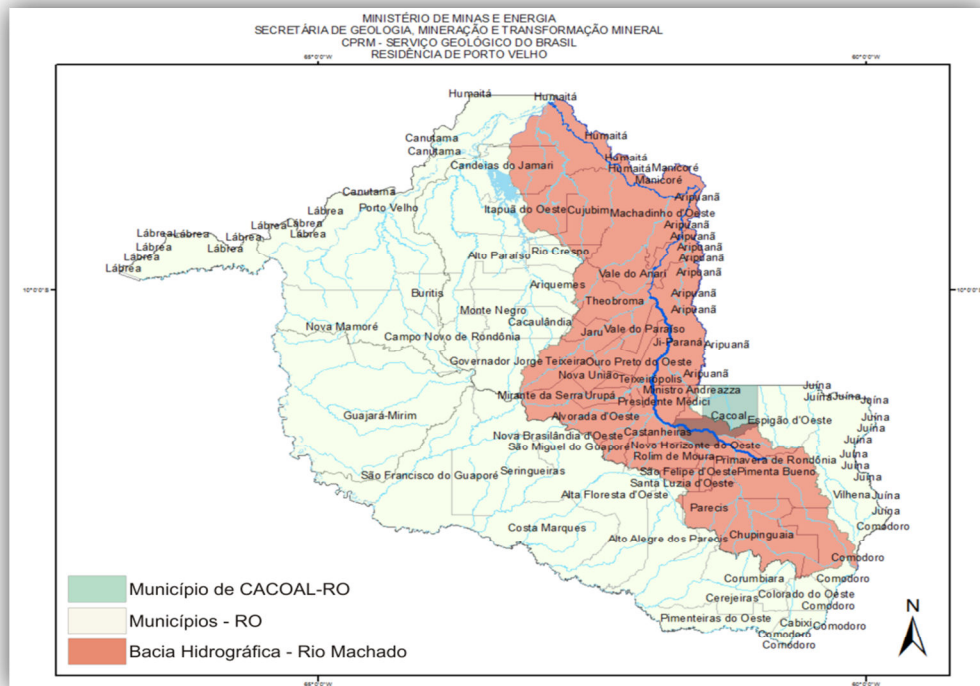


Figura 3 – Distribuição dos municípios na bacia do Rio Machado.

#### 4.1 Dados Pluviométricos

A precipitação é uma das variáveis meteorológicas mais importantes quando se avalia estudos climáticos, ocasionando excessos (precipitação intensa), para os setores produtivos da sociedade, tanto econômico como social (agricultura, transporte, hidrologia, etc.), causando enchentes, assoreamento dos rios, quedas de barreiras, entre outros fatores.

Analisando o comportamento histórico das chuvas ocorridas no município de Cacoal, observa-se que a média pluviométrica mensal para o período de janeiro é de 320 mm, conforme apresentado na Figura 4 que também mostra a precipitação média mensal para os demais meses do ano.

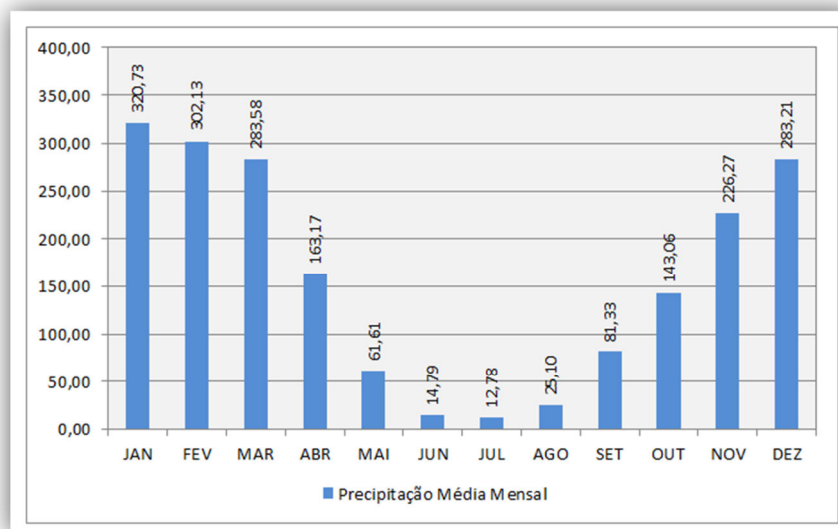


Figura 4 - Precipitação média mensal histórica (Período de 1978 a 2011).

Para tanto, o conhecimento da precipitação diária máxima é importante para trabalhos de conservação do solo, estradas, barragens e drenagem, para cujo dimensionamento adequado é necessário conhecer ocorrências extremas (Beijo et al., 2005). O Quadro 1 apresenta a precipitação diária máxima mensal que superaram 90 mm, no município de Cacoal – RO, ocorridas entre janeiro de 1978 e Agosto de 2011. Estes dados foram obtidos da estação de monitoramento Hidrometeorológico do Sítio Bela Vista, operada pela CPRM/ANA.

Quadro 1 - Precipitações diárias máximas mensais que superaram 90 mm, no município de

Cacoal – RO, ocorridas entre janeiro de 1978 e Agosto de 2011 (Estação Sítio Bela Vista).

Período de Ocorrência	Precipitação (mm)	Período de Ocorrência	Precipitação (mm)
01/12/2006	145,30	01/02/2004	104,70
01/04/2004	139,90	01/02/2009	104,50
01/03/2010	129,50	01/01/1987	99,40
01/02/1988	123,00	01/04/2007	96,50
01/02/2006	118,10	01/03/2009	96,20
01/03/1979	118,00	01/02/2000	95,60
01/04/2008	115,70	01/02/1981	95,00
01/03/2003	114,40	01/05/2010	94,20
01/01/2003	105,70	01/02/1980	90,30
01/02/2010	105,50	01/04/1986	90,00

#### 4.2 Município de Cacoal

O município de Cacoal localiza-se a 480 km de Porto Velho, capital do Estado de Rondônia (Figura 3). Está localizado, segundo as coordenadas: Latitude - 11,438611 S; Longitude -61,447222 O; Altitude 190,00 m. Apresenta uma população, de acordo com dados do IBGE (2010) de 78.574 habitantes, com densidade demográfica de 20,72 hab/km<sup>2</sup>, sendo 61.920 na área urbana.

A seguir são apresentados alguns dados levantados durante a visita técnica, no período de 30/01/2012 a 02/02/2012, ao município de Cacoal:

- 1. Os rios que transbordaram:** Rio Pirarara, Igarapés Salgadinho e Tamarupá;
- 2. A população afetada:** Pessoas desalojadas: 480; pessoas desabrigadas: 128; pessoas afetadas: 3.200;
- 3. Prejuízos decorrentes das inundações:** Edificações destruídas: 09; edificações danificadas: 200; Sistema de Energia e transporte danificados, pontes, ruas, calçamento;
- 4. Vítimas fatais:** 0;
- 5. Ações do Governo Municipal:** Relatório de danos e desabrigados, busca e salvamento, assistência e promoção social, reabilitação dos serviços essenciais, isolamento das áreas de riscos ou áreas críticas e evacuação da população em risco.

Os pontos levantados estão descritos na Tabela 1 com informações de coordenadas, altitude (em metros), hora da visita, descrição do local e observação coletadas.

### LEVANTAMENTO PONTOS GEODÉSICOS – MUNICÍPIO DE CACOAL EM 31/01/12

Tabela 1 – Pontos a montante da ponte BR-364 (Margem Direita)

Nº	LATITUDE	LONGITUDE	ALT. (m)	HORA	ENDEREÇO	OBSERVAÇÃO
1	11,4218333	61,4329167	198	10:16	Rua Heitor Shimith	Ponte de Madeira sobre o Igarape Salgadinho.
2	11,4242500	61,4351944	196	10:20	Rua Antonio Repisa	Igarape Salgadinho esta represado
3	11,4261944	61,4366944	195	10:34	Rua Ezequiel Ramos	Ponte de Madeira sobre o Igarape Salgadinho.
4	11,4293611	61,4397222	187	10:41	Rua Leonardo da Vinci	Rua com pav asfáltica e rede de esgoto.
5	11,4288889	61,4417778	186	10:50	Rua Oliveira de Melo	Ponte estreita feita com manilhas.
6	11,4303333	61,4429444	184	11:00	Final da Rua Oliveira de Melo	Ponto onde desagua o Igarape salgadinho no Rio Pirarara.
7	11,4275833	61,4446389	198	11:23	Rua Castro Alves	Ponte estreita de Concreto sobre o Rio Pirarara.
8	11,4267222	61,4453056	201	11:32	Av Sete de Setembro	Nesse ponto o Pirarara enche, represando o afluente.
9	11,4219167	61,4455000	199	11:43	Rua Antiga A Com a Set Setem	Ponte estreita de Concreto sobre o Rio Pirarara.
10	11,4191389	61,4454444	196	11:57	Final da Av Sete de Setembro	Pequeno Afluente represado.
11	11,4267222	61,4493611	198	12:00	Av São Paulo	Galerias de um pequeno igarape.
12	11,4498889	61,4381944	192	14:26	Rua Sedro	Ponto de alagamento do Rio Machado.
13	11,4532500	61,4435833	190	14:32	Rua Beira Rio	Rua Alagada pelo Rio machado.
14	11,4536389	61,4434722	188	14:37	Final da Rua Beira Rio	Represamento do Rio Pirarara.
15	11,4526389	61,4435278	189	14:50	Rua Asberom	Desaguamento do Rio Pirarara no Machado.
16	11,4461111	61,4418611	189	15:00	Rua São Jose	Baixa declividade do terreno facilitando a fulga de agua.
17	11,4492778	61,4470278	181	15:10	Rua Florianopolis	Alagamento do Rio Pirarara.
18	11,4502500	61,4475556	183	15:20	Rua das Garças	Ponto de Captação da SAAE.
19	11,4501667	61,4474444	182	15:27	Rua Princesa Izabel	Elevação do nível do machado; o rio pirarara fica represado.
20	11,4452778	61,4529722	183	15:37	Rua B Mangueira	Alagamento do Rio Machado.
21	11,4445278	61,4543056	184	15:47	Rua Dom Pedro Primeiro	Fulga de agua pela margem Direita do rio machado.
22	11,4408056	61,4598056	183	15:57	Rua Flamengo	Parte baixa da rua facilitando a fulga de agua.
23	11,4407222	61,4598333	182	16:00	Rua Travessa F	Residencias proxima a margem direita do rio.
24	11,4409722	61,4655556	181	16:17	Rua Presidente Dutra	Ponto Critico.
25	11,4414444	61,4678889	187	16:26	RO 384 KM 1	Ponte Sobre Rio Machado.
26	11,4452222	61,4452222	188	08:40	galeria sobre a marginal Br-364	não suporta vazão do rio
27	11,4450000	61,4398611	180	09:00	rua afonso pena	alagamento
28	11,4445000	61,4397222	180	09:05	rua afonso pena	ponte
29	11,4436944	61,4400278	187	09:15	rua lateral (sesi)	sem nome
30	11,4431944	61,4386111	185	09:20	rua blumenal	ponte
31	11,4428333	61,4396944	187	09:25	rua afonso pena	alagamento
32	11,4406944	61,4394722	181	09:30	rua afonso pena	proximo igarape pirarara
33	11,4402222	61,4391389	193	09:40	rua ruy barbosa	proximo a ponte
34	11,4393056	61,4389167	185	09:45	rua antonio de paula nunes	proximo a ponte
35	11,4383611	61,4388889	194	09:55	rua antonio deodato	proximo a ponte



Ministério de Minas e Energia  
Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Continuação: Tabela 1

Nº	LATITUDE	LONGITUDE	ALT. (m)	HORA	ENDEREÇO	OBSERVAÇÃO
36	11,4383333	61,4383611	196	10:00	rua antonio deodato	proximo a ponte
37	11,4367222	61,4368889	193	10:08	rua afonso pena	proximo a ponte
38	11,4348611	61,4398333	195	10:17	rua afonso pena	sub esquina com rua pioneiros
39	11,4335278	61,4396111	189	10:22	rua afonso pena	proximo a ponte
40	11,4320556	61,4416667	188	10:57	rua marginal	proximo a ponte
41	11,4305278	61,4430000	188	11:04	rua oliveira de melo	prox. a foz do igap. Salgadinho
42	11,4356389	61,4381389	189	11:22	rua anizio serrão	foi alagada totalmente
43	11,4355833	61,4379444	191	11:23	rua marinheiros	sub esquina com anizio serrão
44	11,4379444	61,4361667	196	11:27	rua marinheiros	parcialmente alagada
45	11,4365556	61,4380000	191	11:28	rua marinheiros	sub esquina com rio branco
46	11,4365833	61,4365833	194	11:31	rua rio branco	proximo a ponte
47	11,4374167	61,4379444	190	11:34	rua marinheiros	sub esquina jose do patrocineo
48	11,4383889	61,4379722	189	11:36	rua marinheiros	sub esquina ant.paula nunes
49	11,4393333	61,4378056	190	11:41	rua marinheiros	sub esquina antonio deodato
50	11,4401667	61,4379444	189	11:43	rua marinheiros	sub esquina ruy barbosa
51	11,4410556	61,4380000	189	11:48	rua marinheiros	sub esquina são luiz
52	11,4431667	61,4381667	188	12:01	rua blumenal	proximo a ponte
53	11,4334444	61,4674167	191	14:16	galeria marginal castelo branco	não suporta vazão do rio
54	11,4323889	61,4668333	185	14:23	rua algas marinha	sub esq. Pedro rodrigues
55	11,4322778	61,4663333	190	14:32	rua brilhante	parcialmente alagada
56	11,4315556	61,4666389	195	14:32	rua brilhante	sub esq. Esmeralda
57	11,4313056	61,4670000	191	14:46	rua brilhante	parcialmente alagada
58	11,4313333	61,4675278	190	14:50	rua pedro rodrigues	parcialmente alagada
59	11,4305556	61,4694167	188	14:56	rua pedro rodrigues	parcialmente alagada
60	11,4300000	61,4684167	193	14:58	rua pedro rodrigues	parcialmente alagada
61	11,4303889	61,4688611	195	14:59	rua pedro rodrigues	parcialmente alagada
62	11,4303889	61,4691111	195	15:03	rua pedro rodrigues	parcialmente alagada
63	11,4303889	61,4669722	209	15:16	rua barão de lucena	parcialmente alagada
64	11,4303889	61,4668889	199	15:21	rua barão de maua	parcialmente alagada
65	11,4240556	61,4681944	203	15:28	rua jose cassiano lopes	parcialmente alagada
66	11,4192778	61,4689722	193	15:40	rua aneviarario	parcialmente alagada
67	11,4150833	61,4672222	207	15:49	rua geraldo cardoso	parcialmente alagada
68	11,4356389	61,4677222	203	16:16	rua marfim	parcialmente alagada
69	11,4321944	61,4681667	200	16:20	rua hematita	parcialmente alagada
70	11,4315833	61,4686667	199	16:25	rua agata	parcialmente alagada

A tabela é ilustrada pela Figura 5. Pela figura, observa-se os dois rios que cortam a área urbana do município de Cacoal. As inundações ocorreram às margens dos rios, sendo que, em alguns pontos as inundações ocasionaram maiores danos. As cheias provocaram um aumento no nível do rio Pirarara, e a calha natural do rio não suportou o volume de água acumulado em pouco espaço de tempo, causando alagamento em vários pontos do município, inclusive, em alguns casos, longe da planície de inundação do rio. Os pontos descritos na tabela acima estão ilustrados na Figura 5.



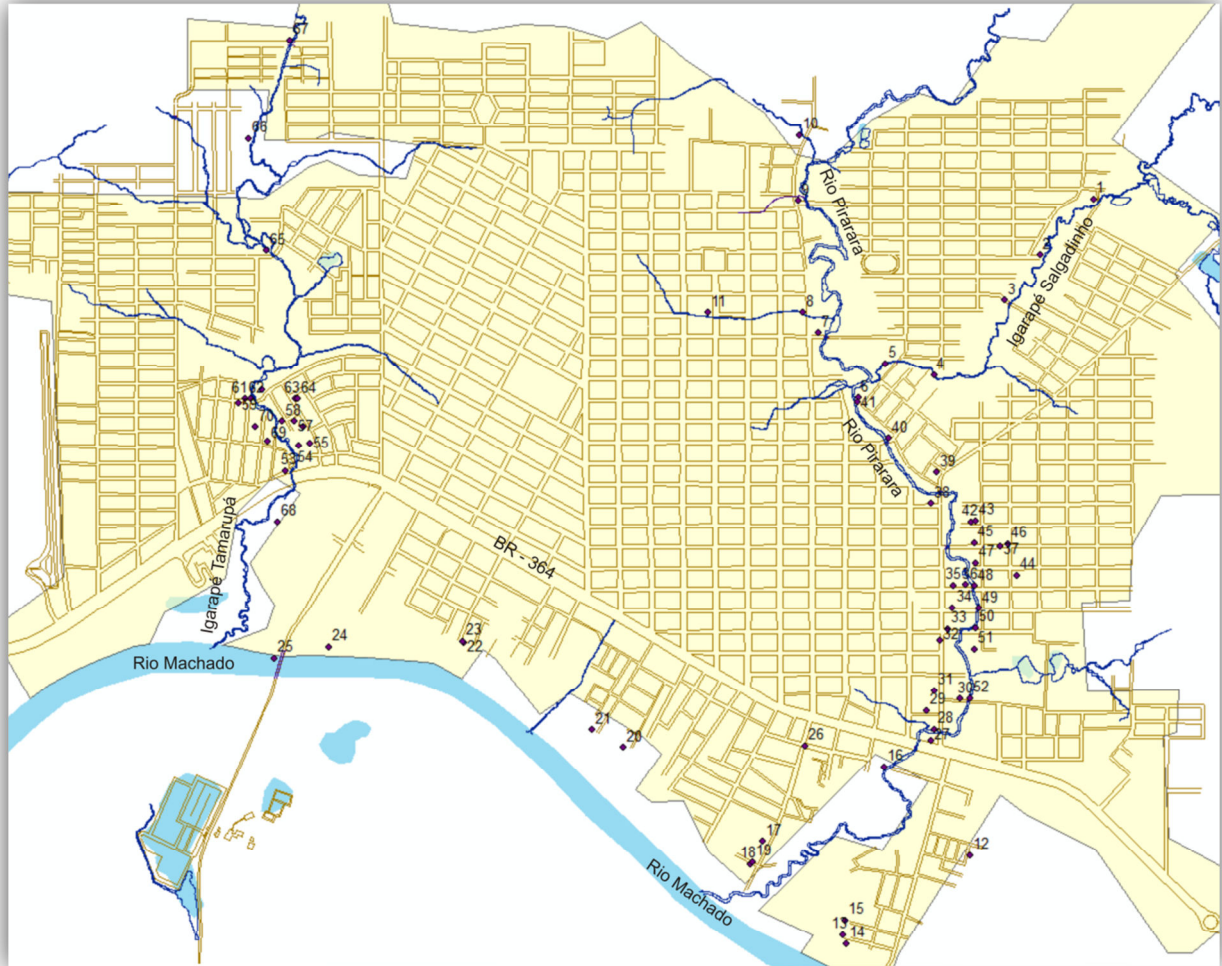


Figura 5 – Pontos levantados às margens do Rio Pirarara, Igarapé Salgadinho e Igarapé Tamarupá.

## 5. CONCLUSÃO

Os problemas relacionados com as inundações urbanas, no Brasil e em várias partes do mundo, vêm aumentando cada vez mais, principalmente nas pequenas e médias cidades onde se observa um crescimento urbano maior, que geralmente é processado de forma desordenada. A falta de planejamento e de gestão dos recursos hídricos numa bacia hidrográfica, em geral, são fatores que contribuem de forma significativa para um aumento nos prejuízos associados a cada evento chuvoso. É importante ressaltar que, as soluções para a proteção e o controle das inundações adotadas no Brasil, por exemplo, estão mostrando que dentro de um processo de planejamento integrado entre o poder público e a sociedade civil, podem ser bastante eficazes desde que este processo se dê de forma ininterrupta. O Poder público, tanto na esfera federal, estadual e municipal, deve sempre priorizar as medidas não-estruturais, mas quando da necessidade de obras estruturais extensivas devem ser levadas em consideração não apenas seu aspecto técnico, mas, sobretudo os aspectos ambiental, social e econômico.

A Tabela 2 apresenta um resumo dos problemas diagnosticados no município de Cacoal e seus principais impactos nas cheias. Um sistema de previsão em tempo real, aliado a um mapa de inundações detalhado (com cotas de todas as quadras), tornará possível alertar a população com antecedência de algumas horas qual a região que será inundada, possibilitando assim, sua remoção em tempo hábil para evitar perdas de vidas humanas. Além disso, um zoneamento da área urbana de forma a regular o uso do solo, se faz necessário para evitar que áreas com alto risco de inundação tenham ocupações que promovam grandes prejuízos com a inundação, tanto materiais (como indústrias) ou de vidas humanas (com residência e hospitais).

Tabela 2 - Resumo dos problemas e principais impactos

Problema	Causa	Impactos
Drenagem urbana	Urbanização sem controle	Aumento das vazões de cheia;
		Aumento da frequência de inundação;
		Redução do espaço dos riachos urbanos;
		Redução do nível de qualidade da água;
		Represamento do escoamento devido aos rio de maior porte.
Inundação ribeirinha	Ocupação de área de risco pela população	Prejuízos materiais e humanos durante as inundações;
		Aumento da ocupação da área de inundação nos anos de pequenas cheias e grandes prejuízos posteriores.

## 6. RECOMENDAÇÃO

Atualmente a Rede de Monitoramento Básica Nacional operada pela CPRM/ANA no Estado de Rondônia é composta por 54 estações hidrometeorológicas, das quais 23 estão localizadas na bacia hidrográfica do rio Machado, sendo 11 estações Pluviométricas (P) e 11 estações Plu/Fluviométricas (P e F). O monitoramento, de maneira geral, é importante para a implantação de qualquer sistema de gestão das águas, já que permite a obtenção de uma estrutura de banco de dados, de informações necessárias para possibilitar o direcionamento das decisões.

Como recomendação para trabalhos futuros fica a elaboração dos mapas de inundação mais detalhados que possam ser mostrados à comunidade como parte de um programa de educação ambiental.

Fica ainda o endosso para que as autoridades competentes instalem estações de monitoramento para obtenção de dados de chuva e vazão, com profissionais capacitados para as leituras, visto que os modelos hidrológicos atuais de simulação se mostram bastantes eficazes para os cálculos desejados, e o aumento da malha de estações de aquisição de dados viria a melhorar a qualidade e precisão dos resultados.

## 7. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

TUCCI, C. E. M., 1999. Água no meio urbano. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (organizadores). Águas doces no Brasil. São Paulo: Escrituras Editora, 1999.  
TUCCI, C. E. M., 1993. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: Ed. da Universidade: ABRH: EDUSP.

BEIJO, Luiz Alberto; MUNIZ, Joel Augusto ; NETO, Pedro Castro. **Tempo de retorno das precipitações máximas em Lavras (MG) pela distribuição de valores extremos do tipo I**. 2005.

URBONAS, B.; STAHR, P., 1993. **Stormwater Best Management Practices and Detention**, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey. 450p.

2º Boletim de Monitoramento Hidrológico (CPRM/REPO, 2012), <http://www.cprm.gov.br/>

OLIVEIRA, A.C.S.; VIEIRA, M.C.B.; TOBLER, M.D; CINTRA, L.M. **Zoneamento e Diagnóstico das Áreas Susceptíveis a Inundações no Município de Juiz de Fora/MG**. In: Congresso Brasileiro de Geógrafos, 6, Goiânia, 2004. Anais... Goiânia, 2004. CD-ROM.  
TUCCI, C.E.M. **Gerenciamento integrado das inundações no Brasil**. Rega – Revista de Gestão de Água na América Latina. Santiago: GWP/South América, v.1, n.1. jan-jun. 2004.

TUCCI, C.E.M. **Inundações Urbanas**. Porto Alegre: ABRH/Editora da Universidade/UFRGS, p. 16-36. 1995.

# RELATÓRIO FOTOGRÁFICO



a. Fotos tiradas durante a cheia (21/01 a 24/01/2012) e após a cheia (01/02/2012)



Rua Rui Barbosa - Rio Pirarara



Rua Blumenau



Rua próxima ao SESI

b. Níveis atingidos pela água nas residências



Nível do córrego salgadinho



Nível do rio Machado



Nível do córrego salgadinho



Nível da água na Rua Castro Silva



Nível do córrego salgadinho



Nível do córrego salgadinho



c. Alagamentos em alguns pontos da cidade de Cacoal-RO



Alagamento



Transbordamento do Igarapé



AV. Afonso pena com AV. Castelo Branco



Rua Blumenal



Transbordamento do Igarapé



AV. Afonso Pena

d. Danos ocasionados pelas chuvas no mês de Janeiro/2012



Danos causados devido ao nível da água



Rua Antônio Deodato



Marginal Castelo Branco



Rua Pedro Rodriguez



Rua Sete de Setembro



Rede de esgoto danificada