

RELATÓRIO PARA ESTABELECIMENTO DE COTAS DE REFERÊNCIA PARA ALERTA HIDROLÓGICO EM MUNICÍPIOS DA AMAZÔNIA OCIDENTAL

Manaus, janeiro de 2021



CRÉDITOS TÉCNICOS

PELO SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM

RESPONSÁVEL PELA COORDENAÇÃO DO PROJETO

Luna Gripp Simões Alves

EQUIPE TÉCNICA EXECUTORA

Patrícia Wagner Sotério

Técnica em Hidrologia

Fábio Leite Dias

Técnico em Hidrologia

PELA DEFESA CIVIL DO ESTADO DO AMAZONAS

EQUIPE TÉCNICA

Charlis Barroso da Rocha

Coordenador Regional

André Moreira do Nascimento

Agente de Defesa Civil

Gisely Pereira de Souza Ventura

Chefe do Monitoramento

Osvanildo Miranda Silva

Agente de Defesa Civil

Edgar Costa Martins

Agente de Defesa Civil

Cláudio dos Santos Belém

Coordenador

Antônio Gabriel B Guimarães

Coordenador

Simone Barbosa dos Santos

Coordenador

Cleuson Carneiro de Oliveira

Coordenador

Daniel Gomes de Aguiar

Coordenador

Ezi Marques Feitosa

Coordenador

Enedice Carvalho da Silva

Coordenador

Francisco Reis de Oliveira

Coordenador

Raimundo Ivanildo de A. Galvão

Coordenador

APRESENTAÇÃO

O Serviço Geológico do Brasil – SGB/CPRM, em parceria com a Defesa Civil do Estado do Amazonas, tem a satisfação de apresentar à população amazonense e a todos os órgãos atuantes na mitigação dos impactos relacionados aos eventos hidrológicos extremos, os resultados obtidos durante os levantamentos para a **Definição de Cotas de Referência para Alerta Hidrológico em Municípios da Amazônia Ocidental**. O presente relatório traz os resultados da primeira etapa de campo, realizada no ano de 2018, quando foram levantadas informações nos municípios de Anamã, Beruri, Careiro da Várzea, Coari, Codajás, Itacoatiara, Iranduba, Manaus e Manacapuru, todos localizados no estado do Amazonas. Os levantamentos foram realizados no contexto do projeto Sistema de Alerta Hidrológico do Amazonas, do Serviço Geológico do Brasil, e visam complementar as informações de monitoramento e previsão de parâmetros hidrológicos já tradicionalmente realizados pelo SGB. O estabelecimento de cotas de referência como Cota de Alerta, Cota de Inundação e Cota de Inundação Severa é uma importante ferramenta na preparação e resposta dos municípios e estados a eventuais desastres de inundações, cada vez mais recorrentes na bacia Amazônica. O conhecimento do impacto relacionado a cada nível que o rio atinge, associado ao monitoramento contínuo já realizado pela CPRM na bacia Amazônica, torna mais fácil e direta a organização dos órgãos competentes. Assim, permitindo uma melhor resposta aos eventos de inundação gradual, e a conseqüente minimização dos impactos negativos causados à população.

Esteves Pedro Colnago

Diretor-Presidente

Alice da Silva Castilho

Diretora de Hidrologia e Gestão Territorial



Crianças se divertem indo à escola, caminhando com o nível do rio ao meio de suas pernas.
Município de Anamã-AM, julho de 2018.
Fonte: Defesa Civil Municipal de Anamã.

INTRODUÇÃO

Os municípios da Amazônia Ocidental são frequentemente atingidos por eventos de inundação gradual. Segundo levantamento do IBGE (2018), o Amazonas foi o estado que registrou o maior percentual de municípios atingidos por enchentes¹ nos anos de 2013 a 2017 entre os estados brasileiros, chegando a 90,3 % de municípios impactados. Nessas situações, para que os órgãos competentes tomem as medidas cabíveis são necessárias informações das mais diversas áreas de conhecimento, no sentido de minimizar os prejuízos que esses eventos trazem à população.

Entre elas, estão as informações hidrológicas, relacionadas ao comportamento dos corpos d'água e das bacias hidrográficas. É essencial, por exemplo, conhecer o nível que determinado rio atinge quando começa a causar algum tipo de impacto à população local, ou quando o referido município perde a capacidade de resposta frente a um desastre. Esses níveis são determinantes para a definição das cotas de “Atenção”, “Alerta”, “Inundação” e “Inundação Severa”, em seu conjunto denominadas de “Cotas de Referência”.

O estabelecimento das cotas de referência requer informações locais que dependem tanto do comportamento dos rios, quanto da distribuição da população em relação aos corpos d'água e da capacidade de resposta dos municípios. Tais dados, de grande importância para tomada de decisão nesse contexto, não estão claramente disponíveis para grande parte dos municípios da Amazônia Ocidental.

De forma a preencher tal lacuna, em uma parceria entre o Serviço Geológico do Brasil e a Defesa Civil do Estado do Amazonas, foram realizadas campanhas de campo com visitas aos municípios e consultas às defesas civis locais, para a coleta do máximo possível de informações a respeito dos impactos causados pelas cheias nos locais.

¹ Enchentes ou inundações graduais: Elevação das águas de forma paulatina e previsível, que se mantêm em situação de cheia durante algum tempo e se escoam gradualmente. Normalmente, as enchentes ou inundações graduais são características das grandes bacias hidrográficas e dos rios de planície (IBGE, 2018).

As definições das cotas de referência atualmente adotadas pelos Sistemas de Alerta Hidrológico do SGB são apresentadas na Figura 1:

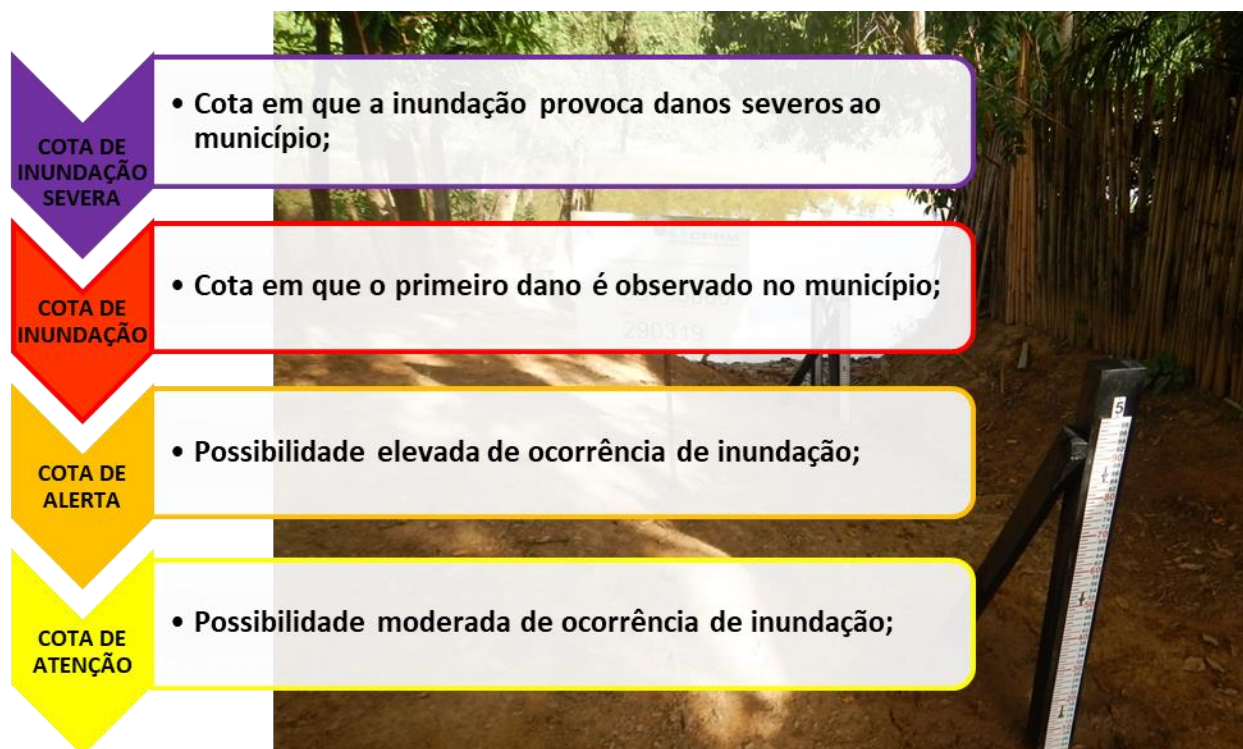


Figura 1. Definição das Cotas de Referência adotadas pelos Sistemas de Alerta Hidrológico

A definição das cotas de referências em quatro diferentes níveis mostra-se essencial em um país de dimensões continentais como o Brasil, já que os Sistemas de Alerta englobam bacias de diversas magnitudes, e municípios das mais variadas condições de vulnerabilidade aos eventos hidrológicos. No presente levantamento, considerando que as inundações que abrangem a área de estudo são notadamente inundações graduais, em rios de grandes magnitudes, o estudo focou na definição das cotas de Alerta, Inundação e Inundação Severa. Não foram avaliadas as cotas de Atenção, entendendo-se que o estabelecimento das cotas de Alerta seria suficiente para indicação de tais eventos.

Especificamente para o presente estudo, as definições práticas das cotas de referência adotadas à realidade dos municípios abordados, foram as seguintes:

Cota de Alerta: Cota na qual o município deve ser comunicado quanto à possibilidade de ocorrência de um evento de grandes magnitudes;

Cota de Inundação: Cota na qual o primeiro atendimento à população é demandado, seja por inundação de residências, impedimento de via pública, entupimento de saídas de drenagem pluvial ou tubulação de esgoto, entre outros;

Cota de Inundação Severa: Cota no qual os danos e prejuízos impliquem o comprometimento parcial da capacidade de resposta do poder público do ente atingido;

É importante ressaltar que tais definições práticas dos conceitos das cotas de referência podem variar para cada bacia ou conjunto de municípios estudados.

Em termos de operação dos Sistemas de Alerta Hidrológico (SAHs) da CPRM, a **Cota de Atenção** representa um primeiro nível no qual as equipes dos SAH direcionam os esforços e ficam a postos para realização de manutenções nas estações da Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN) quando necessárias. No caso do SAH Amazonas, o acompanhamento dos níveis dos rios em estações estratégicas de toda a bacia Amazônica Ocidental é realizado continuamente ao longo de todo ano. O produto desse acompanhamento é publicado semanalmente através do Boletim Hidrometeorológico da Amazônia Ocidental, disponibilizado na página www.cprm.gov.br/sace. A **Cota de Alerta**, quando atingida, demanda o acionamento do CENAD e da Defesa Civil dos municípios e estados correspondentes, e dispara o início da emissão de boletins e divulgação da previsão hidrológica, quando disponíveis. Quando a **Cota de Inundação** é atingida, todo o arcabouço técnico da CPRM já está preparado no sentido de dar suporte a quaisquer tomadas de decisões por parte dos órgãos competentes. Todas as ações anteriores são mantidas quando a **Cota de Inundação Severa** é atingida.

Para entender o histórico das definições das cotas de referência envolvidas no presente estudo, consultar a Nota de Esclarecimento, apresentada no Anexo I.

MATERIAL E MÉTODOS

Os municípios alvos do presente estudo compreendem todos os municípios contemplados pelo Boletim de Monitoramento Hidrometeorológico da Amazônia Ocidental. São eles: Barcelos (AM), Beruri (AM), Boa Vista (RR), Caracaraí (RR), Careiro da Várzea (AM), Coari (AM), Fonte Boa (AM), Humaitá (AM), Itacoatiara (AM),

Manacapuru (AM), Manaus (AM), Parintins (AM), Rio Branco (AC), Santa Isabel do rio Negro (AM) e São Gabriel da Cachoeira (AM) e Tabatinga (AM). Além dos municípios contemplados no boletim, os municípios de Anamá (AM) e Codajás (AM) também foram incluídos. No presente relatório, apresentam-se os resultados da primeira campanha de campo realizada no ano de 2018. O mapa a seguir apresenta os municípios para os quais são apresentados os resultados no presente relatório. São eles: Anamá, Beruri, Careiro da Várzea, Codajás, Coari, Iranduba, Itacoatiara, Manacapuru e Manaus, todos eles localizados no estado do Amazonas (Figura 2). Os demais municípios a serem abordados nas campanhas de campo seguintes também estão indicados na Figura 2, com os anos de realização dos levantamentos de campo indicados na legenda.

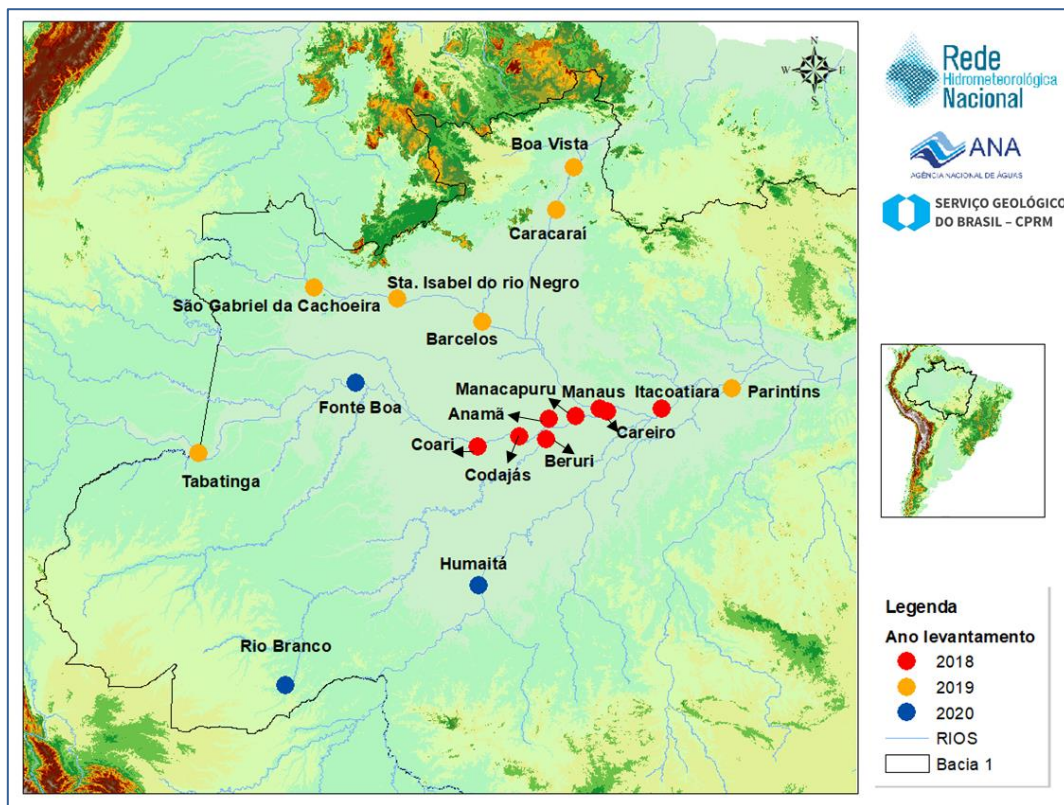


Figura 2. Municípios contemplados no estudo de Definição de Cotas de Referência

A proposta metodológica do presente trabalho prevê a definição das cotas de referência baseada na realidade observada nos municípios em termos de vulnerabilidade aos impactos das inundações e, a princípio, independe da frequência de ocorrência desses eventos. Assim, a metodologia preconizou, como base de suas análises, as informações observadas nos município levantadas em campo, incluindo

sucessivas etapas de validação, com o intuito de validar não apenas os resultados obtidos, mas também a proposta metodológica aqui apresentada (Figura 3).

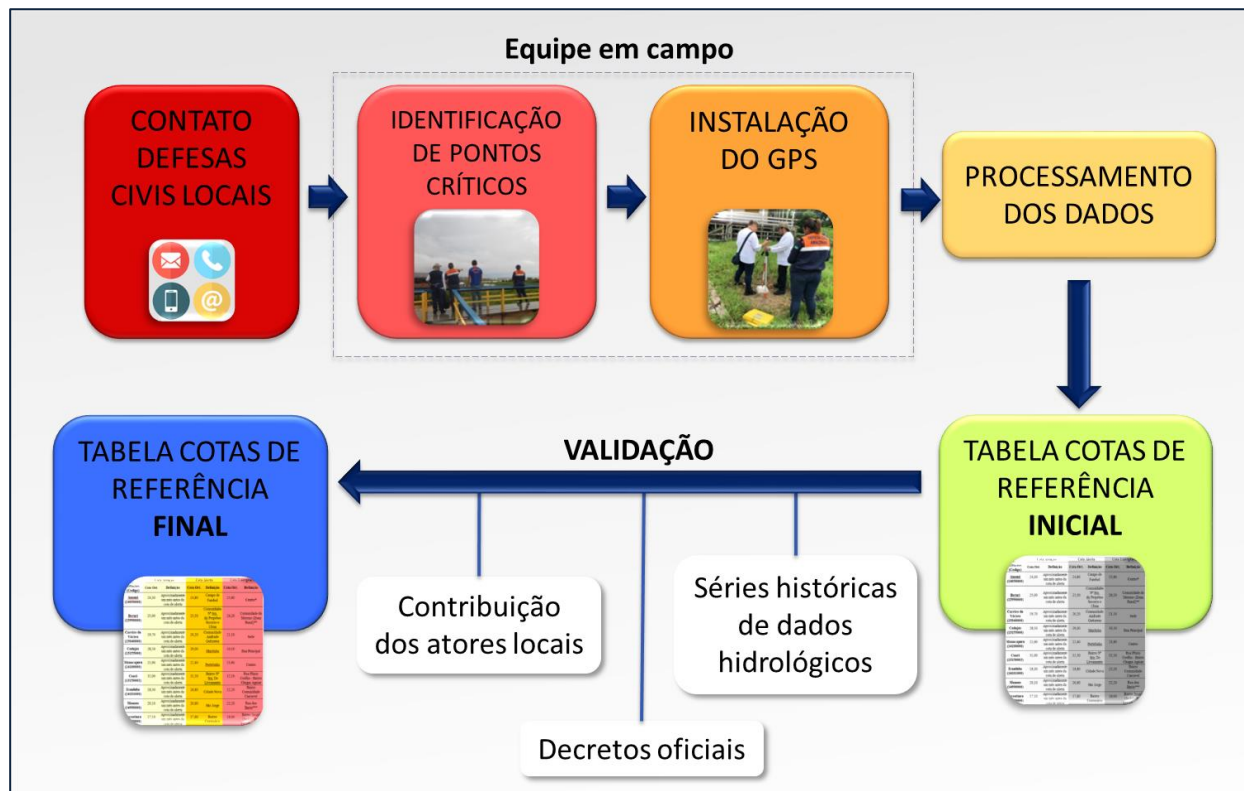


Figura 3. Metodologia proposta para definição das Cotas de Referência em municípios da Amazônia Ocidental.

Os levantamentos foram iniciados a partir de contatos com as defesas civis locais, feitos a partir do escritório, por onde os municípios foram informados quanto à previsão da chegada das equipes e aos tipos de informações que seriam levantadas. Os formulários enviados a priori são apresentados no Anexo II. Com as equipes em campo, foram então buscadas informações a respeito de quais os pontos nos municípios, os rios costumam atingir para que as situações de **Inundação** e **Inundação Severa** sejam caracterizadas (Figura 4). Para a **Cota de Inundação**, observou-se o primeiro ponto de inundação que normalmente demanda alguma forma de ação da Defesa Civil. Para a **Cota de Inundação Severa**, foi observada a região em que, quando inundada, configura danos severos ao município. Essas informações nem sempre estavam disponíveis de maneira clara, e em alguns locais foram necessários os levantamentos de diversos pontos e uma interpretação complementar dos dados.

É importante ressaltar que, nos municípios em que já existiam pelo menos uma das cotas de referência utilizadas cotidianamente, essas foram levadas em

consideração. Se os levantamentos de campo apontassem uma cota mais baixa (menos restritiva) do que a utilizada pelo município, os dados de campo eram mantidos como cota de referência, no sentido de fornecer maior flexibilidade e segurança nas ações do poder público local. Por outro lado, se os levantamentos em campo apresentassem cotas mais altas do que as normalmente utilizadas pelos municípios, as cotas de referência já utilizadas eram mantidas.

Em cada um dos pontos definidos como críticos foram instalados GPS Geodésicos do modelo GTR-G2, que geraram as informações necessárias à obtenção das cotas ortométricas locais (Figura 4). Foram levantadas, também com GPS, as cotas ortométricas das 'Referências de Nível' ("RNs") das estações fluviométricas da Rede Hidrometeorológica Nacional em cada um dos municípios (RHN). Essas referências são instalações fixas, de concreto, existentes em cada uma das estações fluviométricas da RHN. Elas são utilizadas para o nivelamento das réguas de medição dos níveis dos rios, e apresentam referências arbitrárias e independentes entre si. Ou seja, as magnitudes das cotas de uma estação nas referências da RHN não tem relação direta com as de outra estação, nem com a altimetria do local. Por isso, foi importante a obtenção das cotas ortométricas dessas RNs, de forma a compatibilizar os dados obtidos no sistema ortométrico (referência ao nível do mar) com as referências arbitrárias das estações. A Tabela 1 apresenta as estações fluviométricas da RHN utilizadas para obtenção dos dados hidrológicos de cada município.

Em escritório, os dados obtidos com o GPS foram processados com auxílio do Serviço para Pós-Processamento de dados GNSS (Global Navigation Satellite System) disponibilizado pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), que faz uso do programa CSRS-PPP (GPS Precise Point Positioning) desenvolvido pelo NRCan (Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada)². Foi utilizado o Modo de Processamento Estático, para a antena do tipo NOV702GG NONE, com o modelo de Ondulação Geoidal MAPGEO2015. Os processamentos foram realizados pelo menos 17 dias após a obtenção dos dados de GPS, de forma a garantir o posicionamento FINAL das órbitas dos satélites.

² Disponível no site <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-sobre-posicionamento-geodesico/servicos-para-posicionamento-geodesico/16334-servico-online-para-pos-processamento-de-dados-gnss-ibge-ppp.html?=&t=processar-os-dados>

As cotas resultantes do processamento do GPS são as chamadas “Cotas Ortométricas”, que indicam a altitude de cada um dos pontos em relação ao Nível Médio do Mar. Através do processamentos do dados dos RNs, em comparação às cotas locais foi possível obter as diferenças entre os dois sistemas de referenciamento (referência ao nível médio do mar x referência da estação) e, portanto, adequar quaisquer uns dos dados obtidos ao sistema que se desejasse utilizar.



Figura 4. Metodologia de campo: Contato com as defesas civis locais (a) em Anamá-AM e (b) em Coari-AM e obtenção das cotas ortométricas com GPS geodésico (c) e (d) em Manacapuru-AM.

Já para a obtenção da **Cota de Alerta**, na ausência de informações mais detalhadas por parte dos municípios, estimou-se que um tempo adequado para a preparação no caso de um eventual estabelecimento de situação de alerta seria de **um mês**. Então, foram calculadas as velocidades médias de subida dos rios nos meses antecedentes à cota máxima, nos anos das cotas máximas observadas nas séries históricas de cada uma das estações (Tabela 1).

Tabela 1. Correspondência entre municípios e estações fluviométricas da RHN e dados utilizados para estimativa das Cotas de Atenção.

Município	Estação	Código RHN	Data da cota máx.	Cota máxima	Cota mês anterior	Cota máx – Cota mês ant.
Anamã	Anamã	14050000	25/06/2015	1825	1782	43
Beruri	Beruri	13990000	23/06/2015	2236	2191	45
Careiro da Várzea	Careiro	15040000	25/06/2015	1727	1691	36
Codajás	Codajás	13155000	16/06/2015	1802	1732	70
Manacapuru	Manacapuru	14100000	25/06/2015	2078	2031	47
Coari	Itapéua	13150003	24/06/2015	1834	1770	64
Irlanduba	Irlanduba	14101000	26/06/2015	2046	2004	42
Manaus	Porto de Manaus	14990000	28/05/2012	2997	2913	84
Itacoatiara	Itacoatiara	16030000	19/06/2009	1604	1590	14
Média						49

Em média, observou-se que os rios que banham os municípios abordados no presente estudo, sobem aproximadamente 0,49 m por mês em seu período de enchente crítica e, portanto, estabeleceu-se que a Cota de Alerta seria 0,50 m mais baixa do que a Cota de Inundação, arredondando para facilitar o entendimento por parte dos órgãos atuantes e da população.

Após a definição das cotas de referência, procedeu-se à validação dos dados obtidos. Em uma primeira etapa, as situações práticas observadas no ano hidrológico de 2019, um evento extremo de grandes magnitudes em todos os rios avaliados, foram comparadas aos resultados gerados. A validação foi realizada a partir da comparação de imagens obtidas nos municípios durante a inundação, fornecidas pelas defesas civis locais e Defesa Civil Estadual, notícias buscadas nos diversos veículos de mídia e decretos de Situação de Emergência estabelecidos pela Defesa Civil. Os decretos de emergência oficializados nos últimos 10 anos também foram utilizados no processo de validação.

A última etapa de validação ocorreu durante um seminário de apresentação dos resultados, onde os membros das defesas civis locais de todos os municípios contemplados foram convidados a participar, opinar e contribuir.

RESULTADOS

Os pontos de GPS coletados nos nove municípios para compor o presente estudo encontram-se apresentados na Figura 5. No total, foram obtidas informações para 39 diferentes pontos em todo o estado do Amazonas. Imagens com foco em cada um dos municípios levantados, assim como as coordenadas geográficas e alturas ortométricas de todos os pontos, encontram-se apresentadas nos Anexos III e IV, respectivamente.

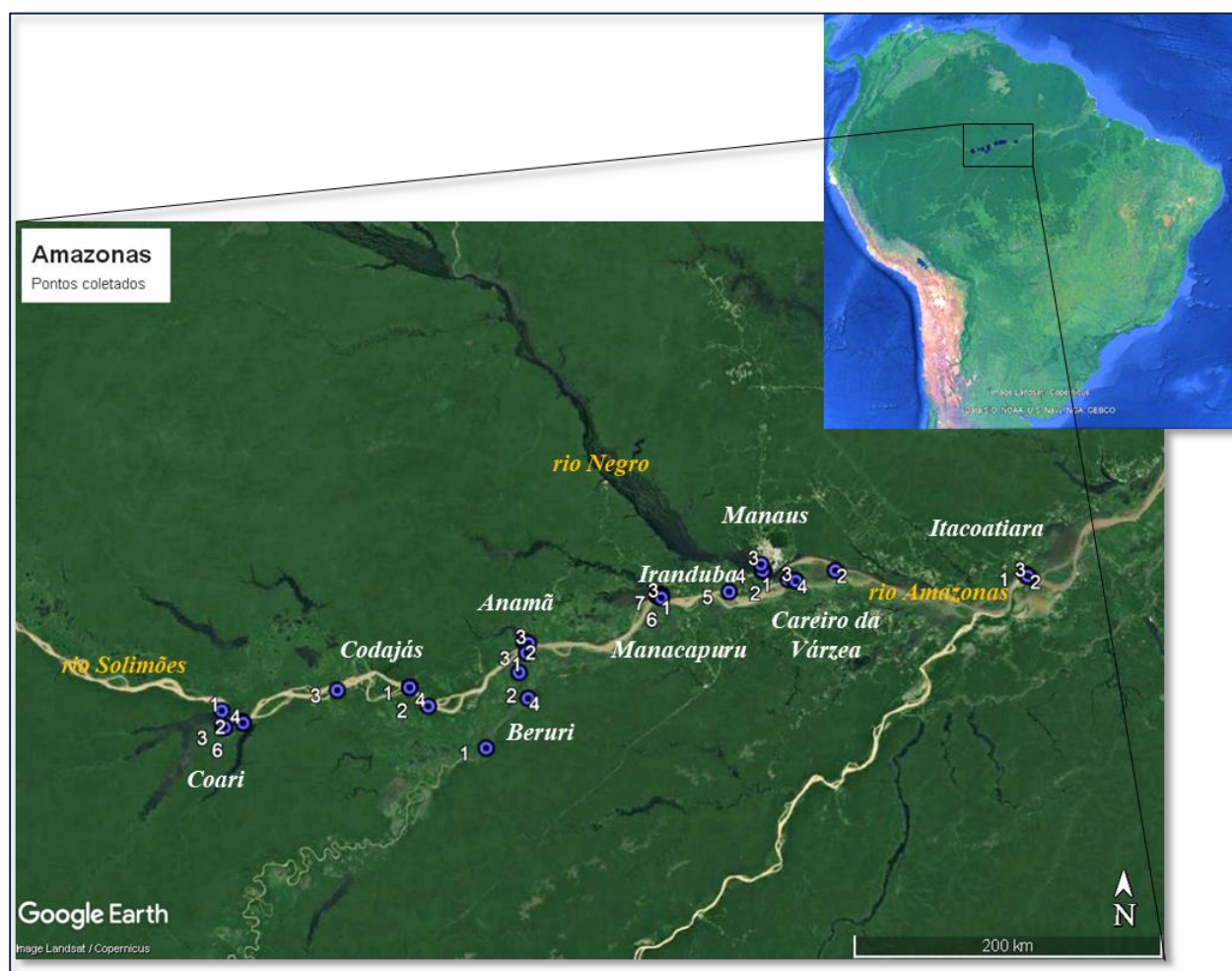


Figura 5. Pontos de dados coletados na campanha de 2018

A comparação entre a altura ortométrica e a cota arbitrária dos RNs das estações fluviométricas foi essencial para a compatibilização das alturas ortométricas obtidas em campo com as séries históricas de níveis das estações. Esses dados encontram-se apresentados da Tabela 2.

Tabela 2. Cotas arbitrárias e ortométricas das Referências de Níveis das estações fluviométricas, e diferenças calculadas

Estação	Cota Arbitrária (m)	Cota Ortométrica (m)	Diferença* (m)	RN Utilizado
Anamã (14050000)	16,60	25,44	8,84	RN 7
Beruri (13990000)	26,00	31,49	5,49	RN 8
Careiro da Várzea (15040000)	16,96	22,13	5,17	RN 7
Codajás (13155000)	18,7	30,08	11,38	RN 7
Manacapuru (14100000)	21,47	25,69	4,22	RN 19
Coari (13150003)	18,24	32,35	14,11	RN 6
Iranduba (14101000)	21,07	22,53	1,46	RN 3
Manaus (14990000)	31,41	24,58	-6,83	RN 3
Itacoatiara (16030000)	15,47	19,01	3,54	RN 7

* A diferença entre as cotas ortométricas e arbitrárias da estação também são chamadas de “zero da régua”, a medida que representa a cota em relação ao nível do mar atingida quando a régua da estação atinge o nível zero.

De forma a exemplificar e facilitar o entendimento do processo realizado, a Figura 6 apresenta a RN da estação fluviométrica “Careiro” (15040000), em Careiro da Várzea. O RN utilizado foi o RN 7, que apresenta uma cota arbitrária de 16,96 m, utilizada como referência para as réguas da estação e, portanto, para os dados de toda a série histórica. O levantamento com GPS indicou uma cota ortométrica de 22,13 m para esse RN, resultando em uma diferença, também chamada de “zero da régua” de 5,17 m. Ou seja, para converter os dados hidrológicos da série histórica da estação de Careiro, para o sistema de cotas ortométricas, é preciso somar 5,17 m aos dados de cota, obtendo assim a cota em relação ao nível do mar.



Cota Arbitrária: 19,960 m

Cota Ortométrica: 22,13 m (obtida com o GPS)

Delta: 5,17 m

Figura 6. RN 7, na estação Careiro (15040000) em Careiro da Várzea. Obs.: a diferença de precisão entre os dados apresentados se deve à precisão com que cada um dos sistemas opera. Os resultados foram arredondados para o de menor precisão.

No estado do Amazonas, a população e a imprensa local, assim como os órgãos governamentais relacionados, são acostumados a lidar com as cotas arbitrárias, historicamente utilizadas nas estações locais. Em Manaus, por exemplo, é sabido que a cota máxima atingida pelo nível do rio em toda a série histórica é de 29,97 m, ocorrido na cheia de 2012. Assim, de forma a facilitar o entendimento e divulgação do presente relatório, os resultados são aqui apresentados mantendo-se as cotas arbitrárias, referentes a cada estação (Tabela 3). Ao final do texto, encontra-se no Anexo V uma tabela análoga, com as cotas em referência ortométrica.

Tabela 3. Cotas de referência arbitrárias, com a descrição dos pontos identificados

Estações (Código)	Cota de Alerta		Cota de Inundação		Cota de Inundação Severa	
	Cota Arbitrária (m)	Definição	Cota Arbitrária (m)	Definição	Cota Arbitrária (m)	Definição
Anamã (14050000)	15,40	Aproximadamente um mês antes da cota de inundação	15,90	Campo de Futebol	17,00	Centro*
Beruri (13990000)	19,50	Aproximadamente um mês antes da cota de inundação	20,00	Comunidades N ^a Sra. do Perpétuo Socorro e Ubim	20,70	Comunidade do Moreno (Zona Rural)**
Careiro da Várzea (15040000)	14,60	Aproximadamente um mês antes da cota de inundação	15,10	Comunidade Andrade Gutierrez	15,90	Sede
Codajás (13155000)	17,10	Aproximadamente um mês antes da cota de inundação	17,60	Murituba	18,70	Rua Principal
Manacapuru (14100000)	17,70	Aproximadamente um mês antes da cota de inundação	18,20	Portelinha	19,60	Centro
Coari (13150003)	16,90	Aproximadamente um mês antes da cota de inundação	17,40	Bairro N ^a Sra. Do Livramento	17,90	Rua Plínio Coelho - Bairro Chagas Aguiar
Irlanduba (14101000)	16,80	Aproximadamente um mês antes da cota de inundação	17,30	Cidade Nova	20,70	Bairro Comunidade Cascavel
Manaus (14990000)	27,00	Aproximadamente um mês antes da cota de inundação	27,50	São Jorge	29,00	Rua dos Barés***
Itacoatiara (16030000)	13,50	Aproximadamente um mês antes da cota de inundação	14,00	Bairro Centenário	14,20	Bairro Jauari (Sede) - Rua Estrada Stones

Observações:

* Cota inicialmente sugerida pela Defesa Civil local (17,50m), e refinada com base na comparação entre os dados hidrológicos e as datas de inundação do município.

** Em Beruri, grande parte dos problemas relacionados às inundações ocorre na zona rural, gerando graves prejuízos ao município. Para fins de definição da Cota de Emergência, portanto, considerou-se o alagamento de 3 comunidades rurais.

*** Em Manaus, a situação de Emergência é caracterizada quando a Rua dos Barés começa a inundar, prejudicando todo o fluxo de veículos no Centro da cidade. A cota mais baixa levantada na Rua dos Barés foi de 30,54 m. No entanto, a inundação nesse local é gerada pelo acúmulo de águas residuárias, a partir do momento em que a saída da tubulação de drenagem é bloqueada pela subida do rio. Para definição da cota de ocorrência desse evento, foram buscadas notícias ao longo dos últimos anos e as cotas referentes às datas de início da inundação da via (Tabela 4). As cotas eram próximas a 29,00 m, ficando definida como sendo a Cota de Inundação Severa para Manaus.

Tabela 4. Datas de alagamento da rua dos Barés e cotas relacionadas

ANO	Notícias	Data início	Cota (m)
2015	<ul style="list-style-type: none"> http://g1.globo.com/am/amazonas/noticia/2015/06/mau-cheiro-afasta-consumidores-de-ruas-alagadas-pela-cheia-em-manaus.html http://g1.globo.com/am/amazonas/transito/noticia/2015/05/cheia-do-rio-negro-faz-rua-ser-interditada-no-centro-de-manaus.html 	23/05/2015	29,03
2014	<ul style="list-style-type: none"> http://g1.globo.com/am/amazonas/noticia/2014/06/cheia-do-rio-negro-alagadas-ruas-do-centro-de-manaus-e-vendas-caem-40.html 	03/05/2014	29,11
2013	<ul style="list-style-type: none"> http://g1.globo.com/am/amazonas/noticia/2013/06/rio-negro-da-sinais-de-vazante-diz-servico-geologico-do-brasil.html http://g1.globo.com/am/amazonas/transito/noticia/2015/05/cheia-do-rio-negro-faz-rua-ser-interditada-no-centro-de-manaus.html 	27/05/2013	29,16

Na falta de um estudo detalhado de campo como o presente, é comum a utilização de análises estatísticas para a definição das cotas de referência. Para a definição das Cotas de Atenção normalmente utiliza-se as cotas de permanência de 10% e para as Cotas de Alerta, 5 % de permanência. Para as cotas de inundação e inundação severa, não é recomendada a utilização de análise estatística, sendo sua definição aceitável apenas quando é realizada pesquisa de campo.

A Tabela 5 apresenta a frequência de observação das cotas de referência nas séries históricas de cada um dos municípios.

Tabela 5. Frequência de observação das cotas de referência (%)

Estação (Código)	Cota Alerta	Cota Inundação	Cota Inundação Severa
Anamã (14050000)	24	19	6
Beruri (13990000)	22	17	8
Careiro da Várzea (15040000)	24	18	8
Codajás (13155000)	4	3	1
Manacapuru (14100000)	25	20	4
Coari (13150003)	4	2	2
Irlanduba (14101000)	38	34	1
Manaus (14990000)	21	15	2
Itacoatiara (16030000)	18	10	8

Os resultados corroboram com a observação de que as inundações são frequentes no estado do Amazonas. Em praticamente todos os municípios avaliados, exceto Coari e Codajás, as permanências das cotas de alerta obtidas foram expressivamente maiores do que as de 5% recomendadas.

Em 2019, novamente, observou-se grande número de ocorrências de eventos graduais de inundação no Estado. Para expressar a magnitude da cheia de 2019, em Manaus o rio Negro atingiu a cota de 29,42 m, igualando-se à 7ª maior cheia histórica de uma série de 116 anos de dados. O evento está associado a um período de retorno de 17 anos nessa estação.

Dos 62 municípios do Amazonas, 43 (ou seja, 70%) tiveram situação de Emergência decretada nesse ano. Dentre os municípios estudados, apenas Codajás não teve situação de Emergência solicitada e Beruri, que solicitou, mas teve o processo indeferido por questões administrativas (Tabela 6).

Tabela 6. Cotas máximas atingidas em 2019 e Situação de Emergência decretada para cada município.

Estações (Código)	Cota Alerta (m)	Cota Inundação (m)	Cota Inundação Severa (m)	DEFESA CIVIL	Cota Máxima 2019 (m)	Data da Máxima
Anamã (14050000)	15,40	15,90	17,00	EMERGÊNCIA RECONHECIDA	17,51	16/06
Beruri (13990000)	19,50	20,00	20,70	EMERGÊNCIA INDEFERIDA	21,55	22/06
Careiro da Várzea (15040000)	14,60	15,10	15,90	EMERGÊNCIA RECONHECIDA	16,95	16/06
Codajás (13155000)	17,10	17,60	18,70	-	17,70	16/06
Manacapuru (14100000)	17,70	18,20	19,60	EMERGÊNCIA RECONHECIDA	20,22	22/06
Coari (13150003)	16,90	17,40	17,90	EMERGÊNCIA RECONHECIDA	17,12	20/06
Irاندuba (14101000)	16,80	17,30	20,70	EMERGÊNCIA RECONHECIDA	20,03	19/06
Manaus (14990000)	27,00	27,50	29,00	EMERGÊNCIA RECONHECIDA	29,42	22/06
Itacoatiara (16030000)	13,50	14,00	14,20	EMERGÊNCIA RECONHECIDA	14,65	18/06

Para fins de validação das informações, considerou-se que a cota de Inundação Severa faz referência a situações de emergência, já que a definição da cota (danos severos) pode estar diretamente ligada à perda de capacidade de resposta do município frente ao evento, que corresponde aos critérios para decretos de emergência. Analisando-se a tabela 5, é possível observar que os decretos de Situação de Emergência estão de acordo com as cotas de referência obtidas em grande parte das estações avaliadas, exceto para Coari e Iranduba, em que a Situação de Emergência foi decretada e as cotas de Inundação Severa não foram atingidas. No entanto, dada a antecedência necessária aos procedimentos para estabelecimento oficial de situação de emergência, consideram-se altamente satisfatórios os resultados obtidos.

A compatibilização dos resultados obtidos pelos levantamentos em campo com as situações reais observadas nos municípios podem ser corroborados pelas imagens a seguir, obtidas ao longo do ano de 2019 por parte de membros das defesas civis locais, assim como pelas informações buscadas em publicações por parte da imprensa em seus diversos veículos (Figuras 7 a 14).

Anamã

- 30/05/2019 (Cota = 17,24 m)



FONTE: <https://g1.globo.com/am/amazonas/noticia/2019/05/30/municipio-de-anama-entra-em-estado-de-calamidade-devido-a-cheia-no-rio-solimoes.ghtml>

- 15/05/2019 (Cota = 17,55 m)



FONTE: Defesa Civil AM

	ALERTA		INUNDAÇÃO		INUNDAÇÃO SEVERA	
Anamã (1405000)	15,40 m	Aproximadamente um mês antes da cota de atenção	15,90 m	Balneário	17,00 m	Centro

Figura 7. Imagens da Cheia de 2019 no Município de Anamã-AM

Careiro da Várzea

- 27/05/2019 (Cota = 16,49 m)



FONTE: Defesa Civil AM

- 04/06/2019 (Cota = 16,74 m)



FONTE: <https://g1.globo.com/am/amazonas/noticia/2019/06/19/cidade-de-careiro-da-varzea-no-am-tem-ruas-inundadas-pela-enchente-dos-rios.ghtml>

	ALERTA		INUNDAÇÃO		INUNDAÇÃO SEVERA	
Careiro da Várzea (15040000)	14,60 m	Aproximadamente um mês antes da cota de inundação	15,10 m	Comunidade Andrade Gutierrez	15,90 m	Sede

Figura 8. Imagens da Cheia de 2019 no Município de Careiro da Várzea-AM

Irاندuba

- 21/05/2019 (Cota = 19,28 m)



Bairro Cacau Pirêra

FONTE: Defesa Civil AM



	ALERTA	INUNDAÇÃO		INUNDAÇÃO SEVERA		
Irاندuba (14101000)	16,80 m	Aproximadamente um mês antes da cota de inundação	17,30 m	Cidade Nova	20,70 m	Bairro Comunidade Cascavel

Figura 9. Imagens da Cheia de 2019 no Município de Irاندuba-AM

Itacoatiara

- 14/05/2019 (Cota = 14,05 m)



Bairo Jauary

FONTE: Defesa Civil AM

	ALERTA	INUNDAÇÃO	INUNDAÇÃO SEVERA
Itacoatiara (16030000)	13,00 m Aproximadamente um mês antes da cota de inundação	14,00 m Bairro Centenário	14,20 m B. Jauary (Sede) – R. Estrada Stones

Figura 10. Imagens da Cheia de 2019 no Município de Itacoatiara-AM

Manacapuru

- 14/05/2019 (Cota = 19,19 m)



- 15/05/2019 (Cota = 19,27 m)



- 27/05/2019 (Cota = 19,74 m)



FONTE: Defesa Civil AM

	ALERTA		INUNDAÇÃO		INUNDAÇÃO SEVERA	
Manacapuru (14100000)	17,70 m	Aproximadamente um mês antes da cota de inundação	18,20 m	Portelinha	19,60 m	Centro

Figura 11. Imagens da Cheia de 2019 no Município de Manacapuru-AM

Manacapuru

- 18/07/2019 (Cota = 19,70 m)



Bairro Centro



FONTE: Defesa Civil AM

	ALERTA		INUNDAÇÃO		INUNDAÇÃO SEVERA	
Manacapuru (14100000)	17,70 m	Aproximadamente um mês antes da cota de inundação	18,20 m	Portelinha	19,60 m	Centro

Figura 12. Imagens da Cheia de 2019 no Município de Manacapuru-AM

Manaus

- 24/05/2019 (Cota = 28,66 m)



Bairro Educandos

FONTE: Defesa Civil AM

- 04/06/2019 (Cota = 29,11 m)



Água no bueiro, próximo ao nível da rua



Feira da Banana

FONTE: CPRM

	ALERTA		INUNDAÇÃO		INUNDAÇÃO SEVERA	
Manaus (14990000)	27,00 m	Aproximadamente um mês antes da cota de inundação	27,50 m	São Jorge	29,00 m	Rua dos Barés

Figura 13. Imagens da Cheia de 2019 no Município de Manaus-AM

Manaus

- 04/06/2019 (Cota = 29,11 m)



Rua dos Barés

FONTE: Defesa Civil AM



Rua dos Barés

FONTE: <https://globoplay.globo.com/v/7667787/>

	ALERTA	INUNDAÇÃO	INUNDAÇÃO SEVERA
Manaus (14990000)	27,00 m	27,50 m	29,00 m
	Aproximadamente um mês antes da cota de inundação	São Jorge	Rua dos Barés

Figura 14. Imagens da Cheia de 2019 no Município de Manaus-AM

Complementarmente, foram analisados os decretos de Situação de Emergência registrados nos últimos 10 anos, para os municípios avaliados (Tabela 7).

Tabela 7. Datas dos Decretos de Emergência, e cotas observadas nas datas dos decretos

	Cota inun. sev. (m)		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Anamá (14050000)	17,00	Data	17/abr	07/jul	13/abr	03/05	12/mai	10/jun	*	02/mai	*
		Cota (m)	13,87	16,48	-	16,73	16,84	18,14	-	16,84	
Beruri (13990000)	20,70	Data	*	*	18/mai	*	02/mai	05/mai	*	17/mai	*
		Cota (m)	-	-	21,97	-	20,47	21,28		21,98	
Careiro da Várzea (15040000)	15,90	Data	17/abr	*	13/abr	14/mai	08/mai	*	*	22/mai	*
		Cota (m)	13,22	-	16,07	16,52	16,13	-	-	16,59	-
Codajás (13155000)	18,70	Data	13/jul	*	09/mai	07/jun	30/mai	18/mai	*	22/mai	*
		Cota (m)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Manacapuru (14100000)	19,60	Data	16/jul	03/mai	09/mai	03/05	16/mai	*	*	16/mai	30/mai
		Cota (m)	17,87	17,22	-	18,96	19,36	-		19,69	18,55
Coari (13150003)	17,90	Data	13/jul	*	04/jun	21/mai	*	20/abr	*	10/mai	*
		Cota (m)	14,67	-	17,65	-	-	16,34		16,76	
Iranduba (14101000)	20,70	Data	14/jul	28/mai	18/mai	22/mai	23/mai	*	*	12/mai	*
		Cota (m)	-	-	-	-	-				
Manaus (14990000)	29,00	Data	*	*	27/abr	23/05	26/mai	*	*	*	*
		Cota (m)	-	-	29,07	29,03	29,19	-	-	-	-
Itacoatiara (16030000)	14,20	Data	*	*	13/abr	*	19/mai	12/mai	*	12/mai	*
		Cota (m)	-	-	14,05	-	14,79	14,43	-	14,33	-

Observação: Os campos com * indicam anos em que não foram solicitados ou aprovados Decretos de Emergência para os municípios. Os campos em que a data foi indicada, mas a cota não foi apresentada, indicam que não havia dado disponível para a estação naquela data.

Sabe-se que, para os processos de inundação gradual da Amazônia, os Decretos de Emergência, assim como os danos à população causados por esses desastres, não ocorrem de forma pontual, associados a um evento diário específico. Mas sim, de forma paulatina, de maneira que os Decretos, a partir do momento que são solicitados, levam certo tempo para que os procedimentos burocráticos sejam efetivados. Assim, as cotas dos dias específicos não podem ser isoladamente levadas em consideração para se avaliar a situação do município. É plausível, no entanto, avaliar-se a ordem de grandeza dos eventos, que em grande parte dos anos apresentados na tabela mostraram-se compatíveis com as cotas de emergências presentemente estabelecidas. Além disso, mais uma vez corrobora-se com a observação da grande frequência das

inundações graduais na Amazônia. Se levados em conta os últimos 10 anos, o município de Anamã, por exemplo, apresenta uma frequência de estabelecimento de situação de Emergência de 80%.

As Figuras 15 e 16 apresentam os cotagramas anuais das estações fluviométricas, ilustrando na área azul a faixa de permanência de 15 a 85% dos dados das séries históricas, em preto as medianas, além das cotas de referência definidas. Nota-se que, em grande parte dos municípios, as cotas de alerta e inundação estão abaixo das medianas do mês de junho, indicando que em mais de 50% dos anos da série histórica tais cotas foram atingidas. Portanto, mostra-se de extrema importância a manutenção e a viabilização de estudos nos moldes do aqui apresentado, de forma a subsidiar os órgãos competentes com informações técnicas de qualidade, que os auxiliem a minimizar os impactos desses fenômenos, cada vez mais frequentes na região.

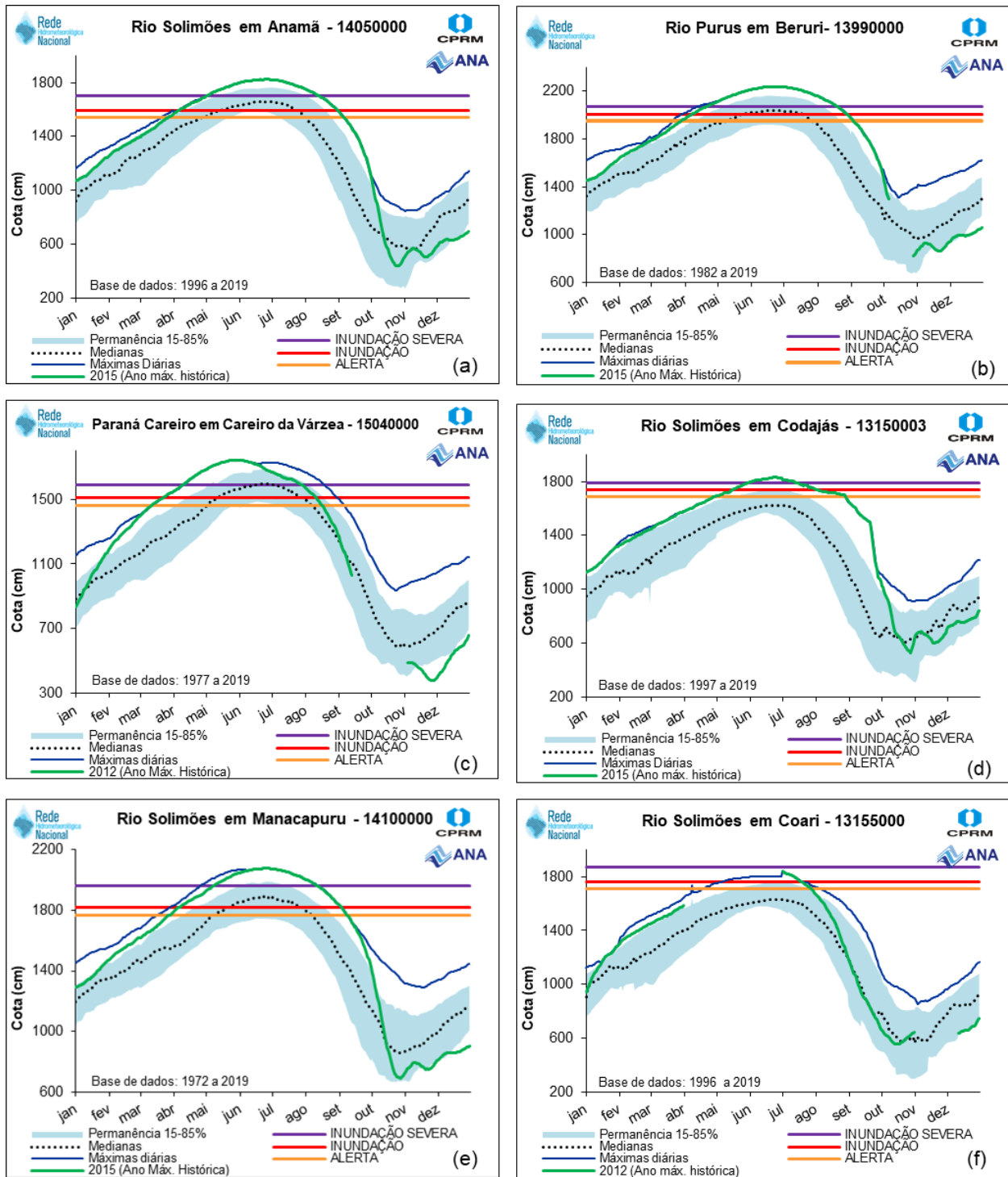


Figura 15. Cotagramas anuais das estações fluviométricas e cotas de referência definidas de (a) Anamá, (b) Beruri, (c) Careiro da Várzea, (d) Codajás, (e) Manacapuru e (f) Coari.

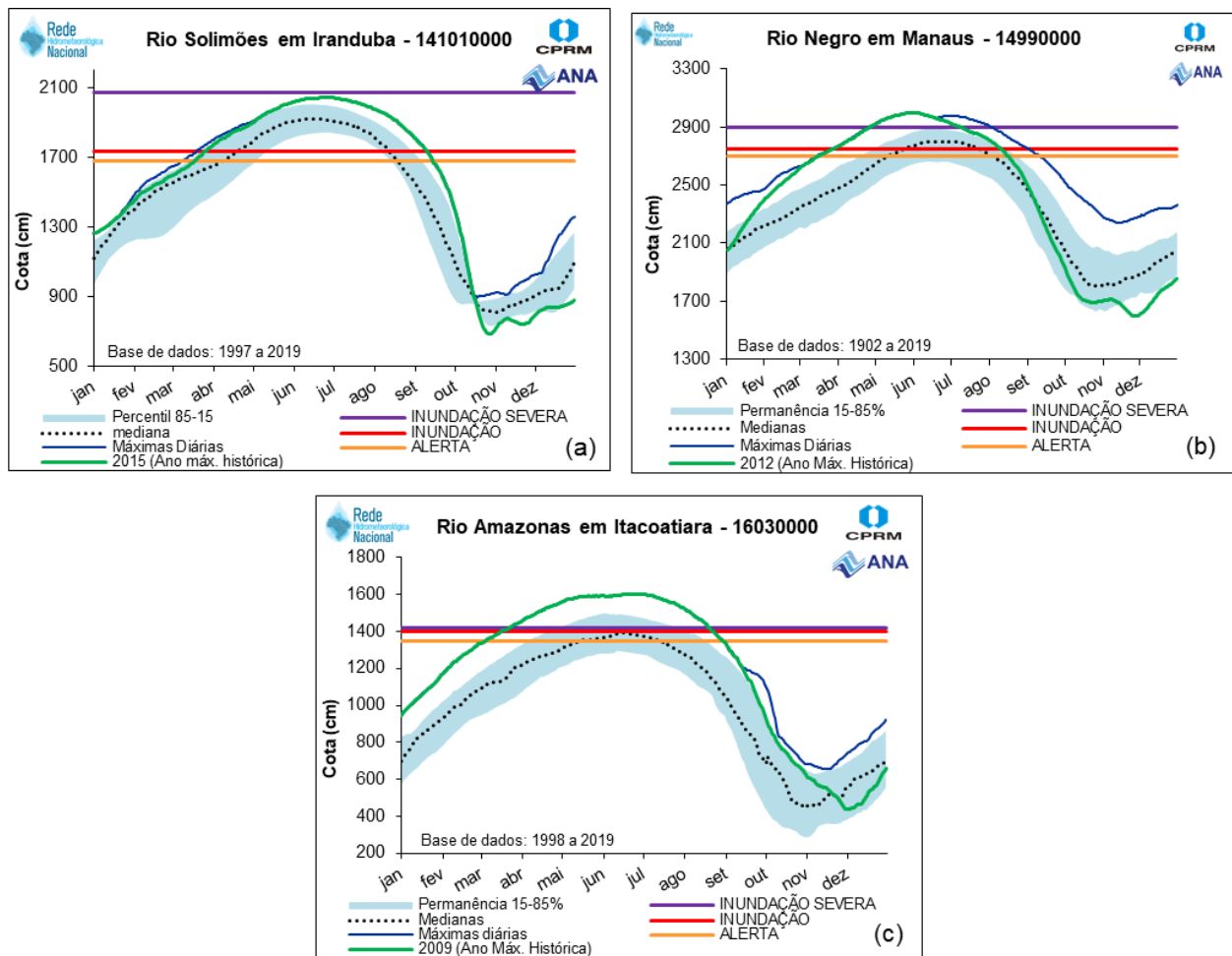


Figura 16. Cotagramas anuais das estações fluviométricas e cotas de referência definidas de (a) Iranduba, (b) Manaus e (c) Itacoatiara.

Como forma de validação final, o presente relatório foi apresentado em um seminário onde todas as defesas civis locais dos municípios contemplados foram convidadas, além de diversos outros atores locais. Estiveram presentes membros das defesas civis de Anamá, Beruri, Careiro da Várzea, Manaus e Itacoatiara, além de representantes do Centro de Hidrografia e Navegação do Noroeste da Marinha do Brasil (CHN-9), Fundação de Vigilância em Saúde do Estado do Amazonas (FVS-AM), Secretaria de Produção Rural do Amazonas, Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal do Estado do Amazonas, Universidade Federal do Amazonas, Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Amazonas, Sistema de Proteção da Amazônia (SIPAM), Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e Defesa Civil do Estado do Amazonas. Os resultados apresentados foram validados pelos atores presentes, exceto para a Cota de Inundação Severa de Itacoatiara que foi questionada pelo

membro da Defesa Civil municipal. Os resultados foram, então, aprimorados, com base em tal sugestão. O presente relatório já traz esse dado corrigido e, portanto, validado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados apresentados no presente relatório são a compilação de atividades de campo, baseadas no levantamento de cotas ortométricas em pontos considerados críticos em termos de inundação gradual, para cada um dos municípios avaliados. Para tanto, foram utilizadas informações locais, fornecidas pelas defesas civis municipais e estadual. A validação dos resultados foi realizada a partir do evento de cheia de 2019, em que praticamente todos os municípios incluídos no levantamento sofreram algum tipo de impacto relacionado a inundações. Imagens dos locais inundados, decretos de Situação de Emergência e notícias publicadas em diversos veículos foram utilizadas para tal validação e permitiram a corroboração de que a metodologia sugerida pode ser adequadamente utilizada para os fins propostos. Foram realizadas ainda, análises dos decretos de emergência nos últimos anos, e uma validação final na forma de seminário, para apresentação e consolidação dos resultados para os diversos atores locais envolvidos.

O estudo representa, portanto, um importante avanço na obtenção de informações tão relevantes como as cotas de referência para alerta hidrológico, principalmente em um estado frequentemente assolado por eventos de inundações como é o caso do Amazonas.

É importante lembrar que os fatores determinantes para os eventos de inundações graduais são em grande parte dinâmicos, como as variações locais nos leitos dos rios, as mudanças na distribuição da população ao longo dos municípios, e a própria capacidade de resposta dos municípios frente aos desastres. Assim, mostra-se de extremamente importância o acompanhamento e verificação contínuos dessas informações e a atualização das cotas de referência sempre que necessário.

A partir de então, a próxima etapa do estudo será a avaliação dos outros municípios contemplados pelo projeto Sistema de Alerta Hidrológico do Amazonas, sendo eles: São Gabriel da Cachoeira, Santa Isabel do rio Negro, Barcelos (rio Negro); Humaitá (rio Madeira); Fonte Boa e Tabatinga (rio Solimões); Rio Branco (rio Acre); e Boa Vista e Caracaraí (rio Branco).

REFERÊNCIAS

IBGE (2018). INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Perfil dos Municípios Brasileiros 2017. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em <
<http://tratabrasil.org.br/uploads/Munic2017-Saneamento-Aspectosgestao.pdf>>

ANEXOS I - II – III – IV-V

- **ANEXOS I** – Nota de Esclarecimento
- **ANEXOS II** – Formulário enviado aos municípios
Campanha de campo – alerta 2018
- **ANEXO III** - Pontos de GPS coletados dos municípios de Anamã-AM, Beruri-AM, Careiro da Várzea-AM, Codajás-AM, Manacapuru-AM, Coari-AM, Iranduba (visão geral e detalhe do bairro Cacaú Pirêra), Manaus e Itacoatiara.
- **ANEXO IV** - Tabela de pontos coletados em campo, com descrição, data de coleta, cota ortométrica obtida, latitude e longitude.
- **ANEXO V** - Tabela de cotas de referência ortométricas, com a descrição dos pontos identificados.

ANEXO I

NOTA DE ESCLARECIMENTO

A repercussão causada pela divulgação dos resultados do presente estudo, quando do lançamento do relatório prévio, no Seminário de Validação dos resultados junto as Defesas Civas estadual e municipais (em janeiro de 2020), oportunizou a discussão sobre a necessidade de padronização das definições das cotas de referências para um sistema único, que contemplasse todos os Sistemas de Alerta Hidrológico do país. Assim, após sucessivas etapas de revisões e reuniões envolvendo diversos pesquisadores, tanto dos SAHs quanto de outros órgãos federais, pesquisas bibliográficas e consultas aos sistemas adotados em outros países, finalmente os conceitos apresentados na Figura 1 foram definidos oficialmente, para serem utilizados em todos os Sistemas de Alerta do SGB.

A partir daí, os resultados obtidos no presente levantamento precisaram ser adequados, levando em consideração as novas definições. A Cota de Emergência, que havia sido definida como a cota na qual o município sofre danos severos, passou a ser chamada de Cota de Inundação Severa, mantendo-se a mesma definição. A Cota de Alerta, que havia sido definida como a cota relacionada ao primeiro dano ao município, passou a ser chamada de Cota de Inundação. E a Cota de Atenção, que havia sido definida como a cota na qual o município deve ser avisado quanto à possibilidade de inundação, passou a ser chamada de Cota de Alerta.

Como os levantamentos de campo haviam sido realizados de maneira clara, focando nos impactos de cada um dos eventos no município, a conversão entre as nomenclaturas das cotas de referência foi plenamente possível, sem prejuízo nenhum aos resultados apresentados.

De forma a facilitar a replicação da metodologia aqui apresentada, o formulário enviado para as Defesas Civas, apresentado no Anexo II também foi revisado, segundo as definições atualizadas das Cotas de Referência.

ANEXO II

Formulário enviado aos municípios CAMPANHA DE CAMPO - CPRM / DC

MUNICÍPIO: _____ DATA: _____

EQUIPE: _____

CONTATO DEFESA CIVIL LOCAL (nome e tel): _____

1. **COTA DE TRANSBORDAMENTO** – local onde o rio extravasa do leito menor para o leito maior.

Descrição: _____

Pontos GPS: _____

Lat.: _____ **Long.:** _____

2. **COTA DE INUNDAÇÃO SEVERA** –

A partir do alagamento de que região/área/bairro os prejuízos sociais e econômicos representam danos severos ao município?

Descrição: _____

Pontos GPS: _____

Lat.: _____ **Long.:** _____

3. **COTA DE INUNDAÇÃO** –

A partir do alagamento de que região/área/bairro os primeiros atendimentos precisam ser realizados?

Descrição: _____

Pontos GPS: _____

Lat.: _____ **Long.:** _____

4. **COTA DE ALERTA** –

Quanto tempo antes o município precisa ser avisado para se preparar para uma situação de inundação?

ANEXO III



Pontos de GPS coletados dos municípios de Anamá-AM, Beruri-AM, Careiro da Várzea-AM, Codajás-AM, Manacapuru-AM e Coari-AM.



Pontos de GPS coletados nos municípios de Iranduba (visão geral e detalhe do bairro Cacau Pirêra), Manaus e Itacoatiara.

ANEXO IV

Tabela de pontos coletados em campo, com descrição, data de coleta, cota ortométrica obtida, latitude e longitude.

Item	Município	Descrição	Data	Cota ortométrica (m)	Latitude	Longitude
1	Anamã	RN-07-sede	08/12/2018	25,44	-03° 34' 51,9556"	-61° 22' 42,0350"
2	Anamã	Varzea -campo de futebol	08/12/2018	24,76	-03° 34' 13,9768"	-61° 24' 17,2276"
3	Anamã	Balneario	08/12/2018	23,21	-03° 34' 16,1607"	-61° 24' 16,9754"
4	Beruri	Ubim	09/12/2018	25,77	-04° 11' 07,5174"	-61° 36' 49,4741"
5	Beruri	Costa do Moreno	10/12/2018	26,21	-03° 45' 01,4929"	-61° 25' 49,5040"
6	Beruri	Nossa Senhora do Perpetuo Socorro	10/12/2018	25,36	-03° 38' 15,1643"	-61° 23' 17,6043"
7	Beruri	RN-08- Sede Beruri	30/11/2018	31,49	-03° 53' 53,4697"	-61° 22' 32,3760"
8	Careiro da Várzea	RN-07	30/11/2018	22,13	-03° 11' 45,2606"	-59° 50' 00,4567"
9	Careiro da Várzea	Comunidade Andrade Gutierrez	04/02/2019	20,22	-03° 11' 27,8690"	-59° 52' 16,2659"
10	Careiro da Várzea	Sede	04/02/2019	21,08	-03° 11' 57,7841"	-59° 49' 25,6047"
11	Careiro da Várzea	Comunidade Cristo Rei	19/12/2018	18,56	-03° 08' 03,6230"	-59° 35' 34,0436"
12	Codajás	RN-08- Sede Codajás	11/12/2018	30,08	-03° 50' 37,2063"	-62° 03' 47,8704"
13	Codajás	Murituba	12/12/2018	28,98	-03° 51' 50,2203"	-62° 29' 02,9460"
14	Codajás	Urucurizinho	12/12/2018	27,14	-03° 57' 00,1054"	-61° 57' 09,3599"
15	Itacoatiara	RN- 07 SEDE	28/11/2018	19,01	-03° 08' 51,0322"	-58° 26' 55,3307"
16	Manacapuru	Rede de Drenagem	05/12/2018	16,49	-03° 18' 09,0707"	-60° 37' 20,6462"
17	Manacapuru	Ponto da Paçoca	05/12/2018	14,51	-03° 17' 15,8121"	-60° 36' 47,7877"
18	Manacapuru	Entrevista centro-Portelinha	06/12/2018	22,44	-03° 18' 07,5618"	-60° 36' 47,0340"
19	Manacapuru	Terra Preta-Baixada Fluminense	06/12/2018	21,05	-03° 17' 43,4328"	-60° 38' 09,9924"
20	Manacapuru	Terra Preta-Beco do Boto	06/12/2018	20,10	-03° 17' 49,9744"	-60° 37' 53,3639"
21	Manacapuru	Centro Manacapuru	07/12/2018	23,83	-03° 18' 07,8012"	-60° 37' 22,0783"
22	Manacapuru	RN 19 Manacapuru 21470	17/12/2018	25,69	-03° 18' 31,3630"	-60° 36' 33,7233"

(continuação). Tabela de pontos coletados em campo, com descrição, data de coleta, cota ortométrica obtida, latitude e longitude

Item	Município	Descrição	Data	Cota ortométrica (m)	Latitude	Longitude
23	Coari	Rua Plinio Coelho-Bairro Chagas Aguiar	14/12/2018	32,20	-04° 05' 05,1795"	-63° 08' 08,6095"
24	Coari	Rua Bela Vista	14/12/2018	32,05	-04° 05' 12,8116"	-63° 08' 52,5421"
25	Coari	RN -06-COTA 18240	14/12/2018	32,35	-04° 04' 56,4292"	-63° 08' 31,9486"
26	Coari	Nossa Senhora da Aparecida I	15/12/2018	31,53	-03° 59' 21,9756"	-63° 09' 26,9065"
27	Coari	Nossa Senhora do Livramento	15/12/2018	30,22	-04° 03' 00,1913"	-63° 02' 07,8992"
28	Coari	RN -12 ITAPEUA- 17416	15/12/2018	32,15	-04° 03' 32,5527"	-63° 01' 44,5264"
29	Irlanduba	Cacau Pirêra	18/12/2018	18,77	-03° 10' 31,4602"	-60° 05' 23,1289"
30	Irlanduba	Cidade Nova	18/12/2018	21,80	-03° 10' 10,3875"	-60° 04' 50,2186"
31	Irlanduba	Comunidade Cascavel	18/12/2018	22,18	-03° 09' 54,7029"	-60° 05' 03,5834"
32	Irlanduba	Comunidade Cascavel I	18/12/2018	14,37	-03° 09' 49,9211"	-60° 05' 03,1085"
33	Irlanduba	RN - 3	17/12/2018	22,53	-03° 16' 03,5371"	-60° 12' 55,6548"
34	Manaus	Educandos	26/11/2018	20,20	-03° 08' 26,4472"	-60° 00' 41,8274"
35	Manaus	São Jorge	26/11/2018	20,62	-03° 06' 17,1755"	-60° 01' 43,9525"
36	Itacoatiara	Bairro Centenário	07/02/2019	14,57	-03° 08' 13,6727"	-58° 27' 49,4869"
37	Itacoatiara	Bairro Jauary - Estrada Stones	07/02/2019	14,43	-03° 09' 02,6125"	-58° 26' 32,6751"
38	Itacoatiara	RN - 07 COTA 15472	28/11/2018	19,01	-03° 08' 51,0322"	-58° 26' 55,3307"

ANEXO V

Tabela de cotas de referência ortométricas, com a descrição dos pontos identificados

Estações (Código)	Cota Alerta		Cota Inundação		Cota Inundação Severa	
	Cota Ort. (m)	Definição	Cota Ort. (m)	Definição	Cota Ort. (m)	Definição
Anamã (14050000)	24,30	Aproximadamente um mês antes da cota de inundação	24,80	Campo de Futebol	25,80	Centro*
Beruri (13990000)	25,00	Aproximadamente um mês antes da cota de inundação	25,50	Comunidades N ^a Sra. do Perpétuo Socorro e Ubim	26,20	Comunidade do Moreno (Zona Rural)**
Careiro da Várzea (15040000)	19,70	Aproximadamente um mês antes da cota de inundação	20,20	Comunidade Andrade Gutierrez	21,10	Sede
Codajás (13155000)	28,50	Aproximadamente um mês antes da cota de inundação	29,00	Murituba	30,10	Rua Principal
Manacapuru (14100000)	21,90	Aproximadamente um mês antes da cota de inundação	22,40	Portelinha	23,80	Centro
Coari (13150003)	31,00	Aproximadamente um mês antes da cota de inundação	31,50	Bairro N ^a Sra. Do Livramento	32,10	Rua Plínio Coelho - Bairro Chagas Aguiar
Iranduba (14101000)	18,30	Aproximadamente um mês antes da cota de inundação	18,80	Cidade Nova	22,20	Bairro Comunidade Cascavel
Manaus (14990000)	20,10	Aproximadamente um mês antes da cota de inundação	20,60	São Jorge	22,20	Rua dos Barés***
Itacoatiara (16030000)	17,10	Aproximadamente um mês antes da cota de inundação	17,60	Bairro Centenário	17,80	Bairro Jauari (Sede) - Rua Estrada Stones

Observações:

* Cota inicialmente sugerida pela Defesa Civil local (17,50 m na cota arbitrária), e refinada com base na comparação entre os dados hidrológicos e as datas de inundação do município.

** Em Beruri, grande parte dos problemas relacionados às inundações ocorre na zona rural, gerando graves prejuízos ao município. Para fins de definição da Cota de Inundação Severa, portanto, considerou-se o alagamento de 3 comunidades rurais.

*** Em Manaus, a situação de Inundação Severa é caracterizada quando a Rua dos Barés começa a inundar, prejudicando todo o fluxo de veículos no Centro da cidade. A cota mais baixa levantada na Rua dos Barés foi de 30,54 m (nível arbitrário). No entanto, a inundação nesse local é gerada pelo acúmulo de águas residuárias, a partir do momento em que a saída da tubulação de drenagem é bloqueada pela subida do rio. Para definição da cota de ocorrência desse evento, foram buscadas notícias ao longo dos últimos anos e as cotas referentes às datas de início da inundação da via. As cotas eram próximas a 29,00 m (nível arbitrário), ficando definida como sendo a Cota de Inundação Severa para Manaus.

