

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS DO AMBIENTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO
AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE NA AMAZÔNIA

**VULNERABILIDADE E SEGURANÇA
HIDROCLIMATOLÓGICA NO ALTO SOLIMÕES: O CASO
DAS VILAS DE BELÉM DO SOLIMÕES E CAMPO
ALEGRE /AMAZONAS**

HEITOR PAULO PINHEIRO

MANAUS
2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS DO AMBIENTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO
AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE NA AMAZÔNIA

HEITOR PAULO PINHEIRO

**VULNERABILIDADE E SEGURANÇA
HIDROCLIMATOLÓGICA NO ALTO SOLIMÕES: O CASO
DAS VILAS DE BELÉM DO SOLIMÕES E CAMPO
ALEGRE/AMAZONAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia – PPG/CASA como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia.

Linha de pesquisa: Dinâmicas socioambientais

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Tatiana Schor

MANAUS
2016

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

P654v Pinheiro, Heitor Paulo
Vulnerabilidade e segurança hidroclimatológica no Alto Solimões:
o caso das Vilas de Belém do Solimões e Campo Alegre /
Amazonas / Heitor Paulo Pinheiro. 2016
197 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Tatiana Schor
Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e
Sustentabilidade na Amazônia) - Universidade Federal do
Amazonas.

1. Eventos Extremos. 2. Vilas. 3. Vulnerabilidade
hidroclimatológica. 4. Segurança hidroclimatológica. 5. Alto
Solimões, Amazonas. I. Schor, Tatiana II. Universidade Federal do
Amazonas III. Título

HEITOR PAULO PINHEIRO

**VULNERABILIDADE E SEGURANÇA
HIDROCLIMATOLÓGICA NO ALTO SOLIMÕES: O CASO
DAS VILAS DE BELÉM DO SOLIMÕES E CAMPO
ALEGRE/AMAZONAS**

DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
CIÊNCIAS DO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE NA AMAZÔNIA – PPGCASA COMO
PARTE DOS REQUISITOS PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM CIÊNCIAS DO
AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE NA AMAZÔNIA.

BANCA EXAMINADORA

DRA. TATIANA SCHOR

PRESIDENTE

DRA. MURIEL SARAGOUSSI

MEMBRO TITULAR

DRA. KATIA CAVALCANTE

MEMBRO TITULAR

DRA. JACI SARAIVA

MEMBRO TITULAR

A Jah e aos grandes Mílton Santos e Ab´Saber

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Karla Arakaki minha eterna companheira de ciência;
Aos meus Pais Reinaldo Arcanjo Pinheiro e Maria Raimunda Paulo Monteiro que me deram
forças;
Ao professor Henrique Pereira por sua força de vontade e amor a Amazônia;
A Fernanda Mendes, por possibilitar que tudo isso fosse possível;
Ao Povo Magüta que me acolheu e propiciou a execução e desenvolvimento deste trabalho;
A Minha Catedrática orientadora Tatiana Schor por estes anos de trabalho juntos;
Ao NEPECAB coordenado pelos professores José Aldemir de Oliveira e Geraldo Alves,
PRODESAS na figura da professora Ivanilce Castro; LAPA na figura do professor Naziano
Filizola e DABUKURI na figura da professora Ivani Faria, pelas condições de trabalho,
experiência e equipamentos;
Ao Departamento de Geografia em especial ao Prof. Eduardo Pinheiro que hoje não está mais
conosco;
Ao SIPAM, pelo auxílio;
A Professora Josyane Ronchail da Universidade de Paris;
Aos amigos de Benjamin Constant, Talissa, Gabriel, Telma, Dudu, pelo abrigo nos momentos
difíceis;
A todos que participaram desta conquista e de muitas outras que ainda virão;

Agradeço.

AGRADECIMENTOS AOS FINANCIADORES

À CAPES e todos os 23 meses com bolsa em dias;

Ao projeto PRONEX FAPEAM “Cidades amazônicas: dinâmicas espaciais, rede urbana local e regional”, pelo incentivo às viagens, diárias e materiais;

Ao projeto “De olho nos eventos extremos: Vulnerabilidades hidrológica e segurança alimentar na Tríplice Fronteira Brasil-Colombia-Peru, Amazonas” – Processo:405823/2013-4 pelos incentivos e toda logística no Alto Solimões;

A SESAI DSEI Alto Solimões, pela água potável e apoio nas atividades;

Ao CNPQ e FAPEAM, pelo incentivo a nós cientistas;

A todo o programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia – PPGCASA;

Soy.... Soy lo que dejaron
Soy toda la sobra de lo que se robaron
Un pueblo escondido en la cima
Mi piel es de cuero, por eso aguanta cualquier clima
Soy una fábrica de humo
Mano de obra campesina para tu consumo

Frente de frío en el medio del verano
El amor en los tiempos del cólera, mi hermano!
Soy el sol que nace y el día que muere
Con los mejores atardeceres
Soy el desarrollo en carne viva
Un discurso político sin saliva
Las caras más bonitas que he conocido

Soy la fotografía de un desaparecido
La sangre dentro de tus venas
Soy un pedazo de tierra que vale la pena
Una canasta con frijoles, soy Maradona contra
Inglaterra
Anotándote dos goles

Soy lo que sostiene mi bandera
La espina dorsal del planeta, es mi cordillera
Soy lo que me enseñó mi padre
El que no quiere a su patria, no quiere a su madre
Soy américa Latina, un pueblo sin piernas, pero que
camina
Oye!

Totó La Momposina:
Tú no puedes comprar el viento
Tú no puedes comprar el sol
Tú no puedes comprar la lluvia
Tú no puedes comprar el calor

Tú no puedes comprar las nubes
Tú no puedes comprar los colores

Tú no puedes comprar mi alegría
Tú no puedes comprar mis dolores

Totó La Momposina:
Tú no puedes comprar el viento
Tú no puedes comprar el sol
Tú no puedes comprar la lluvia
Tú no puedes comprar el calor
Susana Bacca:
Tú no puedes comprar las nubes
Tú no puedes comprar los colores
Tú no puedes comprar mi alegría
Tú no puedes comprar mis dolores

Para que te recuerde de mi apellido
La operación Condor invadiendo mi nido
Perdono pero nunca olvido
Oye!

Vamos caminando
Aquí se respira lucha
Vamos caminando
Yo canto porque se escucha
Vamos dibujando el camino
(Vozes de um só coração)
Vamos caminando
Aquí estamos de pie
Que viva la américa!
No puedes comprar mi vida [...]

Latinoamérica – Calle 13

Composição:

Totó La Momposina, Susana Baca & Maria
Rita

RESUMO

Os eventos extremos na Amazônia tornaram-se mais comuns nos últimos 30 anos e com isso, significativos impactos no cotidiano dos amazônidas, diretamente ligados a hidroclimatologia, puderam ser observados. Tanto na qualidade de vida, quanto nos deslocamentos e no próprio funcionamento urbano, o nível das águas dos rios e quantidade de chuvas são fatores de suma importância para região. Portanto, indagamos neste trabalho, qual a influência dos eventos hidroclimatológicos atípicos/extremos nas dinâmicas humanas da Amazônia, principalmente nas Vilas de Campo Alegre e Belém do Solimões/Alto Solimões – AM? Para responder tal indagação foi importante compreender as dinâmicas da enchente e vazante, chuvas e estiagens, além das dinâmicas sociais que são afetadas por tais eventos. Assim, dinâmicas, fixos e fluxos passam a sair de uma mera representação do real para o entendimento da realidade e de um olhar geográfico da região. Para tal, utilizamos técnicas de mapeamento, informações secundárias peruanas, dados oficiais da ANA/ORE-HYBAM (brasileiros) e de outros órgãos, registros em mídia, além da vivência intrínseca da geografia. Objetivamos assim, entender e descrever o regime hidroclimatológico da região, gerando um indicador de vulnerabilidade e segurança hidroclimatológica, subsidiando políticas públicas que funcionem, resultando num sistema de suporte à decisão em cenários de eventos extremos. Por tanto, pôde-se observar que mesmo com a farta oferta de água em toda região, existem pontos de vulnerabilidades crônicas, sendo a falta de água potável uma realidade nas vilas estudadas. Noutro ponto, mesmo com todas as tecnologias envolvidas, tornou-se difícil prever cheias e secas extremas. Por fim, prever atipicidades com exatidão e seus impactos nos locais estudados, atualmente, não é possível. Resolução para os problemas locais de qualidade de vida sim! E por isso devem ser incentivados.

Palavras Chave: Eventos Extremos, Vilas, Vulnerabilidade hidroclimatológica, Segurança hidroclimatológica, Alto Solimões, Amazonas.

ABSTRACT

Extreme events in the Amazon have become more common in the last 30 years and with it significant impacts on the daily life of Amazonians, directly linked to hydroclimatology are observed. Both the quality of life in displacement and urban operation, the water level of rivers and rainfall are important factors for the region. So question in this work, the influence of atypical / hydroclimatological extreme events in human dynamics of the Amazon, especially in the towns of Campo Alegre and Belém do Solimões / Alto Solimões - AM? To answer this question it is important to understand the dynamics of high water and low water, rains and droughts, as well as social dynamics that are affected by these events. Dynamic, fixed and flows pass out of a mere representation of the real, to the understanding of reality and a geographic look of the area. For this, we use mapping techniques, Peruvian secondary information, official data ANA / ORE-HYBAM (Brazilian) and other agencies, media records, beyond the intrinsic experience of geography. In order, to understand and describe the hydroclimatological regime in the region, generating an indicator of vulnerability and security, supporting public policies who work, resulting in a support system decision in extreme events scenarios. Thus, it was observed that even with the abundant supply of water throughout the region, there are points of chronic vulnerability, and lack of drinking water a reality in the study villages. Elsewhere, even with all the technologies involved, it has become difficult to predict floods and extreme droughts. Finally, atypical features predict accurately and their impact on the sites studied currently is not possible. Resolution to local problems of quality of life yes! And so they should be encouraged.

Keywords: Extreme Events, Towns, Hydroclimatological Vulnerability, space representations, High Solimões, Amazonas.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Procedimentos Metodológicos.....	18
Figura 2: Localização da área de estudo em relação a Manaus.....	21
Figura 3: Máximas, médias e mínimas da régua de Tabatinga.....	25
Figura 4: Calendário do Produtor Rural 2014-2015.....	26
Figura 5: Mapa de localização das Vilas – Junho de 2015.....	29
Figura 6: Passageiros e mercadorias – Agosto de 2015.....	30
Figura 7: Balieira com destino a São Paulo de Olivença – Agosto de 2015.....	30
Figura 8: Embarcação Voyager V no porto de Santa Rita do Weill – Junho de 2015.....	31
Figura 9: Comunidade do Bananal em Junho de 2015.....	32
Figura 10: Comunidade do Bananal em Agosto – 2015.....	32
Figura 11: Gráfico de cota da régua de Tabatinga.....	33
Figura 12: Modelo digital de elevação SRTM (10 km).....	40
Figura 13: Imagem aérea da vila de Campo Alegre – Outubro de 2015.....	41
Figura 14: Imagem aérea, parte Oeste de Belém do Solimões – Outubro de 2015.....	42
Figura 15: Taludes de Belém do Solimões – Outubro 2015.....	46
Figura 16: Solo Pardo-avermelhado próximo a Belém do Solimões – Outubro de 2015.....	47
Figura 17: Regiões de várzea próximo a Belém do Solimões – Agosto de 2015.....	48
Figura 18: População residente por setor censitário – 2010.....	49
Figura 19: Localização e forma urbana de Belém do Solimões.....	50
Figura 20: Número de habitações por setor censitário em 2010.....	51
Figura 21: Região de várzea em Campo Alegre – Outubro de 2015.....	52
Figura 22: Vegetação do entorno de Campo Alegre – Abril de 2015.....	53
Figura 23: Pessoas residentes por setor censitário em 2010.....	54
Figura 24: Mancha urbana de Campo Alegre.....	55
Figura 25: Porção mais alta de Campo Alegre em Junho de 2015.....	56
Figura 26: Quadricóptero Syma X5c.....	57
Figura 27: Dados secundários e visitas a campo em 2015.....	61
Figura 28: Anomalias de TSM do mês de janeiro de 2015.....	62
Figura 29: Acumulado de precipitação para o mês de janeiro.....	64
Figura 30: Anomalias de TSM do mês de fevereiro de 2015.....	65
Figura 31: Acumulado de precipitação para o mês de fevereiro.....	67

Figura 32: Anomalias de TSM do mês de março de 2015.....	68
Figura 33: Gráfico de cota do mês de março de 2015 para Tabatinga.....	69
Figura 34: Centro de Benjamin Constant – Abril de 2015.....	71
Figura 35: Distancia do nível das ruas para a lâmina d’água em Belém do Solimões em abril de 2015.....	72
Figura 36: Formação de temporal em Belém do Solimões – abril de 2015.....	73
Figura 37: Frente da Vila de Campo Alegre parcialmente inundada – Abril de 2015.....	74
Figura 38: Produção de farinha d’água – Abril de 2015.....	74
Figura 39: Porção Sul de Campo Alegre Inundada em Abril de 2015.....	75
Figura 40: Início da Inundação em Campo Alegre, Abril de 2015.....	75
Figura 41: Anomalias de TSM do mês de maio de 2015.....	76
Figura 42: Gráfico de cota para estação de Tabatinga em 29/05/2015.....	77
Figura 43: Acumulado de precipitação para o mês de maio.....	78
Figura 44: Macrófitas a frente da UBS em Benjamin Constant – Junho de 2015.....	79
Figura 45: Obra de encanamento de água fria em Junho de 2015.....	80
Figura 46: Porto de Belém do Solimões e nível das águas em junho de 2015.....	81
Figura 47: Porção Oeste da Vila de Campo Alegre em Junho de 2015.....	82
Figura 48: Solos encharcados em Campo Alegre – junho de 2015.....	83
Figura 49: Anomalias de TSM do mês de junho de 2015.....	84
Figura 50: Gráfico de cota para estação de Tabatinga.....	85
Figura 51: Acumulado de precipitação para o mês de junho.....	86
Figura 52: Anomalias de TSM do mês de Julho de 2015.....	87
Figura 53: Gráfico de cota par a estação de Tabatinga.....	88
Figura 54: Acumulado de precipitação para o mês de julho.....	89
Figura 55: Nível das águas altas acima das várzeas de Belém do Solimões – Agosto de 2015	91
Figura 56: Igarapé da Rita em Agosto de 2015.....	92
Figura 57: Construção de uma cacimba em Campo Alegre, Agosto de 2015.....	93
Figura 58: Rua principal de Campo Alegre, inundada de abril a junho – Agosto de 2015.....	94
Figura 59: Anomalias de TSM do mês de Agosto de 2015.....	95
Figura 60: Gráfico de cota para estação de Tabatinga.....	96
Figura 61: Acumulado de precipitação para o mês de agosto.....	97

Figura 62: Anomalias de TSM do mês de Setembro de 2015.....	98
Figura 63: Gráfico de cota para estação de Tabatinga.....	99
Figura 64: Acumulado de precipitação para o mês de Setembro.....	100
Figura 65: Beira de Belém do Solimões – Outubro de 2015.....	101
Figura 66: Igarapé da Rita na Seca – Outubro de 2015.....	102
Figura 67: Leito do Rio Solimões – Outubro de 2015.....	103
Figura 68: Anomalias de TSM do mês de Outubro de 2015.....	104
Figura 69: Gráfico de Cota para estação de Tabatinga.....	105
Figura 70: Acumulado de precipitação para o mês de outubro.....	106
Figura 71: Eventos extremos no mundo.....	108
Figura 72: Histograma da seca (1984-2014).....	110
Figura 73: Histograma da cheia (1984-2014).....	111
Figura 74: Mapa de relevo da microbacia de São Paulo de Olivença ou da região do Alto-Alto Solimões.....	113
Figura 75: Marca da água na Rua do Aquabam – Junho de 2015.....	114
Figura 76: Região inundável em Benjamin Constant (Rio Javarizinho) - Junho de 2015.....	114
Figura 77: Primeira apresentação do projeto – Abril de 2015.....	121
Figura 78: Placa de problemas da comunidade I – Agosto de 2015.....	122
Figura 79: Placa de problemas da comunidade II – Agosto de 2015.....	122
Figura 80: Hierarquização das problemáticas em Belém do Solimões, Agosto de 2015.....	123
Figura 81: Levantamento das problemáticas Belém dos Solimões – Agosto de 2015.....	123
Figura 82: Oficina em Campo Alegre – Agosto de 2015.....	125
Figura 83: Cartograma de infraestrutura urbana de Belém do Solimões.....	127
Figura 84: Foto aérea Rua Amazonas, Belém do Solimões – Outubro de 2015.....	129
Figura 85: Margem leste de Belém do Solimões, Sistema de Captação de água e Escola Estadual.....	130
Figura 86: Sistema de tratamento e distribuição de água – Abril de 2015.....	131
Figura 87: Centro da Vila de Belém do Solimões.....	132
Figura 88: Cartograma de infraestrutura urbana de Belém do Solimões.....	132
Figura 89: Cartograma de Campo Alegre.....	134
Figura 90: Casas alagáveis próximo ao centro comunitário – Outubro de 2015.....	135
Figura 91: Igarapé da Rita, águas baixas – Outubro de 2015.....	136

Figura 92: Vista da beira de Campo Alegre fotografada de Vila Independente – Outubro de 2015.....	137
Figura 93: Capa do material didático de geografia.....	138
Figura 94: Setores censitários e malha de pontos de Belém do Solimões.....	145
Figura 95: Sistema de distribuição de água – Junho de 2015.....	146
Figura 96: Caixa d’água terminada em agosto de 2015.....	147
Figura 97: Construção da caixa d’água em abril de 2015.....	147
Figura 98: Sistema de captação de água da chuva – Agosto de 2015.....	148
Figura 99: Mulher e crianças indo a beira pegar água e lavar louças e roupas – Outubro de 2015.....	150
Figura 100: Mulheres lavando roupa próximo a balsa de captação de água do rio - Outubro de 2015.....	151
Figura 101: Curso d’água porção nordeste de Belém do Solimões – Agosto de 2015.....	152
Figura 102: Caixa d’água pela metade em Belém do Solimões - Agosto de 2015.....	153
Figura 103: Água da chuva em Belém do Solimões – Agosto de 2015.....	154
Figura 104: Caixa d’água abandonada em Campo Alegre – Agosto de 2015.....	155
Figura 105: Sistema de captação de água da chuva na cheia, Campo Alegre -.....	156
Figura 106: Sistema de captação de água da chuva as margens do Igarapé da Rita.....	157
Figura 107: Construção de cacimba em Campo Alegre.....	158
Figura 108: Localização e mancha urbana das Vilas estudadas.....	159
Figura 109: Interface do banco de dados DE´A.....	163
Figura 110: MAPSET D´EA.....	164
Figura 111: Modelo de Ondulação Geoidal.....	166
Figura 112: Modelo 3D Belém do Solimões.....	168
Figura 113: Modelo 3D de Campo Alegre.....	169
Figura 114: Curvas de nível e regiões inundáveis em azul, recorte do Alto Solimões.....	170
Figura 115: Representação de regiões seguras e vulneráveis a eventos de cheia – Belém do Solimões.....	172
Figura 116: Representação de regiões seguras e vulneráveis a eventos de cheia – Campo Alegre.....	174
Figura 117: Sistema de captação e filtragem de água da chuva experimental.....	178
Figura 118: Caixa d’água de PVC 5000L.....	181

Figura 119: Filtro de passagem.....	183
Figura 120: Capa p/cano 100 mm.....	183
Figura 121 Filtro de carvão ativado.....	184
Figura 122: Alinhamento e altura das caixas d'água.....	185
Figura 123: Filtro de carvão ativado.....	186
Figura 124: Sistema para habitação de cinco pessoas.....	187

Sumário

<u>INTRODUÇÃO.....</u>	<u>16</u>
<u>1 – HIDROCLIMATOLOGIA, A NORMALIDADE E OS EVENTOS EXTREMOS....</u>	<u>38</u>
<u>1.1 – Geomorfologia, ambiente e as diferentes paisagens das vilas de Belém do Solimões e Campo Alegre.....</u>	<u>38</u>
<u>1.1.2 – Belém do Solimões.....</u>	<u>45</u>
<u>1.1.3 Campo Alegre.....</u>	<u>51</u>
<u>1.2 Fatores Hidroclimatológicos e os Métodos Comparativos da Pluviosidade, Cota e Temperatura da Superfície do Mar.....</u>	<u>57</u>
<u>1.2.1 – Dados Climatológicos Globais e a Comparação ao Regime No Alto Solimões.....</u>	<u>61</u>
<u>1.2.2 – Eventos Extremos de Cheia e Seca, Possibilidades e Permanências.....</u>	<u>107</u>
<u>1.3 – Terrenos Sujeitos a Vulnerabilidade e a Ocupação Humana em Regiões de Insegurança.....</u>	<u>114</u>
<u>2 – MAPAS E REPRESENTAÇÕES DO ESPAÇO DE VULNERABILIDADE.....</u>	<u>117</u>
<u>2.1 – A Pesquisa Participante e as Novas Escalas da Rede Urbana.....</u>	<u>117</u>
<u>2.1.2 Geografia Regional e Contrapartida Educacional para o Povo Magüta.....</u>	<u>137</u>
<u>2.2 – Tanta e Tão Pouca Água: o Problema de Acesso e Distribuição de Água Potável nas Vilas.....</u>	<u>139</u>
<u>2.2.1 – Belém Do Solimões e Campo Alegre, um Retrato Semiárido na Amazônia.....</u>	<u>145</u>
<u>3 – DE´A UM BANCO DE DADOS HIDROCLIMATOLÓGICO E ALTERNATIVAS PARA O ACESSO A ÁGUA POTÁVEL NO ALTO SOLIMÕES.....</u>	<u>160</u>
<u>3.1 – DE´A: Banco de Dados Hidrológico e o Indicador de Vulnerabilidade Hidroclimatológica.....</u>	<u>160</u>
<u>3.2 – Sistema de captação armazenamento e filtragem de água da chuva.....</u>	<u>178</u>
<u>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</u>	<u>191</u>

INTRODUÇÃO

Regiões vulneráveis e seguras à hidrologia na Amazônia estão espalhadas por todos os países que compõe a grande floresta. Além das terras firmes não sujeitas a inundações mas a falta d'água, existem várzeas baixas inundáveis, várzeas altas inundáveis em cheias extremas, áreas sujeitas as “terras caídas”, várzeas antigas que se isolam nas águas baixas, entre outras paisagens que apresentam suas próprias características. Além da relação do regime dos rios com a identificação destas regiões vulneráveis, as chuvas junto com a necessidade humana de acesso à água potável, também configuram vulnerabilidades e seguranças. Entendendo esta realidade, este trabalho tem como objetivo identificar quais são os impactos de eventos hidroclimatológicos atípicos no cotidiano de populações vulneráveis do Alto Solimões, principalmente nas vilas de Belém do Solimões e Campo Alegre.

No contexto desta dissertação os termos vulnerabilidade e segurança hidroclimatológica surgem da união de características hidrológicas do regime do rio Solimões e da climatologia, suas causas e impactos na vida do homem. Estes impactos relacionados a atipicidade hidroclimatológica podem ser neste momento descritos como: alterações negativas ao bem-estar e qualidade de vida das populações vulneráveis, diretamente ligadas a modificações na sazonalidade normal. Neste contexto, destaca-se a hipótese: não somente as grandes cheias e as grandes secas, mas os eventos atípicos como a não descida do nível das águas dos rios, a diminuição da pluviosidade devido a eventos como El Niño, são impactantes no cotidiano das populações vulneráveis.

Especialmente as vulnerabilidades e seguranças descritas, referem-se as regiões ocupadas por humanos, onde, em seu estado natural, as condições de falta de água e impactos da variabilidade dos rios não passam de dinâmicas intrínsecas ao meio. Os espaços de vulnerabilidade apresentam características geográficas que facilmente podem vir a constituir dificuldades a vida humana e em muitos casos, de fato, representam regiões de risco hidroclimatológico. As regiões de segurança, podem ser descritas como lugares que possuem características geográficas e condições que propiciem a vida humana com qualidade. Estando aquém do nível excepcional das águas, em regiões com chuvas regulares, terras férteis, além da proximidade das hidrovias e da existência de cursos d'água para os momentos de estiagem.

Atualmente, com o avanço da ciência geográfica e ambientais, estas regiões podem ser

facilmente mapeadas, estudadas e identificadas. E com esta possibilidade, políticas públicas eficazes podem ser criadas, além da possibilidade de alertar as populações vulneráveis quanto a ocorrência de eventos atípicos a tempo de resgatar seus investimentos e proteger seu cotidiano.

Em muitos casos, a população residente sofre com eventos hidroclimatológicos atípicos, ligados a dinâmicas de influência sistêmica global sem ter conhecimento disto. Estes eventos hidroclimatológicos atípicos, na região, podem ser definidos como: cheias extremas, secas extremas e fortes estiagens, acarretando problemas na manutenção das atividades do cotidiano. Além destes eventos outros fenômenos hidrológicos de não subida, não descida e repiquetes podem ser observados. Repiquetes são definidos segundo (WOLFARTH 2012. p. 1), *como eventos especiais nas variações do nível do rio*. Podendo também ser descritos como: alterações na enchente/vazante das águas dos rios, compostas por momentos de oscilação positiva ou negativa da lâmina d'água variando de dias a semanas. O repiquete, reflete nos momentos de vazante, na volta momentânea da enchente. E no caso da enchente, um momento de descida do nível das águas voltando a subir logo após. Todos estes acontecimentos hidrológicos têm influências sistêmicas globais, fazendo parte de uma combinação de fatores como: TSM (Temperatura da Superfície do Mar), ZCIT (Zona de Convergência Intertropical), Umidade do Ar, Ventos, insolação, geomorfologia do canal e etc.

Esta realidade, presente por todas as calhas dos grandes rios, traz a tona a necessidade de estudos complexos das relações sistêmicas ambientais com o cotidiano humano. Sendo necessário entender quais são os impactos do aumento dos eventos extremos/atípicos, no bem-estar das populações amazônidas, tão ligadas ao regime hidroclimatológico típico. Para tanto, uma série de procedimentos metodológicos ligados ao objetivo geral e específicos foram realizados. Isso, com base em levantamentos secundários, pesquisa participante e levantamento de informações em campo. Na Figura 01, um mapa conceitual síntese apresentará a cadeia de procedimentos/objetivos, desde o objetivo geral aos específicos que levaram aos resultados desta dissertação.

Como meta inicial buscou-se a construção de um banco de dados intitulado *DE'A* ou água na língua *Magüta/Ticuna*, posteriormente ao banco de dados, o surgimento de alternativas para a melhoria da qualidade de vida das populações vulneráveis em momentos de atipicidades. Este banco de dados possui variáveis para distinguir espaços de segurança e vulnerabilidade hidrológica, referente ao nível da lâmina d'água, principalmente em pequenas porções do espaço, sendo ideal para pequenas cidades, vilas e comunidades.

Os rios, as grandes veias da Amazônia, destacam-se não só por sua variabilidade que dá segurança e causa vulnerabilidades, mas, por suas funções conectivas, entre pontos no espaço, fonte de alimentação e água, sendo a mais importante feição geográfica que sustenta o viver na região. Estas funções conectivas se baseiam na imensa rede de transportes de cargas, mercadorias e pessoas, funcionando como verdadeiras hidrovias, sem contar com suas capacidades biogeográficas de manutenção ambiental e sazonalidade. A sazonalidade pode ser definida como uma dinâmica natural de subida e descida do nível das águas dos rios e acumulado de chuvas, diretamente relacionada a fatores hidroclimatológicos globais normais e suas mudanças ao longo do ano hidrológico.

Este estudo se dá na porção extremo oeste do estado do Amazonas, no Alto Solimões, distante da metrópole Manaus cerca de uma hora e meia de voo, ligando a capital à Tabatinga. Esta região foi escolhida por ser muito influenciada pelo regime hidrológico e índices pluviométricos, sendo o ponto de entrada das águas do Rio Solimões vindas do Perú e Colômbia. Pelas dimensões desta gigantesca microrregião, adotou-se outra subdivisão para caracterizar noutra escala as vilas e cidades. Pode-se dividir a região em Alto-Alto Solimões (compreendendo a região da tríplice fronteira, Belém do Solimões até Campo Alegre), Médio-Alto Solimões (a partir de Campo Alegre compreendendo a porção central da microrregião, incluindo a cidade de São Paulo de Olivença e regiões a jusante da cidade) e Baixo-Alto Solimões (região mais a jusante, compreendendo cidades como Tonantins, Santo Antônio do Iça e grande porção rural que divide o Alto do Médio curso do rio Solimões). Esta subdivisão pode ser observada na Figura 02.

Além do trajeto via aérea, duas horas por via fluvial com pequenas lanchas de motor 200hp separam Tabatinga de Belém do Solimões e duas horas a mais de Belém do Solimões para Campo Alegre. A mesma distância se percorrida por via fluvial, de Manaus a Tabatinga, pode demorar de 5 a 7 dias em embarcações recreio ou semanas em balsas. Esta distância cria uma logística complexa necessitando de planejamento, longas jornadas em campo e do

incentivo de projetos maiores para a execução das atividades de estudo. No caso, esta pesquisa beneficiou-se o apoio de 4 projetos maiores, vinculados a UFAM (Universidade Federal do Amazonas): I) “Cidades Amazônicas: dinâmicas espaciais, rede urbana, local e regional” (PRONEX Processo FAPEAM 1055/2011); II) “De olho nos eventos climáticos extremos: vulnerabilidade hidrológica e segurança alimentar na Tríplice Fronteira Brasil-Colômbia-Peru” (CNPq Processo CNPq 405823/2013-4); III) “Segurança alimentar e rede urbana na Amazônia: um estudo-diagnóstico das Vilas na microrregião do Alto Solimões, Amazonas” (Universal FAPEAM, Processo 062.00790/2015) e IV) “Segurança alimentar, vulnerabilidade hidrológica e comércio: um estudo diagnóstico do papel das vilas na microrregião do Alto Solimões” (Universal CNPq, Processo 441618/2014-6).

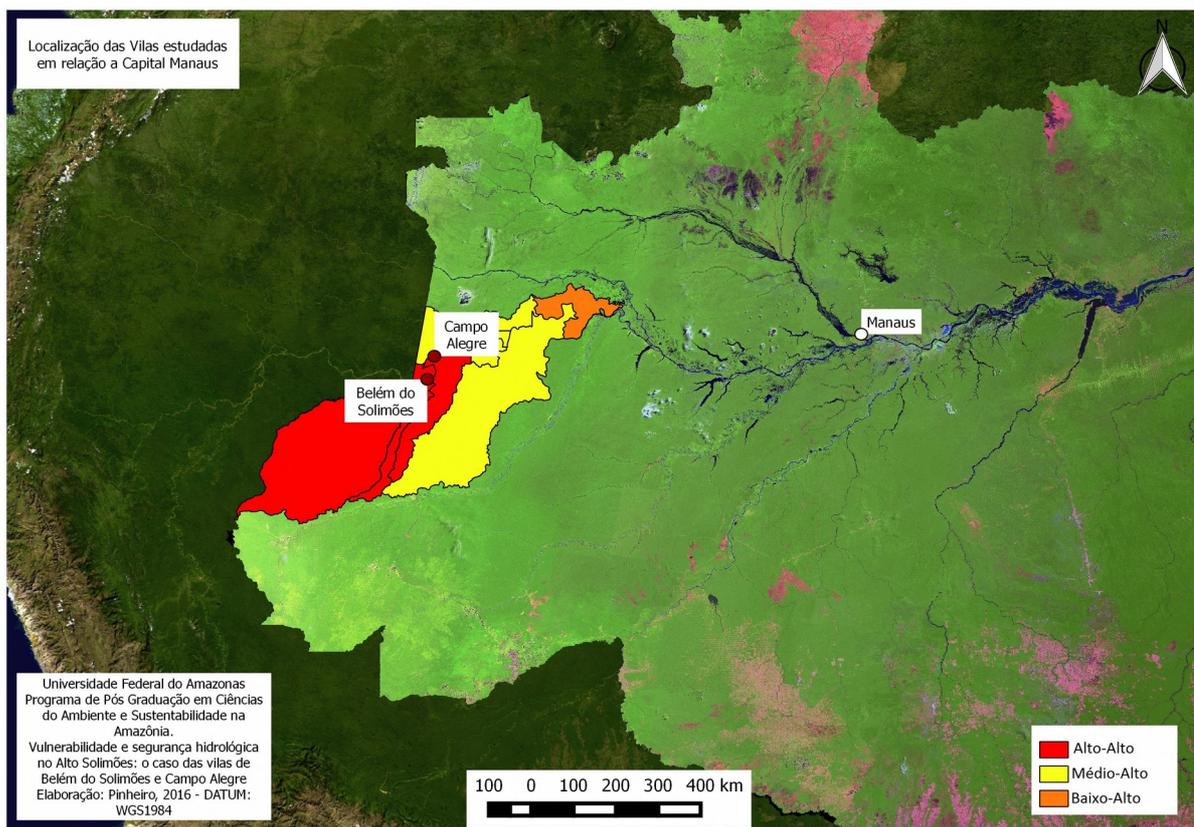


Figura 2: Localização da área de estudo em relação a Manaus

Elaboração: Heitor Pinheiro, 2016

Deste modo e para entender a sazonalidade e suas atipicidades, torna-se necessário compreender que cada rio da Amazônia possui dinâmicas normais de cheias e secas, sendo influenciados por degelo dos andes, pluviosidade, morfologia do canal e etc. Algumas destas

condições são diretamente ligadas a eventos climáticos em escala global (El Niño, La Niña e etc), onde, alterações nesses eventos diretamente ligado ao regime hidroclimatológico podem caracterizar atipicidades.

Parte deste trabalho consistiu no monitoramento das anomalias de TSM (Temperatura da Superfície do Mar) ao longo do ano de 2015, comparando-as aos momentos estudados em campo mensalmente. Este monitoramento criou possibilidades de identificar mensalmente condições anômalas de TSM, comparando-a à pluviosidade e alterações na cota do rio Solimões, descrevendo seus impactos ao cotidiano nas vilas, além de trazer uma descrição destas vilas em diferentes momentos do regime hidroclimatológico.

Porém, torna-se praticamente impossível prever qual a dimensão das cheias e secas até que condições anômalas de cota e/ou pluviosidade sejam registradas a montante (Peru/Colômbia/Equador). Isto porquê a variabilidade do nível das águas apresenta diversos fatores que definem suas condições, tornando necessário analisar por partes o regime da calha principal, com o intuito de entender o funcionamento sistêmico do rio e das chuvas e como estes se comportam ao longo do ano.

Na Amazônia dos grandes rios secas e cheias muito fortes são a principal causa dos distúrbios na produção e distribuição de alimentos, transportes de mercadorias e pessoas, além de impactos nas habitações e cotidiano, caracterizando as vulnerabilidades hidroclimatológicas relacionadas ao homem. O limiar de equilíbrio para a população humana nesta região é algo bastante frágil, onde qualquer modificação na sua normalidade sazonal causa impactos, seja por uma cheia extrema, seca extrema, falta de chuvas e etc.

Assim como uma estrada de barro que em certas partes do ano não é trafegável, esta via fluvial/feição geográfica (rio Solimões), possui momentos hidroclimatológicos normais. Alterações nesta normalidade por sua vez, influenciam as formas de conectividades (via rede urbana) entre os aglomerados humanos, gerando inúmeros acontecimentos sociais também relacionados a hidroclimatologia.

A posição geográfica das vilas, assim como sua formação e crescimento, ditam o que será do futuro destes com relação as alterações no clima. Assim alguns, se não todos na Amazônia, são os aglomerados humanos (cidades, vilas, comunidades) que dependem diretamente deste regime hidroclimatológico. Mostrando a grande vulnerabilidade e importância da água no contexto social e da rede urbana na Amazônia, uma população diretamente dependente do rio e as suas mudanças. Vulneráveis hidroclimatologicamente,

estas populações ficam a mercê de pequenas mudanças na “hemostasia” sistêmica do meio, trazendo dificuldades ao modo de vida local.

Quando se trata das águas nesta região, não somente as superficiais como as dos rios são importantes para a sobrevivência humana, assim como a água da chuva e dos aquíferos são fatores de suma importância na qualidade de vida na região. A grande variabilidade do nível das águas dos rios, influenciando o lençol freático raso é outro ponto que modifica no contexto do ano as fontes deste mineral tão precioso.

Para entender a variabilidade do nível das águas, tornou-se necessário descrever o que são os momentos hidrológicos (cheia, seca, enchente e vazante) ao longo do ano e quais são suas características, partindo do fato que existem momentos bem definidos do regime, podendo ser percebidos e descritos pelos moradores e pesquisadores inseridos ao contexto. Além de entrevistas abertas e de coleta de informações junto aos professores e moradores, a própria vivência do pesquisador em mais de 100 dias em campo aprofundou o entendimento da realidade das vilas.

Conhecendo parte do regime hidroclimatológico, pode-se dizer que, em certos momentos do ano, o rio, benfeitor que por tantos meses permanece perto das cidades e vilas, se distancia. Suas águas baixas dificultam a navegação em furos e pequenos igarapés, imobilizando as populações dos caminhos sobre a água. Neste mesmo período, as chuvas diminuem sua potência, dificultando a captação de água potável, baixando o nível do lençol freático. A água fica escassa por alguns meses, comprometendo o cotidiano e a saúde da população em particular as vulneráveis. Este é o período da vazante, onde as terras inundadas da última cheia dão lugar a grandes plantações de melancia, feijão, mandioca, entre outras. É uma época boa para a pesca, devido à densidade de peixes na água. Os caminhos a pé substituem a tão ágil rabeta 5,5hp para as atividades cotidianas. Este período pode ser definido, no Alto Solimões, pelos meses de setembro e outubro, sendo seguido pela enchente que tem início no final de outubro e perdura até meados de maio. O mês de julho, para o regime hidrológico do alto curso do rio Solimões, representa o meio termo entre o pico da cheia dos rios e a seca dos cursos d'água.

Substituído o período de águas baixas pelas altas, as atividades do cotidiano se modificam, em vilas e comunidades de várzea baixa: as ruas somem e somente os pontos mais altos de terra ficam fora d'água. Neste momento, a água se aproxima, veículos como motos e carros são substituídos por pequenos cascos de madeira ou canoas; as distâncias diminuem e

se pode descarregar a colheita dos roçados mais altos na porta de casa. Para muitos, a cheia é o momento mais feliz do ano hidrológico, mas este momento mascara problemas importantes no cotidiano: não há terras para as necessidades humanas, as aulas em muitos casos, são suspensas; aumentam o número de acidentes com animais peçonhentos e as populações ficam ilhadas em suas residências. Além disso, uma cheia fora do comum pode ocasionar problemas que se estendem para além da previsibilidade local. Águas muito altas, assim como sua permanência acima da média por mais tempo, impactam diretamente a produção de alimentos e a segurança alimentar. Mesmo assim, são momentos familiares bastante fortes, onde os moradores, passam por vezes o dia todo em casa. O período de águas altas no Alto Solimões varia da metade de abril ao início de junho. Se repetindo todos os anos, variando em suas máximas e mínimas hidrológicas, acentuando-se ou não é a realidade dos povos as margens dos grandes rios.

Também há, entre os picos de máxima e mínima do nível das águas, a enchente e a vazante, momentos de transição. A enchente, para o Alto Solimões, acontece normalmente de novembro a maio, com o nível das águas subindo alguns centímetros por dia e criando grandes expectativas por partes dos habitantes. É o momento em que se pode identificar se haverá ou não uma grande cheia, se esta deve impactar a vida cotidiana e se preparar para o momento. Por outro lado, a vazante para o Alto Solimões acontece normalmente nos meses de junho a setembro, uma queda acentuada do nível das águas. A vazante é um momento bastante esperado e marca o início das plantações, em muitas cidades, da limpeza das ruas e das habitações tomadas pela água.

Para caracterizar esta mudança, que todos os anos atingem as populações, foram necessários aportes da hidrologia e geografia, como gráficos de cota, vazão e altimetria radar. Para demonstrar esta variabilidade do regime dos rios pode-se observar na Figura 03, a média, máxima e mínima do nível das águas de 30 anos de informação da estação de Tabatinga.

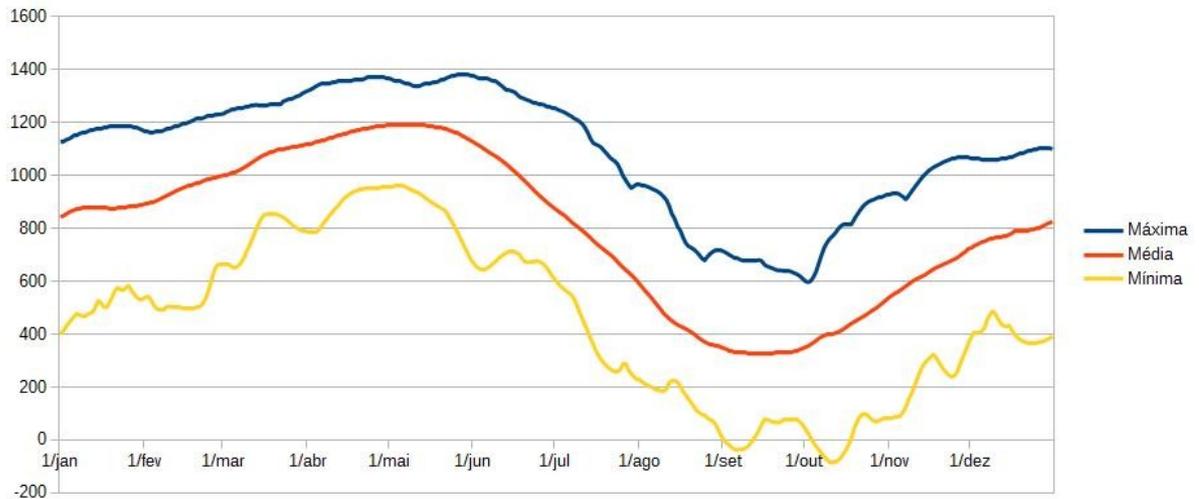


Figura 3: Máximas, médias e mínimas da régua de Tabatinga

Fonte: ORE/HYBAM, 2015 – Org: Vanessa Cunha, 2016.

Essas informações são disponibilizadas por órgãos como o CPRM e representam medições diárias das réguas instaladas. Ressalta-se que existem limites para a utilização desta informação a nível altimétrico de região, devido o não nivelamento das informações das réguas. Por isso, sua representatividade surge para pequenos espaços de análise, onde o sinal hidrológico representa bem a realidade estudada de vilas e comunidades.

Iniciando no ano de 2014, o desenvolver desta pesquisa se deu de forma ativa, acompanhado de diversas atividades ligadas a um projeto maior intitulado: “De olho nos eventos climáticos extremos: vulnerabilidade e segurança alimentar na Tríplice Fronteira Brasil-Colômbia-Peru, Amazonas”, financiado pelo CNPq (Processo 405823/2013-4). Fora por meio deste projeto realizada a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia em Benjamin Constant, com o tema eventos extremos na Amazônia e no mundo. Sendo o início para o conhecimento da região e das pesquisas existentes no Instituto Natureza e Cultura (INC), pólo da UFAM no Alto Solimões. Um dos primeiros resultados deste projeto foi a elaboração do calendário do produtor rural, com o objetivo de registrar as produções nas comunidades de forma a identificar quantidades espaçotemporalmente no regime hidrológico.

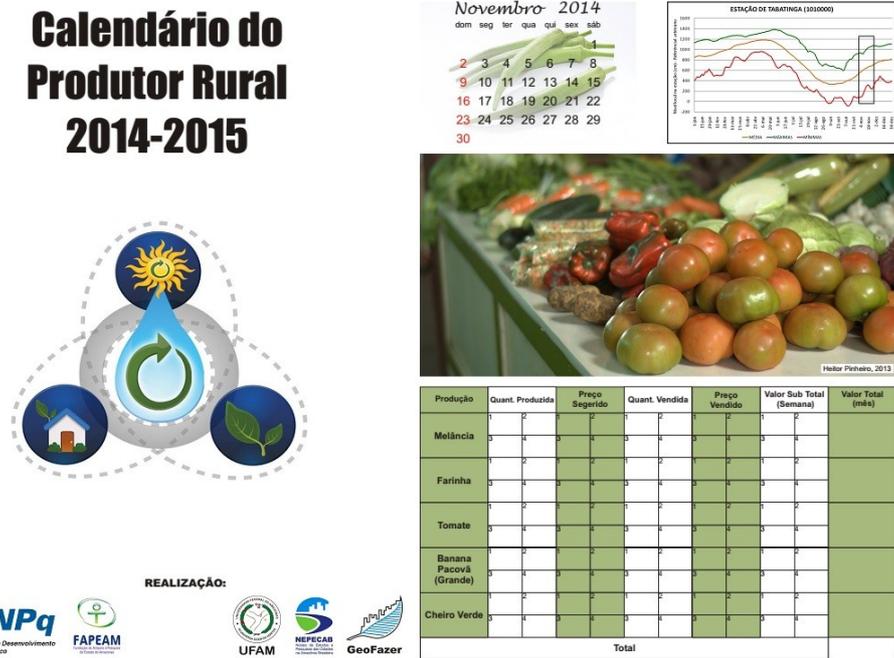


Figura 4: Calendário do Produtor Rural 2014-2015

Elaboração: Heitor Pinheiro, 2014 – Org: Thiago Pimentel Marinho, 2015

Neste primeiro momento, o alvo geográfico de pesquisa, que deu origem a esta dissertação não estava definido. Suas atividades limitavam-se a análises de vulnerabilidade hidrológica nas cidades da Tríplice Fronteira (Tabatinga, Benjamin Constant e Atalaia do Norte). Estas análises levaram a compreensão do impacto das cheias nas manchas urbanas da fronteira, principalmente em Benjamin Constant.

Antes do primeiro contato com as vilas, algumas visitas a comunidades no entorno das cidades da Tríplice Fronteira foram realizadas. Contando com o apoio do PRODESAS (Projeto de Desenvolvimento Sustentado do Alto Solimões), foi possível identificar a importância de trabalhos de campo fora das manchas urbanas. Noutro momento, além das atividades em território nacional, foram realizados campos exploratórios em parceria com a Universidade de Paris Diderot por meio da colaboração da Profa. Josyane Ronchail do Laboratório de Climatologia e Oceanografia, LOCEAN, que via auxílio a Pesquisador Vistante CNPq (Processo 473973/2014-6) acompanhou uma parte do trabalho de campo e IRD (Institut Recherche pour le Développement) com o projeto SABA - Relation entre variabilité hydrologique et Sécurité Alimentaire dans le Bassin Amazonien: analyse à la

frontière Brésil-Pérou.

Esse esforço serviu para um melhor conhecimento das dinâmicas hidroclimatológicas do Alto Solimões, além do conhecimento do cotidiano da população e a porção peruana do rio Solimões, o rio Marañon. A atividade exploratória consistiu numa campanha saindo de Iquitos (Peru), via fluvial, em direção ao território brasileiro. Seu objetivo era registrar e conhecer as cidades, vilas e povoados em território peruano, suas produções, infraestruturas e vulnerabilidades. Como resultado das observações desta campanha e da necessidade das populações para com o acesso à água potável, a temática climatológica, em especial relacionada à chuva, surgiu como outra fonte de vulnerabilidade e segurança a ser compreendida.

A partir desta vivência definimos descrever de forma participante as condições humanas, vulnerabilidades e seguranças, com relação ao regime hidroclimatológico. Parte importante deste trabalho foi o trabalho de campo, além do cotidiano das vilas. Como parte dos procedimentos metodológicos, foi necessário visitas a vários aglomerados humanos na região, buscando entender suas diferenças geomorfológicas, populacionais e de infraestrutura. Além disso, agregamos informações variadas sobre as condições hidroclimatologias, gerando assim produtos e propostas de soluções para os problemas mais comuns sobre a temática.

Sendo também vulnerável nos momentos de vivência nas vilas, tornou-se mais fácil entender as dificuldades, imaginando soluções plausíveis para superar esses momentos de vulnerabilidade hidroclimatológica. Para aferir quais problemas tomavam conta do cotidiano destas populações, reuniões participantes foram realizadas, além de duas oficinas de mapeamento das vilas, com o intuito de gerar novas informações espaciais destes lugares, entendendo sua morfologia e organização espacial. Havia uma quase inexistência de material detalhado sobre aspectos geográficos das Vilas.

Nas vilas vulneráveis a hidroclimatologia, grande parte do acesso à água potável é feito por meio de captação de água da chuva e, quando não há chuva, outras fontes de água de baixa qualidade são buscadas (Igarapés, cacimbas e etc). O que agrava esta situação é a pouca oferta de água engarrafada no mercado, devido as dificuldades no transporte e custo. Para superar as dificuldades na obtenção de água potável, em momentos de estiagem, utiliza-se desde o próprio rio Solimões (de águas brancas ricas em sedimentos e matéria orgânica) até o consumo de frutas como a melancia (fruto rico em água) como alternativas para saciar a sede.

Entendendo que há uma normalidade do regime hidroclimatológico e que esta é um

eixo para a qualidade de vida e bem-estar destas populações e de sua segurança hidrológica, estudos deste porte tornam-se importantes para o registrar e desenvolver técnicas, além de utilizar as já existentes para melhorar a qualidade de vida destas populações. As técnicas (geoprocessamento, suporte a decisão, análise do regime hidrológico, etc.) podem apontar e prever atipicidades ligadas à mudanças neste sistema vital, além de propor melhorias nas condições atuais de vida.

Tendo nessas afirmativas premissas, este trabalho buscou agregar variáveis hidroclimatológicas, problemas urbanos ligados a sazonalidade e o próprio acesso à água, para assim caracterizar regiões de vulnerabilidade e segurança hidroclimatológica nestas vilas do Alto Solimões. Como um estudo pioneiro sobre a temática nas vilas, foi pretendido gerar e/ou iniciar um indicador de vulnerabilidade hidroclimatológica para pequenas cidades e vilas as margens dos grandes rios.

Com o intuito de melhorar as condições de vidas humanas na maior bacia hidrográfica do planeta, com *updates* nos sistemas de captação de água da chuva, implantação de pluviômetros para o monitoramento da precipitação, além de réguas para a medição do nível das águas dos rios. Este estudo utiliza a pesquisa-ação para tornar real a mudança, com base nas técnicas, melhorando assim o cotidiano destes lugares.

Destaca-se aqui que as duas vilas estudadas, ambas localizadas na microrregião do Alto Solimões, são: Belém do Solimões (Tabatinga), e Campo Alegre (São Paulo de Olivença). Também que a partir deste momento, quando utilizado o termo vilas, estamos nos referindo a Belém do Solimões e Campo Alegre.

Segundo definição do IBGE, estes aglomerados humanos, como outras 4507 no Brasil, são considerados vilas. E estas por sua definição podem ser apresentadas como:

Sede do distrito e é delimitada por perímetro urbano definido, por lei municipal, como área urbana. Já o distrito pode ser definido como: Unidades administrativas dos municípios, cuja criação, desmembramento ou fusão se faz por lei municipal, observada a continuidade territorial e os requisitos previstos em lei complementar estadual. Dependendo da legislação estadual, poderão ser subdivididos, conforme o caso, em subdistritos, regiões administrativas, zonas e similares. (CADASTRO DE LOCALIDADES SELECIONADAS, 2014)

Para melhor caracterizar estas vilas torna-se necessário compreender em sua geografia, seu funcionamento. Ambas localizadas em Terras Indígenas Magüta (Ticuna), as vilas

apresentam-se como um meio termo entre uma grande comunidade e uma cidade pequena no interior do Amazonas. Distintas entre si, compartilham condições hidroclimatológicas semelhantes, porém, em condições geomorfológicas diferentes como observado na Figura 5.

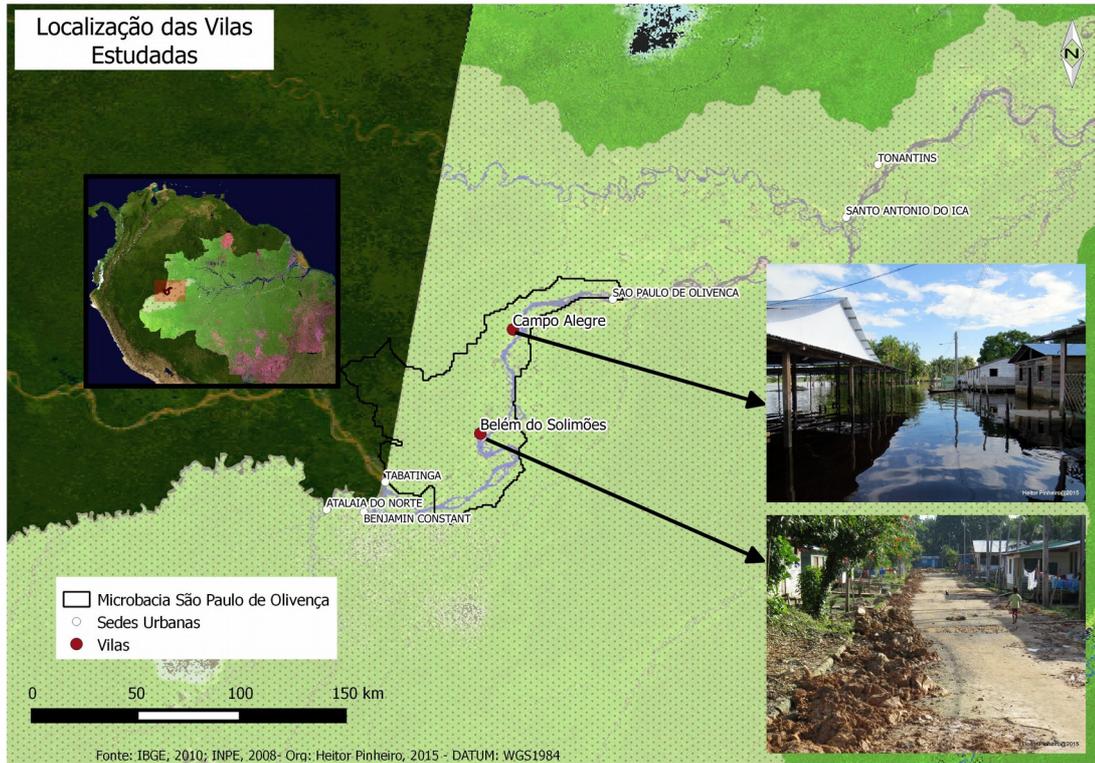


Figura 5: Mapa de localização das Vilas – Junho de 2015

Fonte: Acervo NEPECAB, 2015; Elaboração e fotografia: Heitor Pinheiro, 2015

Nestas condições geomorfológicas distintas (uma de várzea e outra de terra firme) as vilas estudadas possuem pouca oferta de serviços, mais de 2000 habitantes e em momentos do ano grande vulnerabilidade hidroclimatológica.

Tratando-se de transporte rápido de pessoas, a influência do nível das águas é primordial, diminuindo e/ou aumentando as distâncias até os pontos de conectividades com o serviço de expresso (Balieira na região). Em épocas de cheia, em vilas de várzea baixa, a embarcação busca o passageiro na porta de casa. Porém, em épocas de águas baixas, a proximidade da hidrovia é modificada por longos caminhos a pé até os cursos navegáveis, podendo levar de minutos a horas dependendo do nível da lâmina d'água e geomorfologia da região. Ressalta-se, existe transporte diário com sua rota entre Tabatinga para São Paulo de Olivença, com escalas nas vilas e comunidades, e pode ser considerado o mais rápido meio de transporte entre os aglomerados estudados. Este transporte custava em 2015, cerca R\$100,00

o trecho. Exemplos deste transporte pode ser observado nas Figuras 6 e 7.



Figura 6: Passageiros e mercadorias – Agosto de 2015



Figura 7: Balieira com destino a São Paulo de Olivença – Agosto de 2015

Fonte: Acervo NEPECAB, 2015 – Fotografia: Gabriela Colares

Outras modalidades de transportes como o de grandes embarcações, também são afetados por atipicidades no regime hidroclimatológico. Estas não conseguem atracar nos portos pelo baixo nível da água, impactando assim o embarque e desembarque. Mercadorias, eletrônicos, combustíveis e muitas vezes automóveis são transportados de maneira criativa até a margem do rio e vice-versa. Em épocas de seca, o transporte expresso de pessoas torna-se difícil, inviabilizando o transporte de idosos, enfermos e portadores de deficiência, devido à distância dos aglomerados humanos da calha navegável do rio. Quando as distâncias não são longas jornadas a pé em praias de areia quente (épocas de seca), o transporte torna-se mais fácil (época de cheia), pois a embarcação chega bastante próximo às habitações.

Ressalta-se, não são todos os aglomerados humanos vulneráveis a grande secas para o transporte. Das vilas estudadas apenas Campo Alegre se enquadra como vulnerável, mesmo com a grande altitude do nível das ruas de Belém do Solimões, esta vila possui pontos de conexão com a rede urbana durante todo ano hidrológico devido a geomorfologia local.

Nestas vilas, afastadas dos grandes centros urbanos, são encontrados poucos modais de transporte e muitas vezes a locomoção entre elas é estritamente por via fluvial, existindo diversas opções de embarcações recreio e expressos. Vale ressaltar que não há alternativa via aérea convencional, por estradas ou quaisquer outros modais de transportes para chegar às cidades maiores. Se não há vaga, como em épocas de festejos, a única alternativa é esperar mais alguns dias para adquirir sua passagem.



Figura 8: Embarcação Voyager V no porto de Santa Rita do Weill – Junho de 2015

Fonte: Acervo NEPECAB, 2015 – Fotografia: Heitor Pinheiro & Tatiana Schor, 2015

Anualmente as conexões com a rede urbana e o próprio acesso a estas vilas podem ser afetados por atipicidades e modificações na geomorfologia local, o que envolve o regime hidroclimatológico, relevo e as intemperes. O simples fato de uma cota hidrológica do rio se encontrar abaixo do padrão mensal (no caso da seca), pode gerar inúmeros acontecimentos para as infraestruturas e serviços. Exemplos desses acontecimento, podem ser descritos pelo racionamento de energia (pela dificuldade de transporte do combustível), dificuldades no acesso à água (pelas distâncias percorridas para obtenção da mesma) e saúde humana (devida a baixa oferta de água potável, verminoses e viroses).

Assim como um nível muito alto das águas (no caso da cheia), gera problemas referentes a moradias (casas alagadas e perda de bens), alimentação (pouco tempo para o plantio e coleta), segurança (poucas terras e maiores contatos com animais peçonhentos) e saúde (pouca oferta de terras para as necessidades humanas). Já que boa parte das habitações não possuem banheiro próprio, sendo utilizadas fossas negras.

É notável o grau de precaridade e necessidade de políticas públicas eficazes para as vilas. Portanto é necessário apoio por parte das Universidades e pesquisadores para a melhoria dos serviços básicos, transformando pequenas ações como deste trabalho, de grande valor para as próximas gerações, além de uma melhor qualidade de vida na região.

Para tanto, torna-se necessário observar as consequências das atipicidades, estas

podendo ser definidas como: mudanças na normalidade de águas altas e baixas, assim como do regime das chuvas, sendo perceptível as populações locais e ao seu cotidiano. Perceber estas consequências, torna-se possível somente com a metodologia participante, além de ações e longas jornadas de campo.



Figura 9: Comunidade do Bananal em Junho de 2015



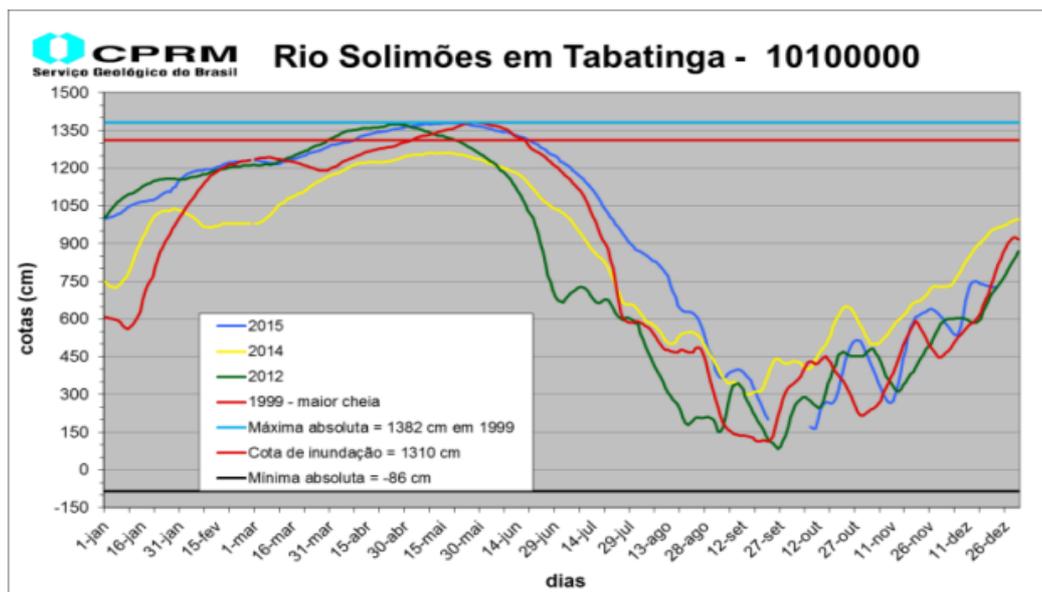
Figura 10: Comunidade do Bananal em Agosto – 2015

Fonte: Acervo NEPECAB, 2015 – Fotografia: Heitor Pinheiro, 2015

Parte do método empregado, refletiu nas observações do regime por partes, objetivando a definição das datas de campo e das atividades *in loco*. O regime hidrológico foi monitorado por fotos em pontos estratégicos da mancha urbana das vilas, pretendendo capturar suas modificações. Para conseguir acompanhar estas mudanças na paisagem, além de suas influências no cotidiano humano, foram realizadas atividades nos meses de Abril (Final da enchente/pico da cheia), Junho (Pico da cheia/início da vazante), Julho (Vazante), Agosto (Vazante/águas baixas) e Outubro (Pico da seca), totalizando 8 visitas ao Alto Solimões.

Os momentos acima citados, tão distintos, encobrem realidades que muitas vezes passam despercebidas ao pesquisador que pouco conhece a região. Tornando correto afirmar, que nem todas cheias são iguais, assim como as secas e o início do ano hidrológico. Na Figura 11, obtida por meio dos boletins do Serviço Geológico do Brasil (CPRM), foi possível observar o nível das águas nos anos de 2014 e 2015 no mês de Janeiro, onde, a lâmina d'água no ano de 2015, apresentou grande disparidade ficando quase 2,5 m acima da mesma data em relação a 2014. Este tipo de evento caracteriza o início de um ano atípico, registrando a memória de uma grande cheia passada e/ou de um momento de águas baixas com nível da lâmina d'água acima de uma seca normal.

A previsibilidade de eventos atípicos deste porte, não pode ser simplesmente observadas no primeiro dia de janeiro, fato, é que a maior cheia ocorrida em 1999, para régua de Tabatinga, começou o ano em 6 metros e já a de 2015 com 10 metros. Neste ponto, outras variáveis devem ser agregadas para o entendimento das causas das grandes cheias como indicado na Figura 11.



Cota em 22/12/2015: 7,27 m

Figura 11: Gráfico de cota da régua de Tabatinga

Fonte: CPRM, 2015

Os momentos hidroclimatológicos atípicos, que por sua excepcionalidade modificam a paisagem e por conseguinte a vida do homem, são anualmente distintos. Sua complexidade de impactos aumenta devido a grande variedade de geomorfológica da região. Impressionantes amplitudes do nível das águas, chegam a variar de 10 a 14 metros em seus picos de cheia e seca, sendo algo normal para o regime. Isto pode ser visualizado nas Figuras 09 e 10 da comunidade do Bananal.

Neste ponto, discordando da publicação de NOBRE em Parcerias Estratégicas (2008), onde é afirmado que “em comparação a outros países em desenvolvimento, o Brasil e a América Latina não estão, de modo geral, no grupo de países ou regiões mais vulneráveis do mundo às mudanças climáticas”, pode-se afirmar que, alterações na normalidade hidroclimatológica mundial, tornam parte da Amazônia vulnerável.

Vulneráveis de forma diferente e em momentos distintos os aglomerados humanos na Amazônia necessitam de alternativas e sistemas de alerta para sua segurança e bem-estar. Assim, contando com uma base de dados para todo o Alto Solimões em relação ao nível das águas, terreno e etc, pôde-se ilustrar regiões de maior ou menor vulnerabilidade hidrológica. Criando novas capacidades de perceber como o nível excepcional das águas, em momentos extremos e como ele impacta nas habitações, infraestruturas e cotidiano das populações. Nas Figuras 09 e 10, pode-se representar parte do regime hidrológico na comunidade de Bananal, ponto de parada entre as vilas de Belém do Solimões e Campo Alegre.

Não é de hoje que registra-se o nível das águas dos rios e da hidroclimatologia regional da Amazônia, além de suas influências globais. E com este saber, diversas ferramentas de observação e monitoramento foram criadas, fomentando a qualidade temporal destes dados. No capítulo primeiro estas informações surgem para entender o que são eventos extremos, normalidade e sua frequência, ajudando a descrever seus impactos e possibilidades.

Não sendo diferente das chuvas, outras ferramentas tecnológicas foram adicionadas, estas visando entender as dinâmicas pluviométricas, buscando um melhor aproveitamento desta fonte de água com planejamento e para o fim da falta de água potável. Para este caso, foram utilizadas informações do informe mensal do CPRM com base em dados CPC/NOAA. Estas informações possibilitaram o aprimoramento das tecnologias de captação de água da chuva, entendendo sua variabilidade ao longo do ano. Parte dos resultados podem ser descritos pela criação de projetos de captação de água das chuvas redimensionados e melhoria da captação e aproveitamento da pluviometria local. Este resultado por ser observado no capítulo terceiro.

As dinâmicas hidroclimatológicas são estudadas pela Hidrologia, Climatologia, Geomorfologia, Geografia Urbana, entre outras disciplinas, sendo de fundamental importância para entender parte da totalidade e do funcionamento sistêmico da Amazônia, além das suas influências no cotidiano local. Isto possibilita aproveitar, ao máximo, seus recursos e benefícios, estando preparados para suas atipicidades, assim como as mudanças na sazonalidade.

Entender os verdadeiros impactos do regime hidrológico de um grande rio, qualquer que seja, na vida do homem, é algo que passa da abstração de cenários distantes e hipotéticos. O que pode bem caracterizar estes impactos é a vivência, e a partir de um diagnóstico, de muitas visitas a campo, podem ser confirmados e registrados. Contudo, muitas são as

realidades encontradas na Amazônia dos grandes rios, onde, cada calha de rio possui a sua, junto ao seu regime hidroclimatológico específico, por sua influência geológica, de contribuintes e dos fatores climáticos.

Estando em uma escala de trabalho distinta de estudos regionais amplos, também tendo este conhecimento, buscou-se as características mais impactantes no cotidiano das vilas. Isto, visando a criação de um banco de dados com informações desagregadas, cobrindo lacunas e que essas possam continuar a ser preenchidas ao longo do tempo, iniciando um sistema de alerta em maior escala.

O banco de dados DE'A foi resultado da união de diversas fontes de dados espaciais, possibilitando uma análise geográfica e elaboração de indicadores para um suporte a decisão. Este banco de dados funciona em plataforma *Linux e Windows*, sendo utilizado o Software Livre Qgis 2.8 como base do Sistema de Informações Geográficas (SIG). Futuramente será livre divulgação e disponibilizado via *web*. Neste momento, visando sua revisão e melhorias, estará funcionando no NEPECAB (Núcleo de Estudos e Pesquisas das Cidades na Amazônia). Suas aplicações serão testadas em outras porções do espaço, funcionando como plataforma geoinformacional para outros projetos.

Atividades relacionadas a obtenção prévia de dados geográficos das vilas foram realizadas em junho de 2014. O primeiro mapeamento *in loco*, junto a uma tentativa de previsão das águas altas, com ao auxílio de um aparelho GPS de precisão, em Abril de 2015. Oficinas para a representação do espaço das vilas, envolvendo a comunidade, surgiram como pontos-chave da pesquisa em Agosto de 2015. Para complementar, extenso acervo fotográfico durante todo ano e de imagens aéreas com auxílio de um quadricóptero fora obtido neste ano. Para tanto, foram necessárias várias visitas de longa permanência às vilas, agregada a observações, onde os pesquisadores residiam nas habitações dos comunitários e assim, somente com o auxílio da comunidade, foi possível entender fisicamente a realidade local.

Se passaram dois anos desde a primeira inserção em campo, o projeto se modificou e com base nas descobertas e perspectivas encontradas *in loco*, surgiram novas problemáticas. Amparada pelo Sistema de Informações Geográficas, outras informações relevantes sobre o ambiente foram agregadas como *layers* ao banco de dados. De modo a criar e mensurar os reais impactos de forma temporal anual, subsidiando uma plataforma concreta para o indicador de vulnerabilidade hidrológica. No capítulo 3, será apresentado informações sobre o banco de dados, algumas de suas funcionalidades e resultados para o projeto.

Espera-se com o banco de dados, visualizar, mensurar e classificar, por meio de um Sistema de Informações Geográficas (SIG), as áreas mais impactadas e vulneráveis ao regime hidroclimatológico em termos de moradia, acesso à água potável, infraestrutura e qualidade de vida. Com isso, visa-se criar uma plataforma que agregue diferentes dados, além de verificar sua influência, se direta ou não, do nível das águas e pluviosidade, com relação a eventos sistêmicos globais. Neste contexto surgem novas representações do espaço, estas, fundamentais para o entendimento da realidade da região.

Através de análises estatísticas, gráficos e mapas complexos, foi possível identificar o que são regiões alagáveis ou não, áreas chuvosas e com baixa pluviosidade. Somente assim, observando o temperamento dos rios e da chuva (sazonalidade), um verdadeiro termômetro para a vida na região, além das atipicidades e da localização geográfica dos aglomerados humanos, foi possível ter uma base para a análise das vulnerabilidades e seguranças. Podendo-se dizer que a subida e descida das águas é algo normal e que garante a sobrevivência de toda uma civilização.

O pouco conhecimento das dinâmicas que envolvem a infraestrutura das vilas e o regime hidroclimatológico nesta porção da Amazônia, a oferta e o acesso a serviços básicos, além das relações pouco estudadas entre as vilas e cidades na rede urbana e suas vulnerabilidades, formam um norte claro para a pesquisa. Tornando-se necessário agregar dados concretos e informações de diversas fontes secundárias, tais como dados populacionais (IBGE), imagens de satélite (NASA), dados hidrológicos (ORE-HYBAM), dados climatológicos (INMET e NOAA), além de campos geográficos e metodologias pouco impactantes para identificar as formas de vulnerabilidade e segurança hidroclimatológica nas vilas.

Como parte dos resultados obtidos pode se destacar um dos produtos, sendo uma nova representação de regiões de vulnerabilidade hidrológica em pequenas porções do espaço, por meio de técnicas de geoprocessamento. Outro produto concluído, foi o registro fotográfico comentado em dois idiomas, sobre o regime hidroclimatológico no Alto-Alto Solimões. Além de uma série de cartogramas confeccionados nas oficinas participantes, um projeto redimensionado de captação de água da chuva para escolas e habitações. Muito pôde-se fazer com esta pesquisa, esperando ainda mais atividades para o ano de 2016.

Enfim, observando o tempo e o clima; a hidrologia e aspectos humanos; além das eventuais atipicidades sistêmicas do ambiente, este trabalho pretendeu analisar de forma

distinta o Alto Solimões, suas composições geográficas e ambientais, vulnerabilidades, seguranças hidroclimatológicas.

No primeiro capítulo será apresentado algumas informações relevantes sobre os acontecimentos globais de hidroclimatologia e seus impactos nas vilas estudadas, caracterizando os momentos mais e menos vulneráveis no ano hidrológico.

O segundo capítulo marca a mudança de uma ciência que não gera com seus resultados melhorias na qualidade de vida das populações estudadas, para uma ciência participante. Fazendo uma crítica aos processos científicos que levam ao descrédito de muitas populações na Amazônia.

O terceiro capítulo é uma das partes mais técnica deste projeto e visa descrever o banco de dados *DE'A*, suas funcionalidades para o entendimento das vulnerabilidades e seguranças. Também, apresenta alternativas para a melhoria da captação de água potável nesta região que em momentos de seca pode ser considerada um espaço semiárido.

Por fim, acredita-se que nos anos de 2014 e 2015 pôde-se ter conhecimentos hidroclimatológicos específicos sobre o Alto Solimões. Evidenciando as vilas como novas escalas da rede urbana, além de influências hidroclimatológicas no seu cotidiano. Registrando espaçotemporalmente de forma participante os impactos das cheias, secas e acesso à água potável, propondo melhorias na infraestrutura e qualidade de vida urbana local.

1 – HIDROCLIMATOLOGIA, A NORMALIDADE E OS EVENTOS EXTREMOS

O objetivo deste capítulo é apresentar uma discussão sobre a sazonalidade e normalidade do ciclo hidrológico do rio Solimões no Alto-Alto Solimões, suas relações com eventos hidroclimatológicos numa escala global, causas e impactos das atipicidades hidroclimatológicas no cotidiano humano nas vilas de Belém do Solimões e Campo Alegre. Neste contexto, serão adicionadas informações espaciais com relação a climatologia, geomorfologia e paisagem, além de suas distinções nas vilas, visando entender a cadeia de eventos que levam a vulnerabilidade e/ou segurança hidrológica no Alto Solimões.

1.1 – Geomorfologia, ambiente e as diferentes paisagens das vilas de Belém do Solimões e Campo Alegre

A complexidade Amazônica não se limita em aspectos sociais e culturais, sua geomorfologia, geologia e clima trazem variáveis importantes para se entender o contexto da vulnerabilidade hidroclimatológica na região. Neste ponto, entende-se vulnerabilidade de acordo com a Nobre.

É o grau de susceptibilidade ou incapacidade de um sistema para lidar com os efeitos adversos da mudança do clima, inclusive a variabilidade climática e os eventos extremos de clima e tempo. A vulnerabilidade é uma função do caráter, magnitude e ritmo da mudança climática e da variação que um sistema está exposto, sua sensibilidade e sua capacidade de adaptação. (NOBRE, 2008. p.09)

Portanto é necessário neste contexto, compreender a importância dos aspectos geográficos, sua susceptibilidade a eventos extremos na grande planície amazônica, além do contexto da localização de cidades, vilas e comunidades as margens dos grandes rios.

A região norte do Brasil possui dois aspectos fundamentais quanto a sua geologia, as bacias sedimentares e os escudos cristalinos. Neste trabalho daremos ênfase nas estruturas sedimentares e nas dinâmicas hidroclimatológicas existentes nesta região.

Esta planície como indica Sternberg (1998, p.01), *contem duas ordens de paisagens inteiramente diferentes: as várzeas e as terras firmes*. As várzeas são estruturas pedológicas em formação, localizadas as margens dos rios, são possivelmente alagadas anualmente de

acordo com a proporção da cheia. As terras firmes são terras altas protegidas das subidas do nível das águas, o que ao contrário das várzeas, não possibilita a sedimentação natural de nutrientes trazidos pelo rio.

Além dessas duas classificações, várzea e terra firme, é necessário adicionar informações geográficas que possibilitem a identificação destas feições no contexto da pesquisa. No caso das vilas em questão, Belém do Solimões de terra firme e Campo Alegre de várzea. Focando na questão vulnerabilidade e segurança hidroclimatológica buscou-se a construção de um banco de dados que possa gerar uma síntese de informações. Para entender como está disposto o relevo na região as margens do rio Solimões, mapas serviram com bases agregadas a localização das vilas. Para a construção do entendimento geográfico específico da região, foi utilizado o software livre Qgis, junto com informações do IBGE, exército e levantamentos por sensoriamento remoto, criando assim um *mapset* da região.

As diferenças entre estas vilas podem ser observadas por meio de um dos primeiros resultados desta dissertação. Foram utilizados dados espaciais SRTM de 30 metros, juntos a um recorte de 10 km da região de entorno das vilas. Junto a isso podem ser consideradas diferenças importantes para uma tipologia de vilas, as dinâmicas de acesso, se diferenciando quanto a periodicidade e geomorfologia. A geomorfologia e paisagem, como observados na Figura 12, revelam um retrato das diferenças, onde, visualmente é possível distingui-las de acordo com sua localização e relevo.

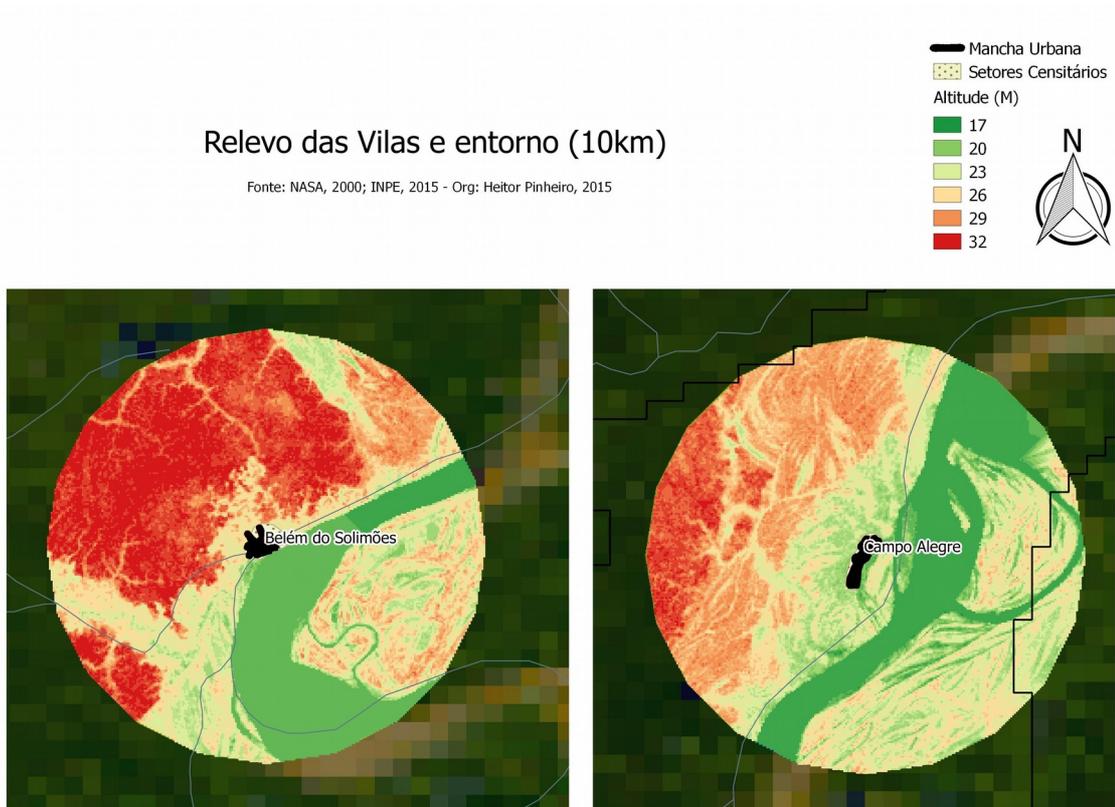


Figura 12: Modelo digital de elevação SRTM (10 km)

Fonte: NASA, 2010 – Elaboração: Heitor Pinheiro, 2015

Neste contexto, Campo Alegre e as vilas próximas de Santa Rita e Vila Independente, localizam-se em grandes várzeas, inundável periodicamente devido sua baixa elevação topográfica. Estas várzeas podem ser descritas como [...] *fímbrias de terras alagadiças nas imediações dos rios, que suscitam o conceito de “terra imatura”* [...] (STERNBERG, 1998, p.01). Belém do Solimões em terra firme, [...] *terrenos a cavaleiro das maiores enchentes, que predominam na Amazônia. Elevam-se, em alguns lugares, poucos metros acima da água; noutros pontos (como, por exemplo, a retaguarda de Santarém), chegam a constituir planaltos de altitude moderada.* (STERNBERG, 1998, p.01). Por esta definição não se pode considerar toda planície como homogênea, deve haver uma diferenciação simples quanto altimetrias significativamente distintas.

Noutra escala, Campo Alegre apresenta relevo bastante plano com suas casas distantes da calha principal e com ruas paralelas ao Igarapé da Rita. Sua baixa altitude e poucas áreas altas provocam inundações em grande parte de suas 380 casas, tornando esta vila vulnerável ao nível das águas nas cheias. Na seca as canoas dos moradores ficam isoladas do curso

principal servindo apenas como passagem para a outra margem do igarapé, área de plantio. Pode-se afirmar que devido sua posição geográfica esta é a vila que mais sofre com inundações neste estudo.



Figura 13: Imagem aérea da vila de Campo Alegre – Outubro de 2015

Fonte: Acervo NEPECAB, 2015 – Fotografia: Heitor Pinheiro, 2015

Belém do Solimões apresenta em sua maioria relevo irregular com fundos de vale que limitam a vila tanto a leste como a oeste, a sul é limitada pela calha do Rio Solimões e por grandes taludes que caracterizam as terras firmes desta região. Apresenta grande concentração humana as margens do rio com a maioria das habitações em região não alagável, onde, a maioria de sua população estão a oeste da escadaria principal.



Figura 14: Imagem aérea, parte Oeste de Belém do Solimões – Outubro de 2015

Fonte: Acervo NEPECAB, 2015 – Fotografia: Heitor Pinheiro, 2015

As duas vilas estudadas se diferenciam por suas formas de ocupação, população e dinâmicas distintas, representando pequena parte da diversidade urbana e da paisagem de cidades e vilas da Amazônia. Ambas vilas estão localizadas segundo Ross (2000), “*na bacia sedimentar Fanerozoica Amazônica, mais precisamente na planície do rio Amazonas, contida na depressão da Amazônia ocidental*”:

A planície do rio Amazonas é constituída por uma unidade bem menor do que se pensava a anos atrás. Essa planície apresenta cordões mais elevados, margeando o leito do rio e formando diques fluviais recobertos por florestas aluviais. Encontram-se pouco mais afastados extensos trechos baixos e planos, onde se observa maior permanência de água de inundações com vegetações gramíneas. (ROSS, 2000 p.54)

Ainda segundo Ross (2000);

A depressão da Amazônia ocidental é constituída por vasta área no oeste da Amazônia e exhibe terrenos mais baixos entorno dos 200 m de altitude, sendo francamente dissecados em formas de topos planos ou levemente convexados esculpidos nos sedimentos terciários quaternários de formação do Solimões. (ROSS, 2000 p.60)

No contexto destas vilas, sua localização geográfica e relevo influenciam diretamente

no cotidiano e nas atividades ligadas ao regime hidroclimatológico mensal, criando assim, a necessidade da caracterização das paisagens destas vilas e de seu entorno, fomentando o entendimento da realidade do lugar, sua geografia e o porquê dos impactos referentes as atipicidades hidroclimatológicas. Para definir paisagem e alguns fatores que podem caracterizá-la, foi utilizada a definição de Shinzato et al..

As paisagens que são reconhecidas pelo observador em qualquer porção do Espaço Geográfico, congregam um conjunto de elementos do meio geobiofísico (rochas, minerais, relevo, solos, biota) em dinâmica transformação por processos geológicos, hidrológicos e atmosféricos. (SHINZATO et al., 2015 p. 04)

Não só os aspectos da paisagem interferem na vida do homem gerando seguranças ou vulnerabilidades, a importância dos fatores hidroclimatológicos é primordial neste contexto, podendo ser definida de acordo com Nascimento (2010), “*o clima pode ser considerado como fator preponderante para a organização da vida do ser humano, assim como para o padrão de estruturas do ambiente*”. Esta definição é diretamente ligada as dinâmicas dos rios e a pluviosidade local, e por seguinte o bem-estar das populações neste ambiente.

A cargo de fatores climatológicos globais, comprovadamente existem impactos do El Niño na hidrologia e climatologia da Amazônia. Segundo Marengo (2003 p. 129), “*o fenômeno El Niño – Oscilação Sul (ENOS) sobre o Pacífico Equatorial modula conjuntamente com o Oceano Atlântico tropical uma grande parte da variância interanual do clima sobre a Amazônia.*” Tendo conhecimento destes impactos, surgiu a necessidade de estudos sobre os padrões hidroclimatológicos globais, ligando-os as atipicidades locais nas vilas de Belém do Solimões e Campo Alegre. Isso só torna-se possível com o registro dos acontecimentos locais durante o ano *in loco*, comparando-os as influências espaçotemporais climatológicas registradas, observando ligações entre elas e vida humana nas vilas. Isso para entender o que são e como se formam as normalidades e *records* (ou extremos) hidroclimatológicos na Amazônia.

A precipitação pluviométrica, vazão dos rios e a temperatura do ar são elementos do clima e tem sido largamente estudados, devido à existência de *records* meteorológicos e hidrológicos que em algumas áreas existem desde o início do século. (MARENGO, 2003 p. 118)

A região estudada, o Alto Solimões, mas especificamente o Alto-Alto Solimões, as

vilas de Belém do Solimões e Campo Alegre, estão localizada na porção oeste latitudinal do Estado do Amazonas, possuindo índice pluviométrico elevado, sendo enquadrada pela definição de Marengo (2003, p. 83) como: “*a porção brasileira dos quatro núcleos de precipitação abundantes da Amazônia*”, com cerca de 3000 mm/ano de precipitação.

O primeiro máximo de precipitação anual está localizado no noroeste da Amazônia, com chuvas acima de 3.000mm/ano. Este centro é associado à condensação do ar úmido trazido pelos ventos de leste da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que sofrem levantamentos orográfico sobre os andes. (NOBRE, 1983, NOBRE et al. 1991)

Com relação aos momentos mais secos, também em Marengo, são considerados alguns trimestres:

Os trimestres mais secos na região norte mudam progressivamente de setembro/outubro/novembro no extremo norte, para agosto/setembro/outubro numa longa faixa latitudinal desde o oeste a Região Nordeste, para julho/agosto/setembro no vale da Bacia Amazônica, sobretudo a oeste e junho/julho/agosto na parte sul. (MARENGO, 2003. p. 122)

Alterações na normalidade da chuva são responsáveis por parte considerável da vulnerabilidade hidroclimatológica. Numa região onde há abundância desta fonte de água, a diminuição das quantidades pluviométricas, ligadas a eventos como o El Niño, são capazes de alterar significativamente a qualidade de vida e as atividades cotidianas que necessitam de água. Mesmo com um acumulado anual de aproximadamente 3000 mm/ano, a pouca infraestrutura de captação e armazenamento de água da chuva em habitações, escolas e unidades de saúde, agrava a situação em momentos naturais de diminuição das chuvas.

Além dos aspectos climatológicos, outro aspecto importante no contexto desta análise é a classificação dos regimes hidrológicos ao longo da bacia Amazônia. Este regime varia de rio para rio e no caso do rio Solimões é diretamente impactado por outros regimes de regiões diferentes. Esta definição foi publicada em 1964 por Jean Rodier.

I) O regime tropical austral, com um só pico de cheia, normalmente acontecendo no primeiro semestre do ano-calendário. Esse regime é representado pelos rios originários do hemisfério sul, como o Purus, o Madeira e seus afluentes, o Xingu e o Tapajós. II) O regime tropical boreal (rio Branco em particular) com um pico de cheia bem marcado no segundo semestre do ano civil. III) O regime equatorial representado pelo rio Negro e

também pelos rios Iça e Japurá, nos quais o pico de cheia é mais acentuado no meio do ano, sendo que por vezes observa-se até dois picos de máxima no ano. IV) O regime equatorial alterado representado pelo Solimões e pelo Amazonas, que sofre influência dos três regimes já citados anteriormente. (RODIER, 1964 apud. FILIZOLA, 2002 p. 12)

Após esta descrição numa escala macro com referência ao relevo, clima e hidrologia, deve-se fazer uma descrição com fotografias e registros de campo da situação das vilas estudadas ao longo do ano hidrológico. Não somente com relação a mancha urbana, também de sua paisagem de entorno, aspectos físicos e humanos, foi possível melhorar o entendimento de suas características e diferenças no contexto geográfico da região.

1.1.2 – Belém do Solimões

De forma espacial, partindo de Tabatinga “baixando” o rio Solimões, a primeira vila estudada de montante para jusante é Belém do Solimões, localizada a duas horas e meia de motor 60hp da cidade de Tabatinga. A vila, em termos de rede urbana, é um centro bastante importante em sua região. Como um embrião de cidade, abastece grande parte das comunidades ao seu redor, sendo visitado mensalmente por embarcações de grande porte, levando mercadorias e insumos para a sobrevivência de seus moradores.

Belém do Solimões - (Tabatinga), vila de terra firme está localizada na calha principal do rio Solimões na margem esquerda próxima a um furo ou como seu sinônimo na região “cano” (curso d’água que possui grande correnteza, considerado um atalho e que existe em grande parte da planície amazônica). Em épocas de cheia, este furo é responsável pela diminuição do tempo de viagem para Tabatinga em cerca de uma hora. A mancha urbana da vila possui por seus grandes taludes (barrancos), impactos diretos da velocidade do rio e terras caídas, estando aquém do nível das águas altas (terra firme) e bem próximo a hidrovia nas águas baixas (área de sedimentação, sem praia definida). Sua geomorfologia pode ser caracterizada segundo definição de Moreira (1977) como:

Terrenos não inundáveis pelas cheias do rio e formados pelos sedimentos de idade Terciária que recobrem a maior extensão da grande planície amazônica [...] Recobrimo vasta área e apresentando topografias extremamente monótonas, as terras firmes são, no entanto, modeladas em sedimentos que traduzem as diversidades de condições paleogeográficas reinantes a partir do Terciário na Amazônia. (MOREIRA, 1977. p.18)

O exemplo desta paisagem pode ser observada na Figura 15, registro do momento de

águas baixas em outubro de 2015. Visível a parte mais alta do talude coberta de vegetação arbustiva que não alaga mesmo em cheias atípicas. A parte mais baixa, próxima a água é composta de argila e areia depositadas em momentos pretéritos da formação do rio Solimões. O meio termo entre terras firmes e várzeas são os terraços ou tesos, estes localizam-se poucos metros abaixo do nível mais alto das terras firmes, estando próximos do nível excepcional do pico da cheia e muitas vezes sendo lavado pelas águas altas.



Figura 15: Taludes de Belém do Solimões – Outubro 2015

Fonte: Acervo NEPECAB, 2015 – Fotografia: Heitor Pinheiro, 2015

Para a caracterização da paisagem, torna-se necessário também uma descrição biogeográfica do lugar. Com relação a vegetação, a região de entorno de Belém do Solimões se enquadra como Floresta Perenifólia Higrófila Hileiana Amazônica (Hileia).

A mata de terra firme, quando intacta, é sempre mais compacta, de um verde-escuro geralmente mais uniforme e os seus elementos, extremamente mais variados, são confundidos em um conjunto orgânico bem harmonizado. (HUBER, 1909 apud. KUHLMANN, 1977)

Também em Kuhlmann;

Na terra firme o solo de mata é em maior parte arenoso ou de argila plástica, ambos ácidos e pobres, surgindo, entretanto, áreas em que ocorre solo humo

siltoso profundo e fértil (terra preta) bem como o” barro vermelho” - um solo pardo-avermelhado, também fértil. (KUHLMANN 1977 p. 64)



Figura 16: Solo Pardo-avermelhado próximo a Belém do Solimões – Outubro de 2015

Fonte: Acervo NEPECAB, 2015 – Fotografia: Heitor Pinheiro, 2015

Com relação a geomorfologia, no entorno da mancha urbana de Belém do Solimões existem várzeas baixas, sendo nítida a divisão dos tipos de solos de idades diferentes. Distinta da grande concentração de habitações nas porções mais altas da vila, nestas regiões de várzea são encontradas habitações dispersas pela margem do rio Solimões. Estando mais próximas ao curso principal, em porções menos elevadas do terreno, representam regiões de vulnerabilidade hidrológica próximo a vila em questão. Exemplo de uma área de várzea ocupada no entorno de Belém do Solimões pode ser observada na Figura 17.



Figura 17: Regiões de várzea próximo a Belém do Solimões – Agosto de 2015

Fonte: Acervo NEPECAB, 2015 – Fotografia: Heitor Pinheiro, 2015

Não sendo impactada diretamente pelo regime de enchentes, a mancha urbana da vila de Belém do Solimões sofre em épocas de estiagem pela falta de água potável e para as atividades cotidianas em regiões distantes da calha principal do rio Solimões. A diminuição das chuvas faz parte da variabilidade climática característica dos meses de agosto, setembro e outubro, sendo agravada pelo distanciamento dos cursos d'água e pela diminuição do nível do lençol freático. Em Belém do Solimões é comum a utilização da água de igarapés e olhos d'água no entorno da mancha urbana. Esta água não é própria para o consumo humano, mas em momentos de estiagem é a única fonte para atividades que demandam grandes quantidades deste mineral (lavar roupas, lavar louças).

A variabilidade climática que causa a falta de água é algo normal e pode ser caracterizada por Tucci & Braga (2003 p. 01) como: *“processo de variação do clima condicionado por fatores naturais existentes no globo terrestre e suas interações”*. Porém, impactados por alterações na normalidade sazonal. Tornando-se frequentes nas últimas décadas, assim como a existência de eventos de alteração da Temperatura da Superfície do Mar (El Niño e La Niña), impactam diretamente no regime das chuvas e por conseguinte no dos rios, como em 2015.

Os efeitos do El Niño na região norte podem se resumir assim: estiagens com elevadas temperaturas e ressecamento do ar, que são favoráveis a secas e risco de fogo, assim como baixos níveis dos rios. As anomalias climáticas associadas ao fenômeno El Niño podem ser desastrosas e provocar sérios prejuízos socioeconômicos e ambientais. (MARENGO, 2003. p.130)

A vila de Belém do Solimões concentrava cerca de 5000 habitantes no ano de 2015 (SESAI, 2015). Possuindo infraestrutura destacada em sua região. Seu núcleo de comércio é evidente com a movimentação de pessoas nas ruas em busca de mercadorias e água, assim como nas atividades normais ligadas a educação, saúde e etc. Com poucos automóveis, grande parte da movimentação de pessoas pela mancha urbana é feita ou a pé ou de bicicleta. Para a representação da distribuição populacional, foi utilizado dados do CENSO 2010 em relação a pessoas residentes por setor censitário sendo observada na Figura 18.



Figura 18: População residente por setor censitário – 2010

Fonte: Banco de dados NEPECAB, 2015 – Org: Heitor Pinheiro, 2016

Com relação a infraestrutura urbana, esta vila apresenta tanto escola estadual quanto municipal, quadras poliesportivas, polo da SESA, sistema de tratamento e abastecimento de água em fase de implementação, arruamento bem definido, Igreja Católica, Templo

evangélico, diversas rádios comunitárias, comércios, termoeétrica entre outras estruturas.

Para sua conectividade com a rede urbana, Belém do Solimões possui um porto/balsa de ferro tendo sua funcionalidade durante todo ano hidrológico, possibilitando transporte de pessoas e mercadorias com baixos impactos do nível mínimo do rio Solimões. É possível observar a forma urbana desta vila, seu arruamento e concentração de habitações na Figura 19.

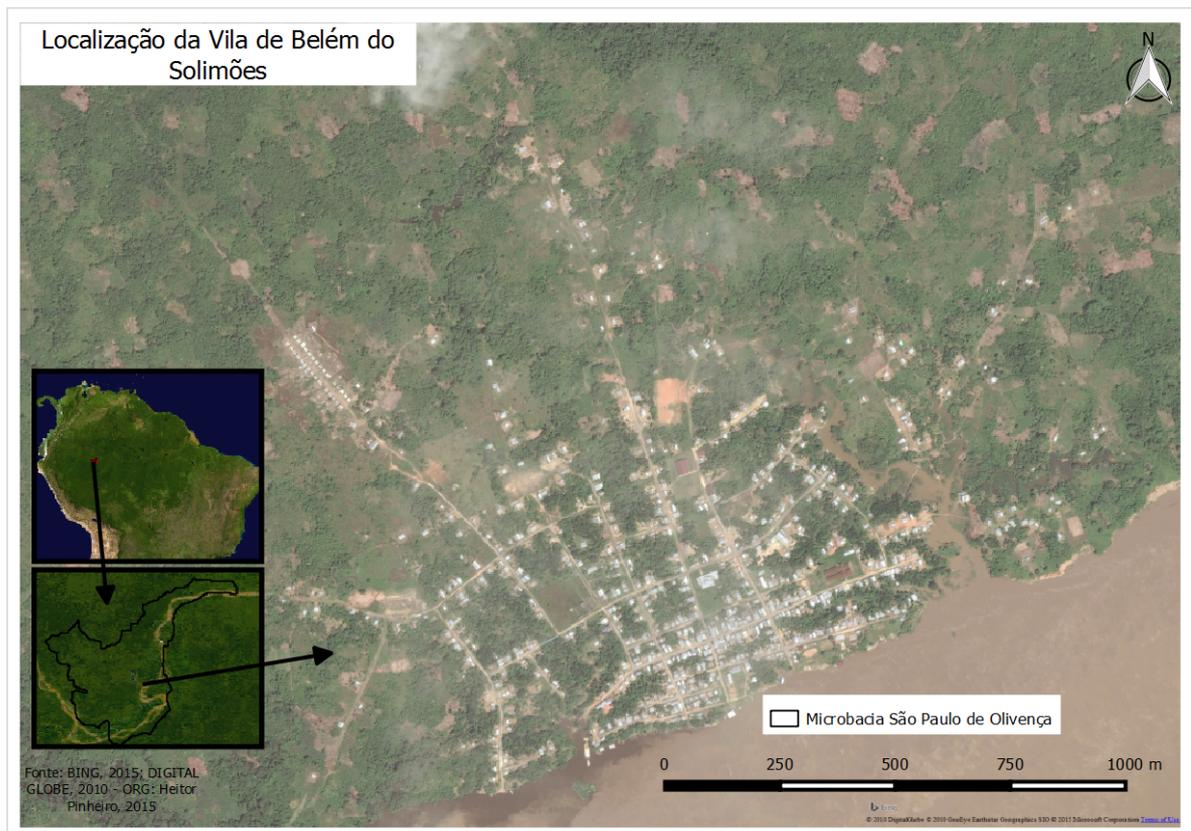


Figura 19: Localização e forma urbana de Belém do Solimões

Fonte: Banco de dados NEPECAB, 2015 – Org: Heitor Pinheiro, 2015

A mancha urbana de Belém do Solimões é composta por ruas paralelas e perpendiculares o rio Solimões em formato de tabuleiro de xadrez, apresentando cerca de 1500 m de mancha urbana de norte para sul e 1200 m de leste para oeste. No capítulo terceiro será apresentada uma representação das regiões de vulnerabilidade desta mancha urbana. A maior concentração de habitações desta vila está nas duas ruas mais próximas a calha do rio correspondendo ao setor censitário 5812, diminuindo sua densidade ao norte e aos extremos leste e oeste da mancha urbana. Abaixo na Figura 20 a informação do CENSO 2010 de

número de domicílios por setor censitário pode ser observada.

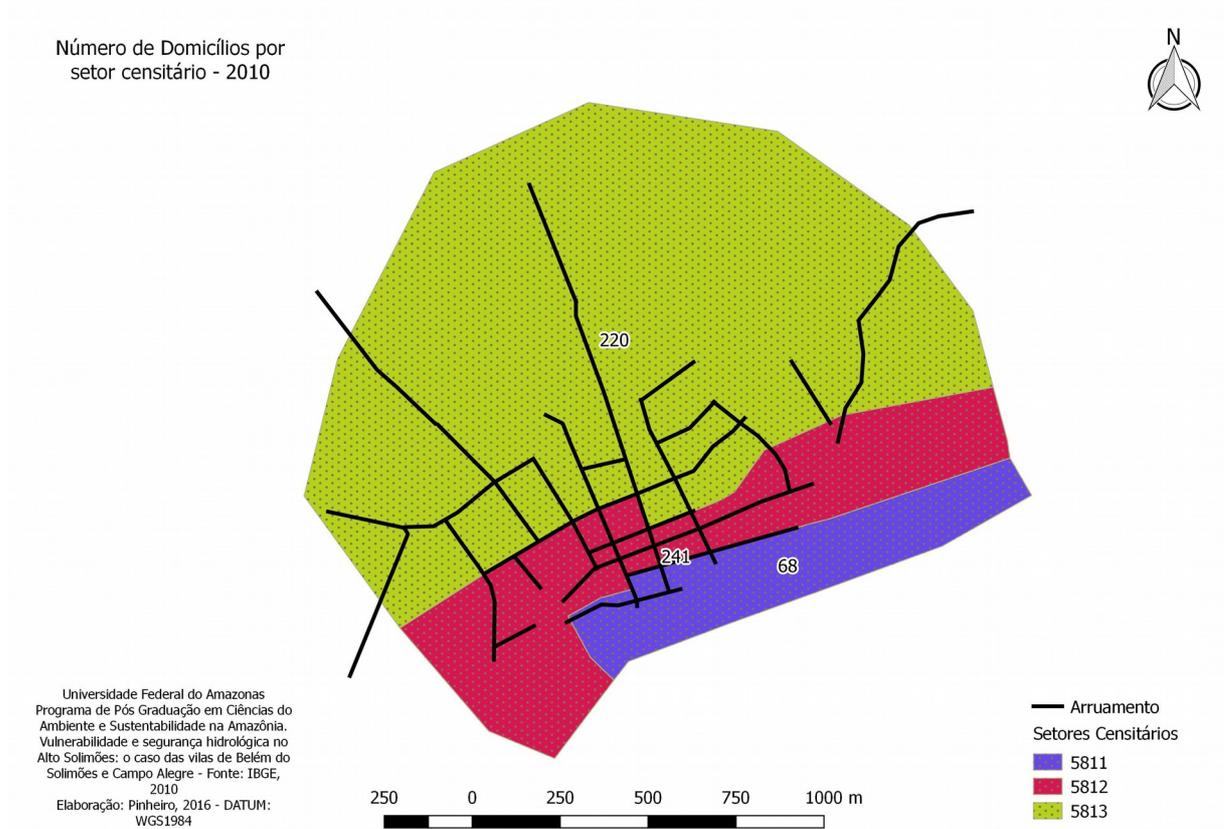


Figura 20: Número de habitações por setor censitário em 2010

Fonte: Banco de dados NEPECAB, 2015 – Elaboração: Heitor Pinheiro, 2016

Estas poucas informações apresentadas refletem a falta de dados espaciais desagregados sobre as vilas e pequenas porções do espaço na Amazônia. É fato que a dificuldade de obtenção de dados coesos, para representar a realidade local, é um dos pontos negativos para uma espacialização informacional fidedigna da realidade.

1.1.3 Campo Alegre

Campo Alegre - (São Paulo de Olivença), vila de várzea, encontra-se dentro de um braço de rio perene, possuindo acesso em tempos de seca por outros dois aglomerados humanos, Santa Rita do Weill e Santa Inês, também há outra vila conurbada a ela chamada vila Independência. Possui muitos problemas relacionados ao regime hidroclimatológico, com relação ao acesso à água em épocas de seca, inundações em cheias extremas e isolamento na vazante. Suas condições de solo e características topográficas podem ser definidas por Moreira:

Resultando do trabalho da sedimentação Holocênica, as várzeas são formadas por materiais de textura pesada, argila e siltes depositados por colmatagem nos lagos e terrenos periodicamente inundados. Pode apresentar, entretanto, características mais arenosas nos diques marginais, pestanas ou *point bars*, constituídos e reconstruídos a cada cheia. (MOREIRA, 1977 p. 15)

Também em Moreira (1977)

“Topograficamente a planície aluvial reflete aspectos de sua evolução: a várzea baixa, planície inundada durante parte do ano e de aluvionamento recente, com vegetação ora campestre ora florestal; os diques marginais que, distribuídos pela planície de inundação e construídos paralelos ao curso d’água em função dos transbordamentos, marcam as posições do leito, e cuja maior altura junto ao rio indica a diminuição de competência por ocasião do transbordamento; a várzea alta que aparece como estágio mais antigo, é também colonizada por formações vegetais de porte arbóreo. [...] Nos terrenos Holocênicos correspondentes as várzeas baixas e altas desenvolvem-se solos glei húmico e glei pouco húmico, turfas e lateritas hidromórficas. (MOREIRA, 1977 p. 15)

Dada a definição de várzea, a vila de Campo Alegre enquadra-se como uma vila de várzea e pode ser observada paisagisticamente na Figura 21.



Figura 21: Região de várzea em Campo Alegre – Outubro de 2015

Fonte: Acervo NEPECAB, 2015 – Org: Heitor Pinheiro, 2015

Com relação a vegetação Campo Alegre enquadra-se em Floresta Perenifólia Paludosa Ribeirinha, sendo periodicamente inundada. Suas características podem ser descritas por Kuhlmann.

Este tipo de vegetação difere da Floresta Perenifólia Higrófila Amazônica ou da terra firme, por apresentar um número menor de espécies e pela menor altura de suas árvores nos extratos mais elevados. Não havendo excessiva diminuição de água no solo em qualquer parte do ano ela se mantém verde. Entre março e junho o solo é enriquecido pelos sedimentos depositados pelas águas durante as cheias nas partes mais baixas da margem. Embora seus solos sejam mais ricos do que os da floresta de terra firme, em virtude desta sedimentação, o excesso d'água em determinados períodos parece ser um elemento desfavorável. (KUHLMANN, 1977 p. 71)



Figura 22: Vegetação do entorno de Campo Alegre – Abril de 2015

Fonte: Acervo NEPECAB, 2015 – Org: Heitor Pinheiro, 2015

Campo Alegre é um caso distinto de Belém do Solimões, não apresentando formato de tabuleiro de xadrez sua forma urbana é espalhada, com ruas paralelas e perpendiculares ao Igarapé da Rita. Possuindo cerca de 2500 habitantes no ano de 2015, esta vila encontra-se longe da calha principal do rio Solimões, porém com toda mancha urbana próxima ao curso d'água. Campo Alegre possui divisão de três setores censitários, sua maior concentração populacional está na porção nordeste da mancha urbana, em grande parte em região

vulnerável a grandes cheias. A divisão populacional pode ser observada na Figura 23.

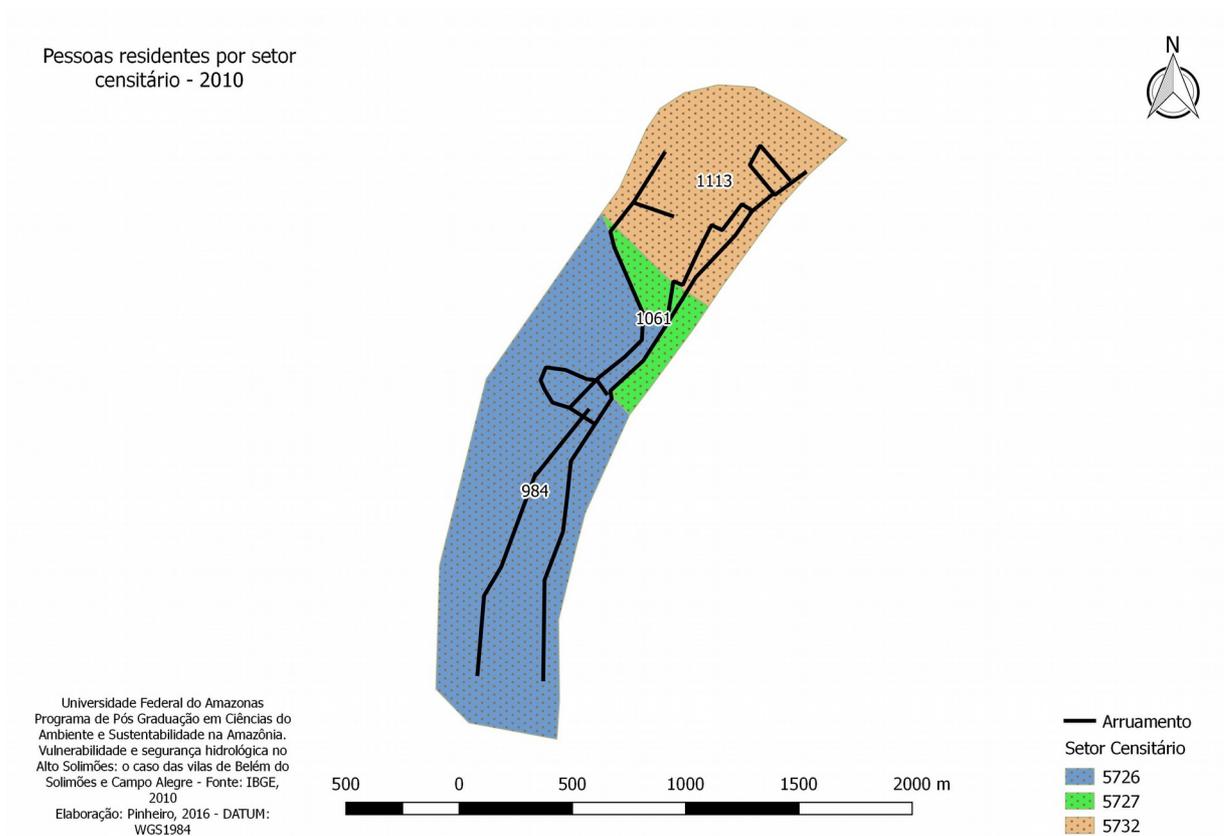


Figura 23: Pessoas residentes por setor censitário em 2010

Fonte: Banco de dados NEPECAB, 2015 – Elaboração: Heitor Pinheiro, 2016

Apesar de Campo Alegre encontrar-se as margens de um curso perene de água, nas águas baixas a conexão com a hidrovia é interrompida por cerca de 3 meses. Com este impacto da variabilidade hidroclimatológica em seu cotidiano, o único modal de transporte para a hidrovia navegável, é uma estreita estrada de concreto com cerca de 3,5 km, ligando Santa Rita do Weill (Paraná ponta). Este distanciamento do curso navegável do rio é a causa do isolamento desta mancha urbana em momentos de águas baixas. Na Figura 24, pode-se observar parte da mancha urbana desta vila e a localização dos entrepostos.

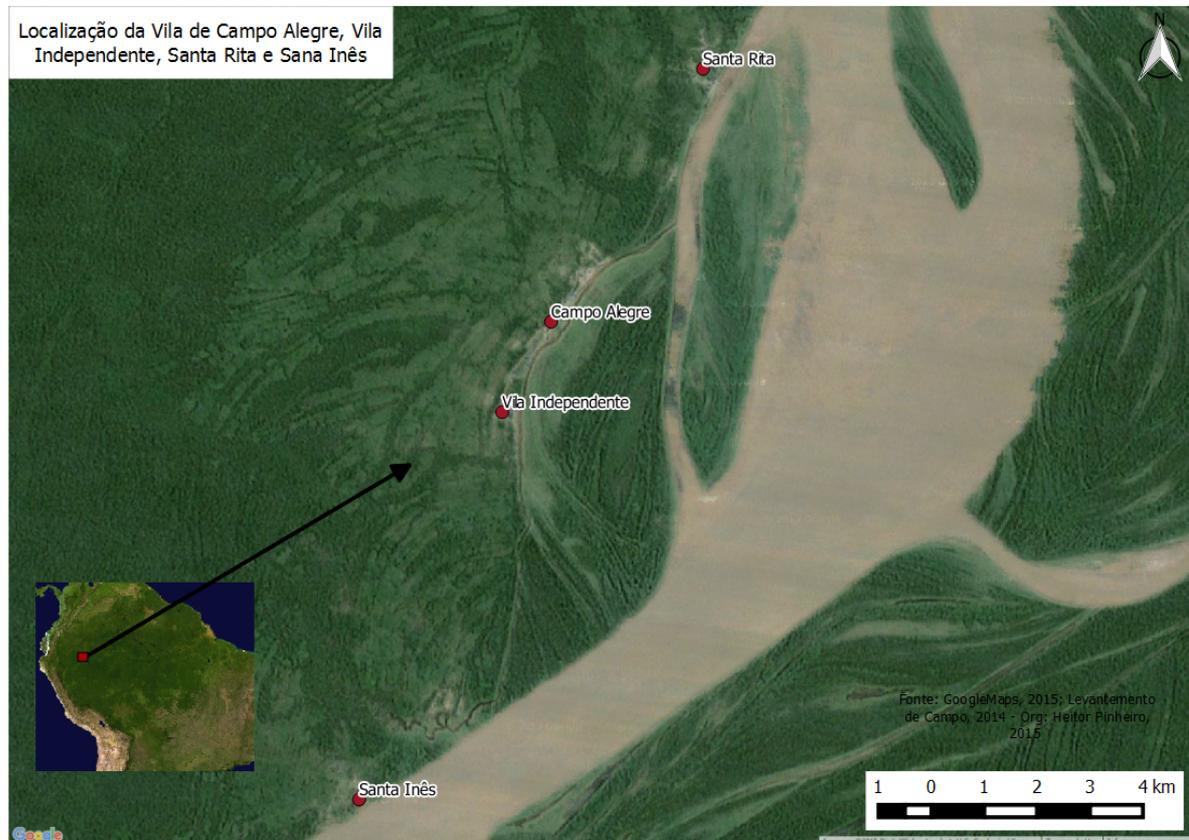


Figura 24: Mancha urbana de Campo Alegre

Fonte: Banco de dados NEPECAB, 2015 – Org: Heitor Pinheiro, 2015

Com as informações acima é fácil afirmar que os dados secundários socioeconômicos das plataformas do IBGE e outras fontes são frágeis, não possibilitando a caracterização das vilas somente por fontes secundárias.

Grande parte das habitações de Campo Alegre são adaptadas para a subida do nível das águas em épocas de cheias. No caso de momentos atípicos, essas adaptações não são funcionais necessitando a criação de “marombas” (estruturas de madeira para subir o nível do piso das residências) visando levantar o nível do assoalho das habitações. A parte mais vulnerável à grandes cheias em Campo Alegre é a parte sul da vila, caracterizada por habitações que no pico das águas altas ficam com mais 0,5 m de água em seu interior. Mesmo nas partes mais altas, o nível excepcional das águas impacta diretamente as habitações.



Figura 25: Porção mais alta de Campo Alegre em Junho de 2015

Fonte: Acervo NEPECAB, 2015 – Org: Heitor Pinheiro, 2015

As margens do Igarapé da Rita, a vila de Campo Alegre pode ser caracterizada por uma mancha urbana composta por diversas vilas interligadas, envolvendo outras comunidades grandes e fazendo parte do município de São Paulo de Olivença. Infelizmente, não havia até o momento pesquisado, imagens de alta resolução da mancha urbana da vila. Porém, no contexto deste trabalho foi utilizado para a obtenção de imagens aéreas um quadricóptero Syma X5c.

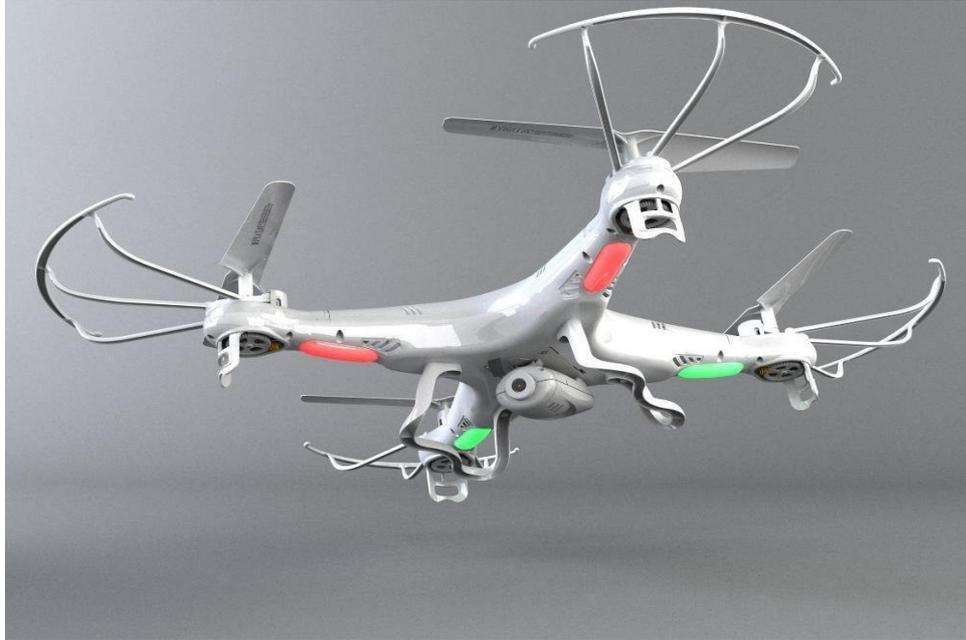


Figura 26: Quadricóptero Syma X5c
Fonte: Imagem da Internet

Após a primeira aproximação das vilas estudadas, torna-se necessário entender que fatores hidroclimatológicos impactam em seu cotidiano. Além disso, buscar quais as ligações sistêmicas globais existentes, para que alterações na normalidade da sazonalidade local aconteçam. E com isso apresentar as diversas escalas de análise que esta dissertação pretende correlacionar.

1.2 Fatores Hidroclimatológicos e os Métodos Comparativos da Pluviosidade, Cota e Temperatura da Superfície do Mar

Pode-se definir a sazonalidade na Amazônia como: dinâmica natural resultada de diversos fatores referentes ao sistema mundo. Como algo natural, é fruto de várias combinações climatológicas, geológicas e do tempo tornando-se parte de um grande sistema. Estas combinações de fatores indicam que modificações em qualquer parte do sistema, seja das condições climatológicas em escala global ou das modificações na geomorfologia local, podem impactar diretamente no regime hidroclimatológico em pequenas porções do espaço,

neste caso nas vilas.

A normalidade no Alto Solimões reflete em condições conhecidas de temperatura, chuvas e cota do rio, que possibilitam a manutenção das atividades cotidianas de forma simples, sem complicações ou excesso de dispêndio de energia. Podendo ser caracterizada por cheias não muito altas, assim como secas não muito baixas, início e fim do regime anual hidrológico bem definido, possibilitando tempo suficiente para as plantações. Também condições amenas de temperatura, junto a pluviosidade constante para manter o abastecimento de água em momentos de estiagem.

Assim, parte deste trabalho tenta mostrar ligações dos eventos globais de TSM, anomalias de precipitação e cota do Alto rio Solimões, às atipicidades do ano de 2015 na Amazônia. As regiões de TSM estudadas podem ser destacadas como NIÑO 3+4 (região do pacífico equatorial central) e NIÑO 1+2 (região do pacífico equatorial leste). Com o intuito de gerar informações espaciais, cruzando dados, dar-se-á ênfase a alguns fatores macroclimáticos comparando-os a acontecimentos locais na região alvo do estudo. Estas informações podem levar ao causas macroclimáticas das vulnerabilidades hidroclimatológicas no Alto curso do Rio Solimões.

É necessário indicar que eventos globais relacionados a hidroclimatologia, aconteceram no ano de 2015 com intensidade, influenciando a Amazônia. Historicamente alterações nas condições normais do ENOS (El Niño Oscilação Sul), causam diversos acontecimento na América do Sul.

Historicamente, há provas de secas extensas, e talvez muitos incêndios, relacionados a eventos como El Niño – Oscilação Sul (ENOS), tenham ocorrido na bacia amazônica em 1500, 100, 700 e 400 BP, e tais eventos podem ter sido substancialmente mais graves do que os ocorridos em 1982-83 e 1997-98 (MEGGERS, 1994 *apud*. MARENGO, 2010 p. 09)

Na Amazônia, algumas manchetes de jornal foram encontradas, estas com relação a seca dos rios e seus impactos no cotidiano das populações no ano de 2015. O jornal G1 (<http://g1.globo.com/>) estampou em 26 de outubro de 2015, “*Seca em rios do AM (Amazonas) aumenta a viagem e cansaço de estudantes do interior*”. Neste caso regional, com relação as secas na Amazônia, eventos atípicos e de forte impacto social, não se encontram localizados em pequenos espaços temporais. Perduram meses e não dias, criando a necessidade das populações adaptarem seu cotidiano a esta realidade.

Tendo noção dos acontecimentos do ano de 2015, pôde-se observar *in loco* as atipicidades existentes, confirmando nos depoimentos das pessoas as dificuldades enfrentadas. Porém, somente com estas informações, pode-se afirmar que estes eventos extremos na Amazônia são resultados somente do El Niño?

Pode-se descrever o El Niño segundo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), *como um fenômeno atmosférico oceânico, caracterizado por um aquecimento anormal das águas superficiais no oceano Pacífico Tropical, e que pode afetar o clima regional e global, mudando os padrões de vento a nível mundial, e afetando assim, os regimes de chuva em regiões tropicais e de latitudes médias.*

Para entender como as anomalias hidroclimatológicas impactam o cotidiano das vilas, é necessário descrever o ano estudado e os acontecimentos hidroclimatológicos possivelmente impactantes. Isto, para que possa entender as mudanças na “hemostasia” (ponto de equilíbrio) dos grandes rios em relação a população. Este tipo de descrição deve ser feito com dados internacionais não podendo ser realizado apenas com informações do Estado brasileiro. Por isso, necessitou-se tomar como base o sistema de alerta para a previsão de eventos hidrológicos extremos na Amazônia peruana, bastante avançado com relação aos países da floresta Amazônica.

Elaborado pelo Instituto Geofísico do Peru, sobre o comando dos Drs. Jhan Carlo Espinoza e Lúcio Vergana, esta plataforma de relatórios mensais pode ser utilizada para analisar e prever anomalias. Se utilizada de forma ideal, esta plataforma torna possível prever a ocorrência de eventos hidrológicos extremos, com base em dados a montante para a região brasileira. Este relatório apresenta as mais avançadas técnicas científicas geográficas de análises climatológicas. Temperatura da Superfície do Mar (TSM), Circulação da atmosfera global, Fluxos de umidade e suas divergências, além das anomalias de precipitação (IRI e TRMM), sendo possível sua utilização para fazer ligações espaçotemporais em escalas distintas do espaço geográfico.

Com relação a precipitação na Amazônia, referente a impactos do ENOS (El Niño Oscilação Sul), muitos estudos pioneiros foram realizados na porção peruana do continente. Segundo Espinoza (2014 p.172), alguns autores têm descrito os impactos dos eventos ENOS sobre as chuvas em todo o Peru, [...] *durante os anos de El Niño, nos altiplanos e ao sul dos Andes, apresentam-se diminuições nas chuvas anuais de até 18%, enquanto que no norte da costa do Pacífico percebeu-se valores superiores a 88% a respeito de anos sem El Niño.*

Estas anomalias de precipitações, influenciam na subida e/ou descida das águas dos rios na Amazônia. Mostrando que há relação de eventos hidroclimatológicos em escala global, às modificações na normalidade hidroclimatológica em escala regional.

Para entender melhor, quais são as influências destes eventos de maior escala, às dinâmicas locais, é necessário uma descrição criteriosa e comparativa entre dois relatórios mensais de organizações brasileiras e peruanas. Pretendendo assim, visualizar relações diretas e a cadeia de eventos que levam as vulnerabilidades em território brasileiro.

Para tanto tornou-se necessário, além de entender o ano por inteiro, buscar momentos anuais importantes para a identificação e previsão de anomalias na Amazônia. Serão apresentados resumos das condições de TSM, do relatório da organização peruana (Eventos Hidrológicos Extremos en la Amazonía Peruana: sistema de Alerta para la Previsión), comparados aos acontecimentos de pluviosidade e cota no ano de 2015, identificados pelo Monitoramento Hidrológico do CPRM no Brasil.

Os recortes temporais analisados, tomam como base os momentos hidrológicos da régua de Tabatinga, buscando identificar quais anomalias aconteciam, suas relações globais no momento que atingem o território nacional. Assim foi possível analisar de forma distinta, algumas relações espaçotemporais relacionadas ao regime hidroclimatológico do Alto Solimões. Os meses estudados foram: janeiro, fevereiro, março (meses anteriores ao pico da cheia); maio, junho, julho (pico da cheia e início da vazante); agosto, setembro e outubro (final da vazante e pico da seca).

Os momentos de campo e os dados hidroclimatológicos secundários levantados, podem ser observados na Figura 27 referentes a máxima, média e mínima dos últimos 30 anos.

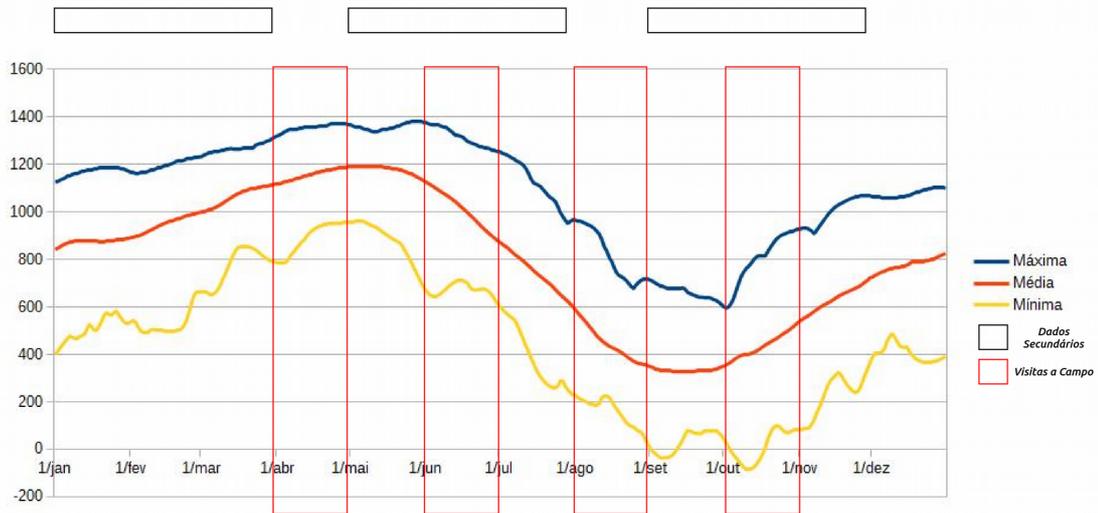


Figura 27: Dados secundários e visitas a campo em 2015

Fonte: Rios Online, 2016 – Org: Heitor Pinheiro, 2016

O recorte temporal de cotas acima possibilitou caracterizar com base em 30 anos de dados, em esforço pré-campo, o nível normal das águas para o ano de 2015. Com esta informação normalizada, tornou-se fácil identificar mudanças ou atipicidades no regime do rio Solimões. Identificando mensalmente as condições hidrológicas, foi possível analisar eventos anteriores aos picos de máxima e mínimas, além da vazante e enchente. Só assim foi possível comparar alguns acontecimentos em escala global aos momentos de atipicidades locais do ano de 2015.

Porém, para uma análise mais apurada, deve-se levar em conta a variabilidade dos acontecimentos dos anos anteriores. Para tal, organizou-se um histograma de caracterização dos tipos de cheias e secas nos últimos 30 anos, buscando entender o que são eventos típicos, atípicos de hidrologia e suas características ao decorrer do regime do Alto rio Solimões.

1.2.1 – Dados Climatológicos Globais e a Comparação ao Regime No Alto Solimões

O objetivo deste subtópico, foi fazer um resgate e descrição de alguns meses do ano de 2015 e acontecimentos no Alto Solimões. Agregado as informações de campo e do registro fotográfico foi possível analisar as vulnerabilidades e seus impactos ao cotidiano humano.

No mês de janeiro de 2015, segundo Vergara & Espinoza (2015, p.04), *o Pacífico*

equatorial central, a região Niño 3.4 (região do pacífico central) mostrou anomalias positivas de TSM de 0.5°C com um mínimo decréscimo com relação ao mês anterior [...] a região do Pacífico equatorial oeste (Niño 1+2), próxima a costa sul-americana, mostrou anomalias negativas de TSM de -0.4°C em media, com um decréscimo de 0.5°C a respeito do mês anterior. Condições normais, mesmo com alterações pequenas para o mês de janeiro, podendo essas pequenas anomalias, serem observadas na Figura 28, além das condições de precipitação, cota e TSM.

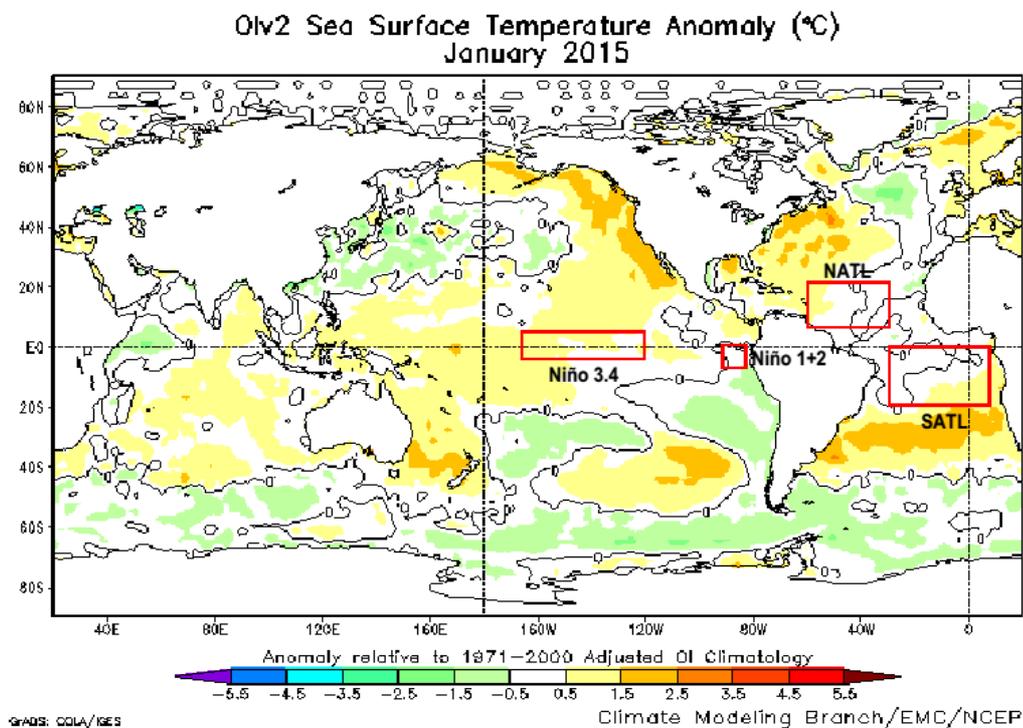
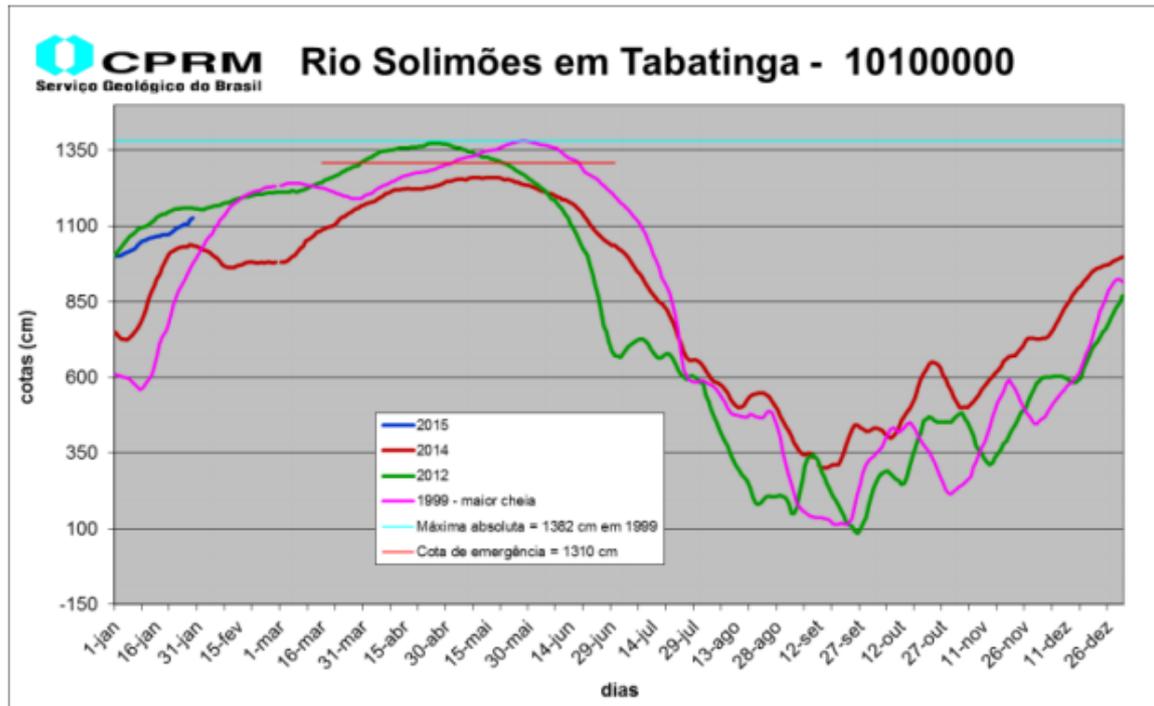


Figura 28: Anomalias de TSM do mês de janeiro de 2015

Fonte: Informe Mensal de Janeiro de 2015

Neste mesmo mês, segundo o boletim do CPRM, as condições hidrológicas do rio Solimões, próximo a Tabatinga, já encontravam-se acima da cota do mesmo mês, no ano de 2014. O que leva pensar, que este tipo de anomalia climática não é a base para os acontecimentos de 2015. O alto nível das águas do rio Solimões no início do ano, se deviam a ao efeito de uma seca fraca, deixando as cotas no final do ano de 2014 acima da média.

Considerada uma situação atípica, pelo fato das águas não descenderem ao ponto próximo a média desta época do ano, neste primeiro mês do ano de 2015, iniciava-se uma das maiores cheias registradas para o Alto Solimões. Abaixo, o Gráfico 01 mostra esta situação.



Cota em 29/01/2015: 11,26 m

Gráfico 1: Gráfico de cota do mês de janeiro de 2015 para Tabatinga

Fonte: Boletim do CPRM, 2015

Neste mês de janeiro, as condições de chuvas, com relação ao máximo e ao mínimo climatológico, da Amazônia brasileira, encontravam-se normais na região estudada. No Alto Solimões, acumulava-se em janeiro, segundo o Relatório Hidrológico do CPRM, cerca de 250 mm a 300 mm de chuva, como observado na Figura 29, condições mais amenas com relação ao máximo acumulado. Sobre tudo, estes índices de precipitações concentravam-se nas regiões ao redor dos principais contribuintes da calha principal, fortalecendo o aumento do nível das águas.

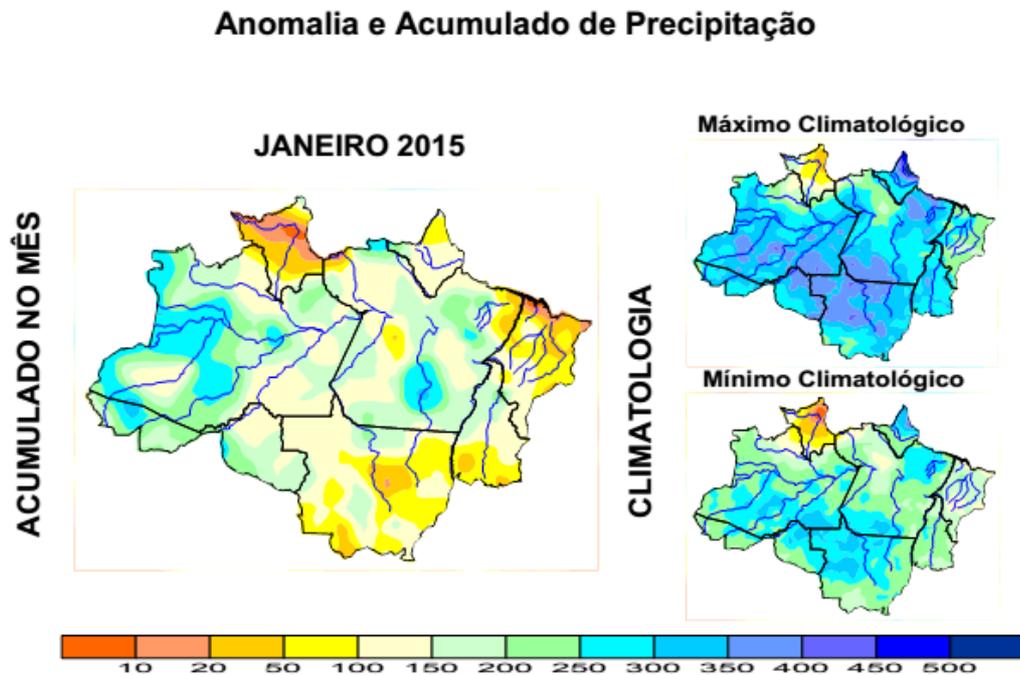


Figura 29: Acumulado de precipitação para o mês de janeiro
 Fonte: Boletim do CPRM, 2015

Noutra escala, segundo Vergara & Espinoza (2015, p.09), se observaram anomalias de precipitação acima do normal no oeste da bacia amazônica, principalmente na Amazônia colombiana, equatoriana, peruana e boliviana (anomalias positivas inferiores a 100 mm/mês).

Dando prosseguimento a análise, no mês de fevereiro, segundo Vergara & Espinoza (2015, p.04), o Pacífico equatorial Central, a região Niño 3.4, apresentou anomalias positivas de TSM de 0.6°C com um aumento mínimo em relação a janeiro. Porém a região do Pacífico equatorial leste (Niño 1+2) apresentou anomalias negativas de -0.6°C em média, com uma diminuição de -0.2°C em relação a janeiro. Condições ligeiramente quentes.

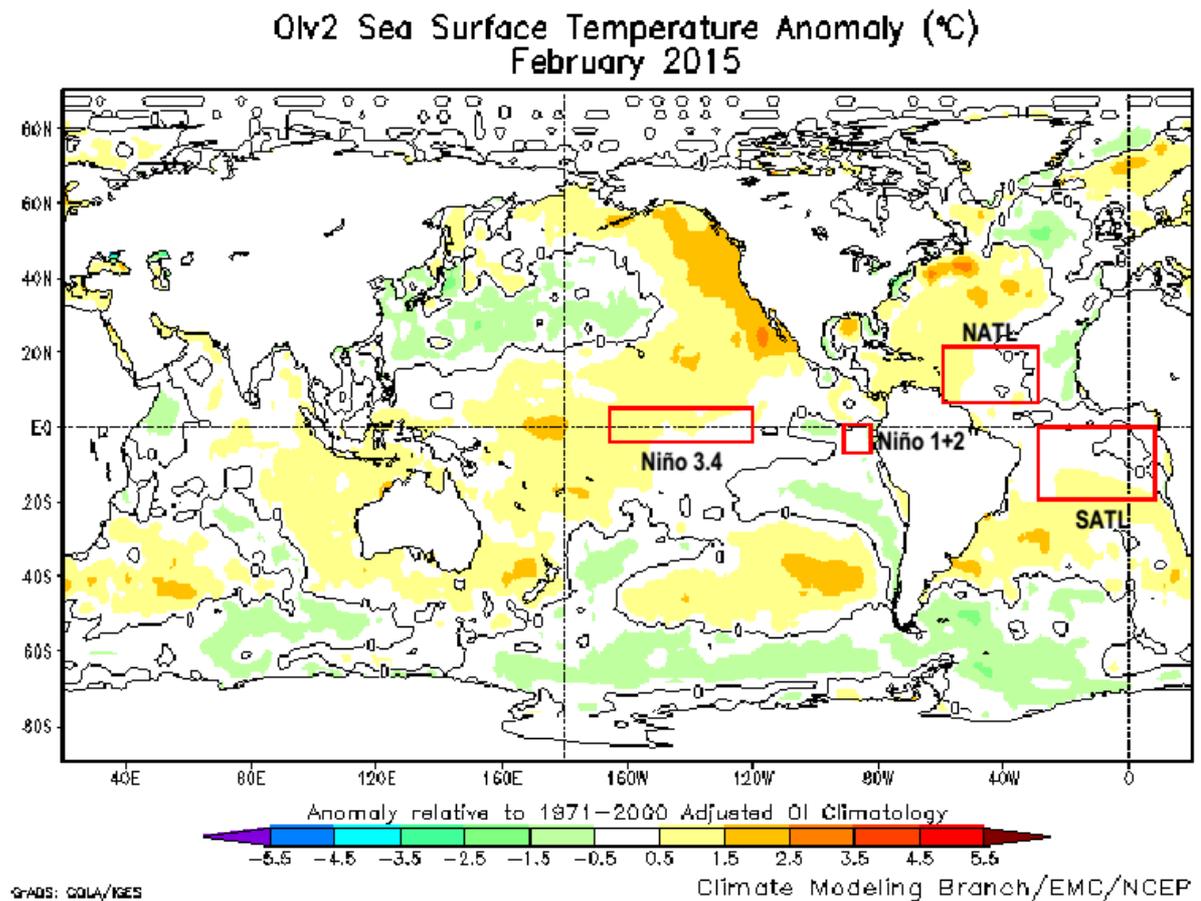
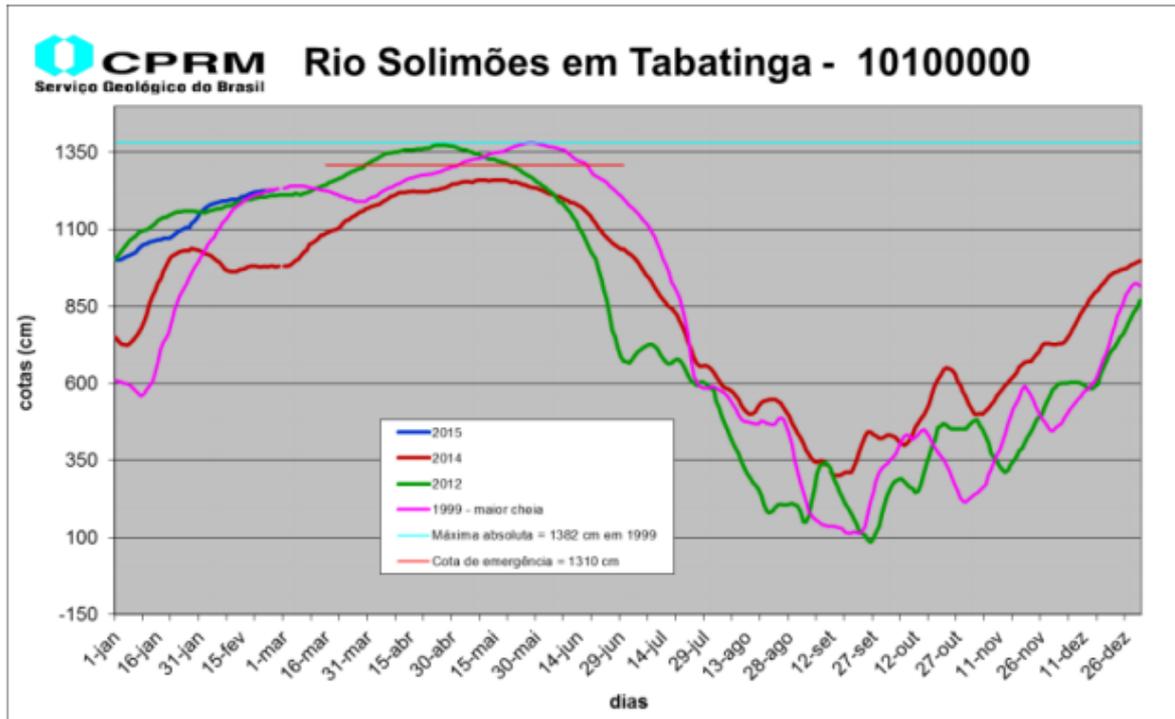


Figura 30: Anomalias de TSM do mês de fevereiro de 2015

Fonte: Informe Mensal de fevereiro de 2015

Em fevereiro, ainda na subida enchente, para o Alto Solimões, alguns contribuintes do regime tropical austral, na porção sul do Solimões/Amazonas encontravam-se em seu pico de cheia. As condições de cota para a régua de Tabatinga apresentavam ligeiro aumento, não tão acentuado quando a janeiro, porém se aproximando a cota de emergência. A cota de emergência é uma definição do CPRM para o nível de inundação das águas dos rios para a região da referente informação da régua. Esta definição se modifica de estação para estação e em muitos casos não reflete um padrão para grandes áreas.

Em relação ao mesmo período de 2014, onde a cota teve um leve declínio para depois voltar a subir, o ano de 2015 apresentou uma continuidade na subida da lâmina d'água. Esta continuidade contribuindo para grande cheia do ano em análise.



Cota em 26/02/2015: 12,28 m

Gráfico 2: Gráfico de cota do mês de fevereiro de 2015 para Tabatinga

Fonte: Boletim do CPRM, 2015

Com relação as chuvas, o mês de fevereiro apresentou uma anomalia para o Alto Solimões, onde, a quantidade de precipitação ficou abaixo do mínimo climatológico como observado na Figura 31, condições de anomalia negativa de precipitação. Segundo Vergara & Espinoza (2015, p.09), *foi possível observar esta anomalia, com precipitações inferiores ao normal em grande parte da bacia Amazônica (anomalias negativas inferiores a 150 mm/mês), porém com anomalias sobre o normal no extremo noroeste (Amazônia colombiana) e sudoeste (sul da amazônia peruana e amazônia boliviana) com anomalias positivas inferiores a 25 mm/mês)*

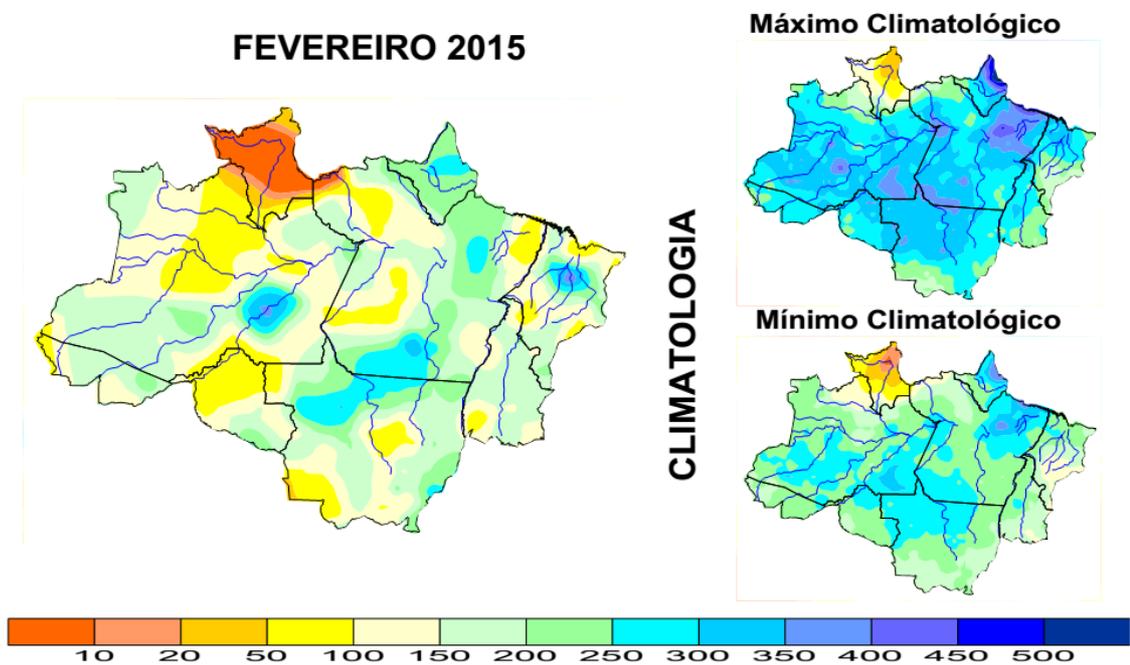


Figura 31: Acumulado de precipitação para o mês de fevereiro

Fonte: Boletim do CPRM, 2015

Para o mês de março, segundo Vergara & Espinoza (2015, p.04), no *Pacífico equatorial Central*, a região Niño 3.4 apresentou anomalias positivas de TSM de 0.6°C em média, semelhante a fevereiro. Mesmo assim, a região do *Pacífico equatorial leste* (Niño 1+2) apresentou ligeiras anomalias positivas de TSM de 0.1°C em média com um aumento de 0.6°C a respeito de fevereiro. Apresentando condições neutras a pouco quentes.

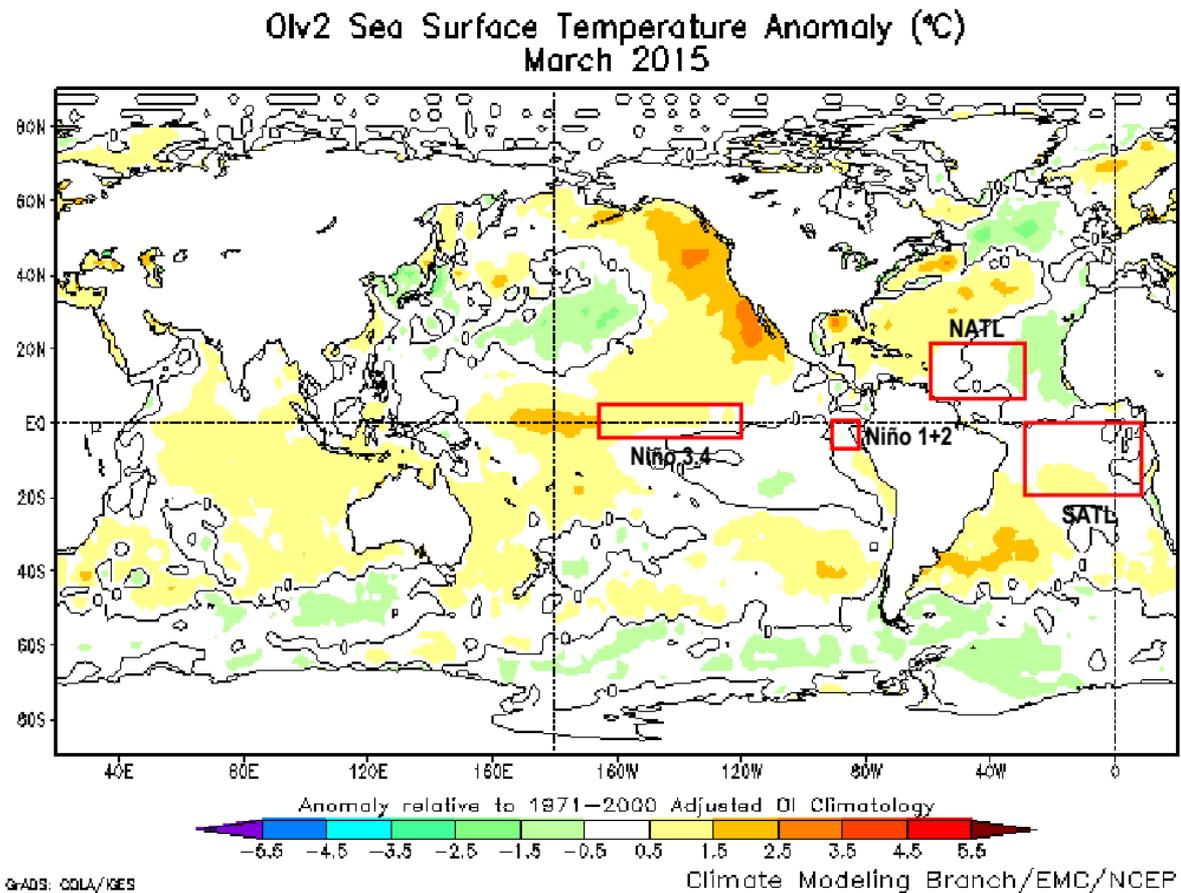
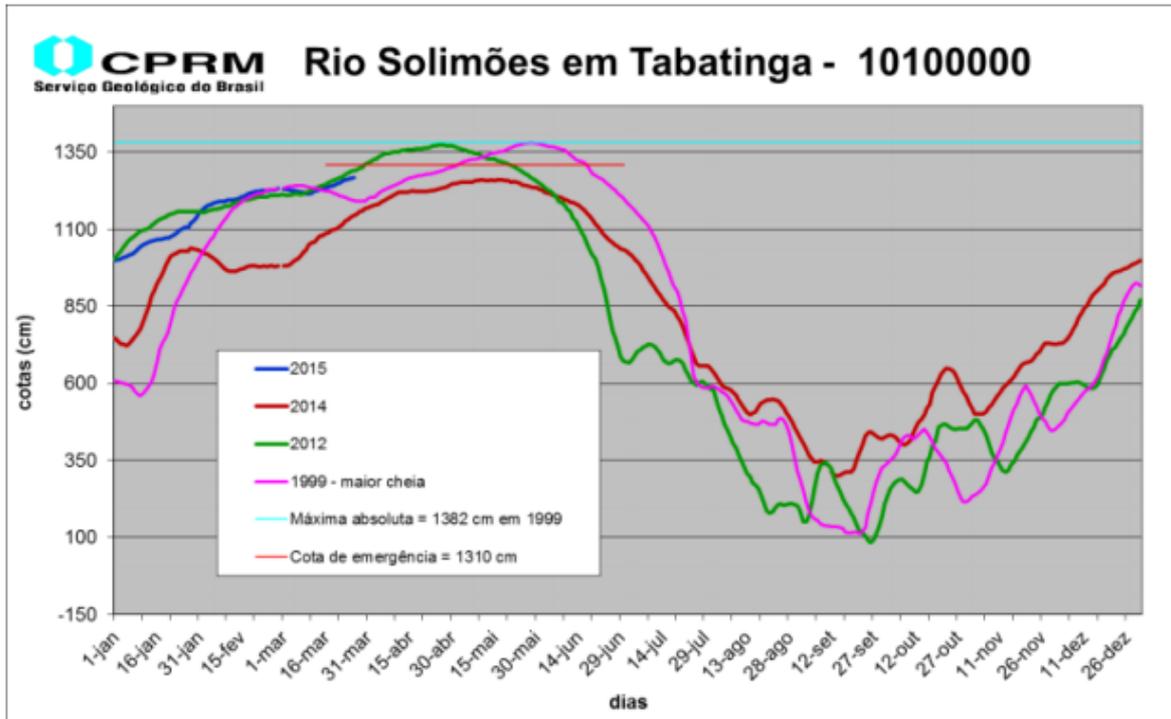


Figura 32: Anomalias de TSM do mês de março de 2015

Fonte: Informe Mensal de Março de 2015

Em março de 2015 na Amazônia brasileira, a estação de Boca do Acre de acordo com o boletim do CPRM, localizada no rio Purus, foi a primeira a entrar em situação de emergência. Para o Alto Solimões com base na régua de Tabatinga, as condições encontravam-se em plena subida, muito acima da normalidade para o período e próximo a cota de emergência.

Pode-se dizer que neste momento houve um acréscimo a velocidade da subida das águas, se causado somente por chuvas ou não, ultrapassou o pico hidrológico médio para o mês, apontando condições de cota mais altas que na maior cheia registrada para esta régua no ano de 1999 e no mesmo limiar de cota que o ano de 2012. Mesmo com condições baixas de anomalias de TSM no oceano, houve precipitações de 250 a 400 mm no entorno da Tríplice Fronteira. Abaixo na Figura 33 esta situação pode ser observada, apresentando uma subida constante diferente do ano de 1999, que neste mesmo período apresentou uma ligeira queda no nível das águas.



Cota em 26/03/2015: 12,69 m

Figura 33: Gráfico de cota do mês de março de 2015 para Tabatinga

Fonte: CPRM, 2015

Com relação ao regime de chuvas, o mês de março apresentou forte acumulado próximo a tríplice fronteira, possuindo um degradê de pluviosidade de oeste para leste do Alto Solimões, diminuindo sua intensidade ao leste. A anomalia de chuvas ficou distante do máximo climatológico, porém fortalecendo ao aumento rápido da lâmina d'água. Ressalta-se, mesmo com o nível máximo das águas dos rios distantes das grandes cheias registradas (2009, 2012), 50 cm de água nas manchas urbanas distinguem as áreas já alagadas, das que possivelmente serão alagadas no pico hidrológico.

Noutra escala, segundo Vergara & Espinoza (2015, p.09), o mês de março apresentou anomalias de precipitação inferiores ao normal em grande parte da bacia Amazônica (anomalias inferiores a 150 mm/mês). Noutra lado, se mostrou a presença de anomalias de precipitação sobre o normal no extremo noroeste (norte a Amazônia peruana e equatorial) e sudoeste (sul da Amazônia peruana e sudoeste da Amazônia boliviana). Anomalias positivas inferiores a 100 mm/mês.

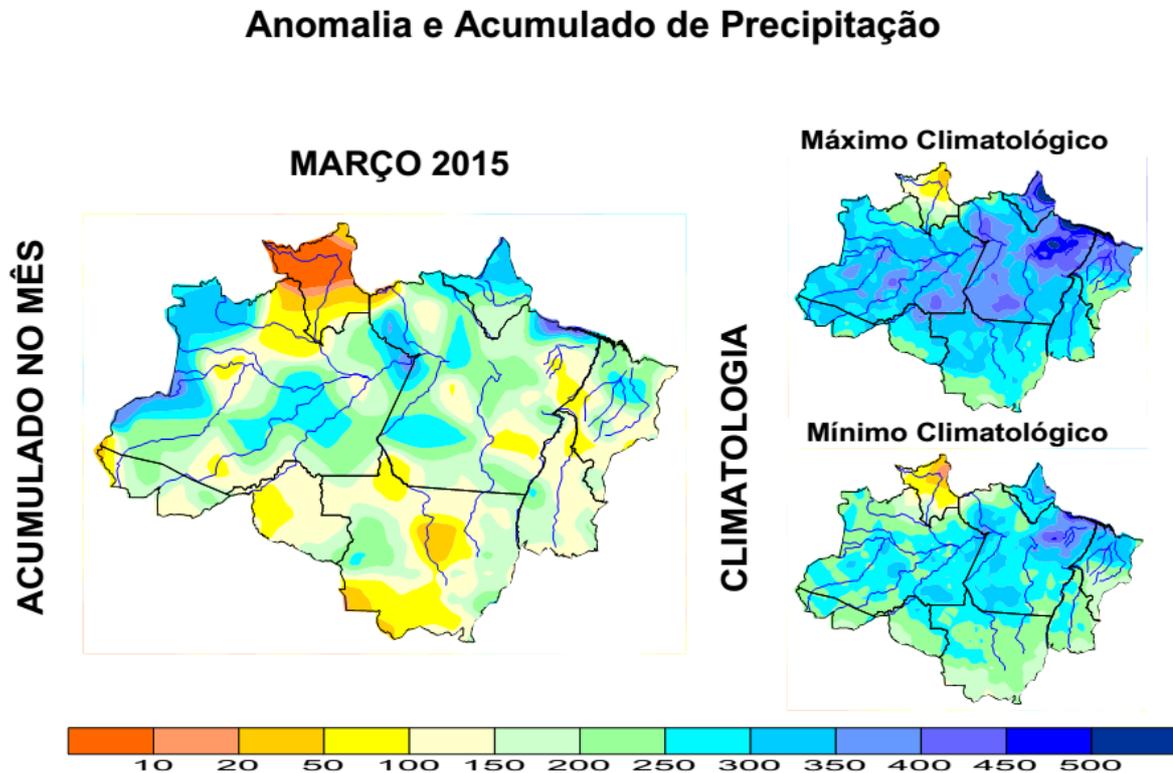


Figura 16: Acumulado de precipitação para o mês de março

Fonte: Boletim CPRM, 2015

Em abril de 2015, iniciou-se o acompanhamento das situações do Alto Solimões no contexto das vulnerabilidades hidroclimatológicas. Com um campo realizado a partir do dia 13/04/2015, foi possível aferir *in loco* a situação das cidades e vilas no contexto do trabalho. Para este momento do regime do Solimões, as condições estavam bem próximas ao máximo do ano, ruas alagadas, pontes e marombas (estruturas de madeira utilizadas para subir o nível do chão de casas) construídas. Benjamin Constant no período, tinha grande parte do seu centro comercial imerso, ainda esperando pelo momento mais grave do regime para as cheias e pela volta da subida das águas. Neste momento, as precipitações ocorriam frequentemente em grande quantidade, fortalecendo o aumento do nível das águas na mancha urbana como mostrado na Figura 34.



Figura 34: Centro de Benjamin Constant – Abril de 2015

Fonte: Acervo NEPECAB, 2015 – Fotografia: Heitor Pinheiro, 2015

Na sede urbana de Belém do Solimões, a situação em relação ao aumento do nível das águas encontrava-se distinta de uma região de vulnerabilidade hidrológica. Com o nível das ruas bastante acima do máximo alcançado pelas águas do rio Solimões, apenas houve a diminuição do tamanho dos barrancos. Porém, nas porções baixas no entorno da mancha urbana, as áreas de várzea encontravam-se submersas por mais de 4 metros de água.



Figura 35: Distância do nível das ruas para a lâmina d'água em Belém do Solimões em abril de 2015

Fonte: Acervo NEPECAB, 2015 – Fotografia: Heitor Pinheiro, 2015

Estando relativamente para as distâncias amazônicas, próximo a tríplice fronteira, neste momento havia pouca ou quase nenhuma chuva significativa na região de Belém do Solimões. Apenas chuvas esparsas com ventos fortes soprando de nordeste, facilmente eram intercaladas por momentos de forte insolação. Foi feito para representar da formação das chuvas, recortes temporais em *time lapse*, buscando analisar as correntes de ar que traziam a precipitação.



Figura 36: Formação de temporal em Belém do Solimões – abril de 2015

Fonte: Acervo NEPECAB, 2015 – Fotografia: Heitor Pinheiro, 2015

Ressalta-se que esta descrição espaço-temporal se fez de montante (Benjamin Constant) para jusante (Campo Alegre) do rio Solimões, temporalmente a partir do dia 15 de abril até dia 21 do mesmo mês. Culminando em Campo Alegre, esta visita teve como objetivo identificar as forma de vulnerabilidade próximas ao pico da cheia. Com esta visita, ficou claro que Belém do Solimões não é vulnerável a eventos de cheias extremas, porém a diminuição das chuvas prejudica diretamente a sua população, principalmente as mais afastadas dos cursos d'água.

Neste momento ainda em Belém do Solimões o acesso à água potável e de uso doméstico não se mostrava um problema grave. Como o nível do rio Solimões ainda próximo a mancha urbana, além dos igarapés e olhos d'água com água farta, muitas fontes eram utilizados para os serviços diários.

Ainda neste mês de Abril, Campo Alegre encontrava-se parcialmente inundada pelas águas do Igarapé da Rita. As regiões naturalmente alagáveis em épocas de cheias, a tempos encontravam-se submersas. Iniciam-se neste momento em Campo Alegre as dificuldades referentes ao saneamento básico. Possuindo habitações já isoladas das porções de terra, as

necessidades físicas humanas (fezes principalmente), quando não realizadas pelas brechas nas casas, geram a necessidade de deslocamentos para áreas de terra firme.

Neste mesmo momento, as famílias se reuniam para preparar a “farinhada”, coletando as últimas mandiocas dos roçados mais altos, preparando grande quantidades deste alimento que será estocado e consumido até a próxima vazante. O processo de coleta se fazia de maneira rápida e coletiva devido a subida acelerada e inesperada do nível da água do rio Solimões, alcançando as produções mais altas momentos antes do esperado.



Figura 37: Frente da Vila de Campo Alegre parcialmente inundada – Abril de 2015



Figura 38: Produção de farinha d'água – Abril de 2015

Fonte: Acervo NEPECAB, 2015 – Fotografia: Heitor Pinheiro, 2015

A situação de Campo Alegre neste mês era próxima ao pico de vulnerabilidade hidrológica da cheia, a porção sul da vila encontrava-se predominantemente inundada. As ruas se transformaram em caminho sobre as águas e a divisão geográfica entre as vilas de Campo Alegre e Vila Independente se fazia pelas águas negras do Igarapé da Rita.



Figura 39: Porção Sul de Campo Alegre Inundada em Abril de 2015

Fonte: Acervo NEPECAB, 2015 – Fotografia: Heitor Pinheiro, 2015

As porções mais altas de Campo Alegre, atingidas somente em cheias extremas começavam a ser tomadas pelas águas. Estas águas vinham dos quintais inundando primeiro o fundo das casas e por conseguinte as ruas. Para a ligação das habitações com as partes ainda não inundadas, eram utilizados postes elétricos inutilizados (postes verdes), pontes e canoas.



Figura 40: Início da Inundação em Campo Alegre, Abril de 2015

Fonte: Acervo NEPECAB, 2015 – Fotografia: Heitor Pinheiro, 2015

Para o mês de Maio, segundo Vergara & Espinoza (p.04. 2015), o *pacífico equatorial central*, a região Niño 3.4 apresentou anomalias positivas de TSM de 1.0°C e mostrou anomalias positivas de TSM de 2.4° C em média, com um ligeiro aumento respectivo ao mês anterior. Assim mesmo, a região do *pacífico equatorial Leste* (Niño 1+2) em média, com um aumento de 1.0°C a respeito do mês anterior. Em geral, o *Pacífico Equatorial* apresentou condições quentes moderadas a quentes fortes. Neste momento já foi possível observar um aumento mais considerável das temperaturas de TSM.

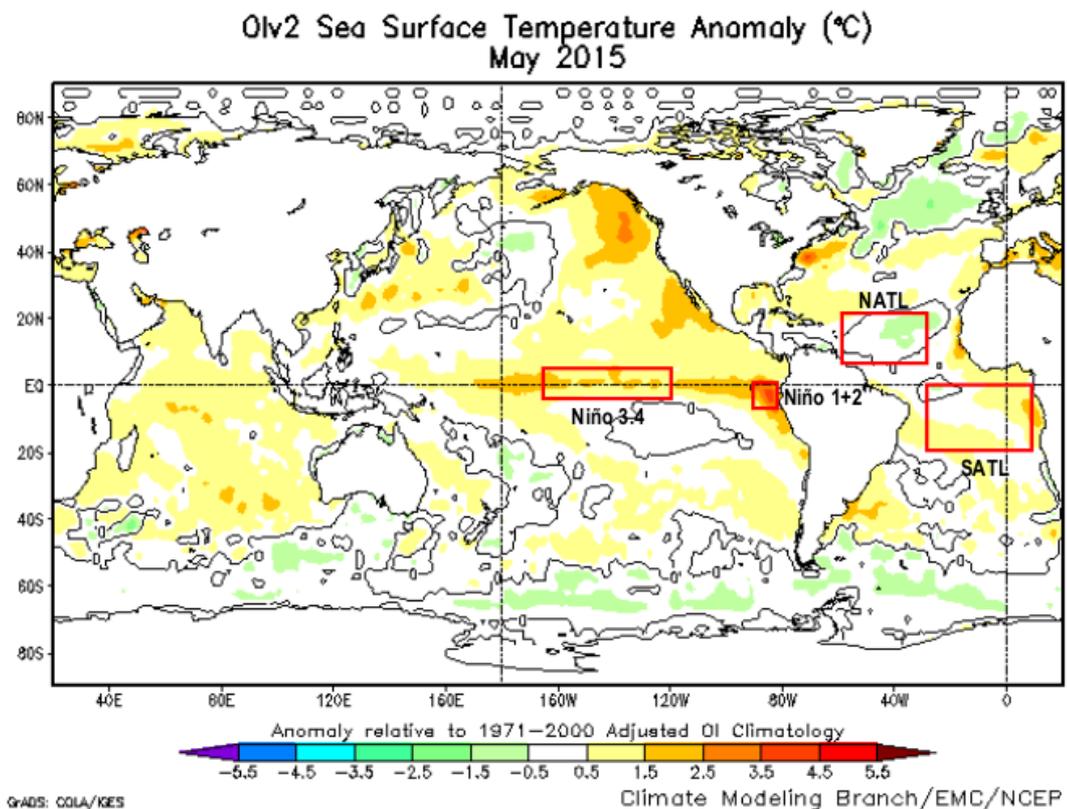


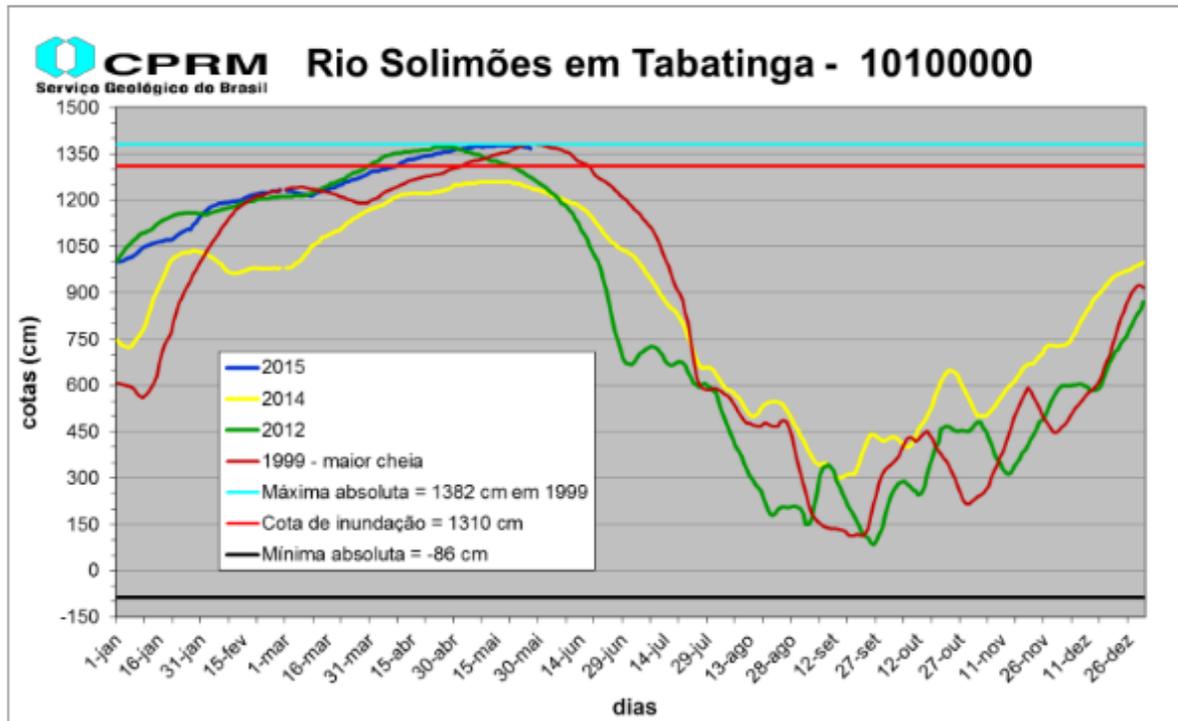
Figura 41: Anomalias de TSM do mês de maio de 2015

Fonte: Informe Mensal de Maio de 2015

Em maio, o nível das águas no Alto Solimões encontrava-se no máximo registrado no ano, possuindo um pico de cheia temporalmente anterior ao ano de 1999, chegando ao mesmo limiar de cota. Ultrapassando os 13,50 metros de altura da lâmina d'água, este momento do regime hidrológico foi o pico de vulnerabilidade para as populações que vivem em regiões de risco hidrológico, caracterizado por todas as estações, do Alto Solimões ao Baixo Amazonas, em cota de inundação. Os contribuintes a Sul da calha em seu momento de vazante e os de

Norte ainda em momento de enchente.

Este evento extremo de cheia registrado, não se localizou somente para o Alto Solimões impactando toda a calha do Solimões/Amazonas. Na Figura 42 é possível observar a cota para a estação de Tabatinga neste mês.



Cota em 29/05/2015: 13,65 m

Figura 42: Gráfico de cota para estação de Tabatinga em 29/05/2015

Fonte: Boletim do CPRM, 2015

Para as condições pluviométricas, o mês de maio caracterizou uma divisão das chuvas de norte para sul da Amazônia brasileira. Onde, houve um aumento das precipitações no norte e diminuição no Sul, chegando a 500 mm de precipitação em São Gabriel da Cachoeira. Porém, no ano de 2015, a precipitação observada foi inferior ao mínimo climatológico em toda Amazônia brasileira. Com uma anomalia de 2.4°C de TSM na região Niño 1+2, pode se fazer comparações entre pouca pluviosidade e início de um forte El Niño no momento das águas altas. No Alto Solimões, ainda apresentando uma quantidade de chuva regular para o momento, a quantidade de precipitação variou de 150 mm a 250 mm acumulados. Esta informação pode ser observada na Figura 43.

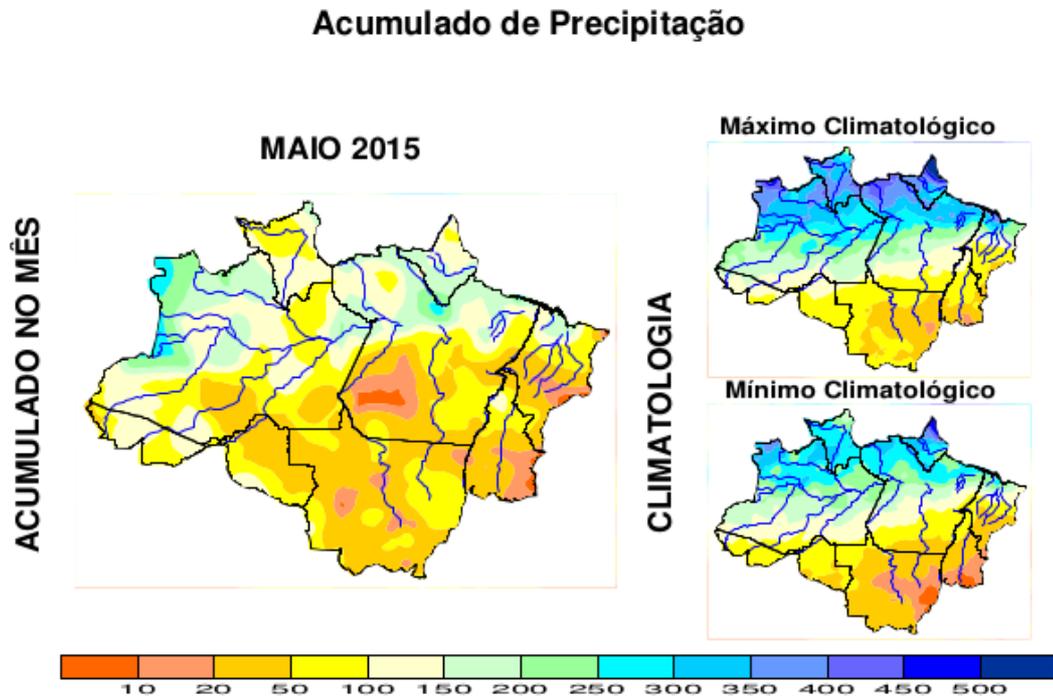


Figura 02 (a, b, c) – Precipitação acumulada para 26 dias do mês de maio na Amazônia Legal.

Fonte: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov> (dados processados na DivMet –MN)

Figura 43: Acumulado de precipitação para o mês de maio

Fonte: Boletim CPRM, 2015

Em Maio, segundo Vergara & Espinoza (2015, p.09), se observaram anomalias de precipitação inferiores ao normal em grande parte da bacia Amazônica (anomalias negativas inferiores a 150 mm/mês). Por outro lado, se mostrou a presença de anomalias positivas de precipitação no norte da região Andino-Amazônica (parte da bacia do Marañon e da Amazônia Equatoriana) e sudoeste (nascente do rio Ucayali, parte da bacia Madre de Dios e Amazônia Boliviana), da bacia Amazônica (anomalias positivas inferiores a 100 mm/mês).

No mês de Junho, o nível das águas do rio Solimões baixava e com isso as marcas desta última grande cheia apareciam pelas cidades e vilas. Em Benjamin Constant começava o processo de desmontagem das pontes e marombas que constituíam uma ampla rede de locais trafegáveis no centro. Com a descida das águas, muito lixo se acumulada nas ruas, junto a grande quantidade de macrófitas (plantas aquáticas) que tomavam as vias da cidade trazidas pela força da correnteza. Neste momento ainda existiam pontos alagados na mancha urbana, porém o pior já passara.



Figura 44: Macrófitas a frente da UBS em Benjamin Constant – Junho de 2015

Fonte: Acervo NEPECAB, 2015 – Fotografia: Heitor Pinheiro, 2015

Em Belém do Solimões, as ruas antes cobertas pelo solo seco escavado e por poeira da instalação do sistema de abastecimento de água, eram substituídas por um solo molhado, bastante escorregadio e coberto por lama. No início do ano de 2015, em Belém do Solimões era instalado um sistema de canos de água fria para a distribuição de água potável. Com a obra não terminada, eram encontrados por todas as ruas do centro valas cobertas por latossolo silte argiloso. Com a quantidade de chuvas ocorridas, estas partes escavadas para a instalação do encanamento de água, espalhavam lama pelas ruas cobrindo o pouco asfalto restante das vias.



Figura 45: Obra de encanamento de água fria em Junho de 2015

Fonte: Acervo NEPECAB, 2015 – Fotografia: Heitor Pinheiro, 2015

Mesmo com o nível das águas dos rios em plena descida, seu nível ainda se encontrava alto no porto de Belém do Solimões. As águas desta grande cheia, chegaram a 4 metros abaixo, aproximadamente, do nível das ruas, não apresentando perigos de inundação a população da vila.



Figura 46: Porto de Belém do Solimões e nível das águas em junho de 2015

Fonte: Acervo NEPECAB, 2015 – Fotografia: Heitor Pinheiro, 2015

Em Campo Alegre, mesmo com a descida bastante acentuada do nível das águas, parte da mancha urbana desta vila ainda encontrava-se submersa. As partes de média altitude da mancha urbana estavam no processo de vazante, onde, as águas que cobriam as ruas e quintais voltava para o curso do Igarapé da Rita. Na porção sul da vila eram as águas negras do igarapé da Rita e na porção nordeste, as águas brancas do rio Solimões.



Figura 47: Porção Oeste da Vila de Campo Alegre em Junho de 2015

Fonte: Acervo NEPECAB, 2015 – Fotografia: Heitor Pinheiro, 2015

Em certos pontos isolados, mais altos da mancha urbana, eram encontrados solos encharcados porém fora do nível de alagação e repletos de sedimento deixados pelas águas altas cobriam grande parte da região. As marcas do nível excepcional do nível das águas estavam presentes em grande parte das casas em locais vulneráveis, somente próximo a escola estadual de Campo Alegre existem terrenos que não sofreram alagações na cheia de 2015. Esta pequena porção segura do espaço da vila representa menos de 5% de toda mancha urbana e possui habitações de alvenaria.



Figura 48: Solos encharcados em Campo Alegre – junho de 2015

Fonte: Acervo NEPECAB, 2015 – Fotografia: Heitor Pinheiro, 2015

Para o mês de Junho, Segundo Vergara & Espinoza (2015, p.04), o *Pacífico equatorial central*, a região Niño 3.4 mostrou anomalias positivas de 1.3°C em média, com um ligeiro aumento a respeito do mês anterior. Mesmo assim, a região do *Pacífico equatorial Leste* (Niño 1+2) mostrou anomalias positivas de TSM de 2.5°C em média, com um aumento de 0.1°C a respeito do mês anterior. Em geral, o *Pacífico equatorial* apresentou condições quentes moderadas a quentes fortes.

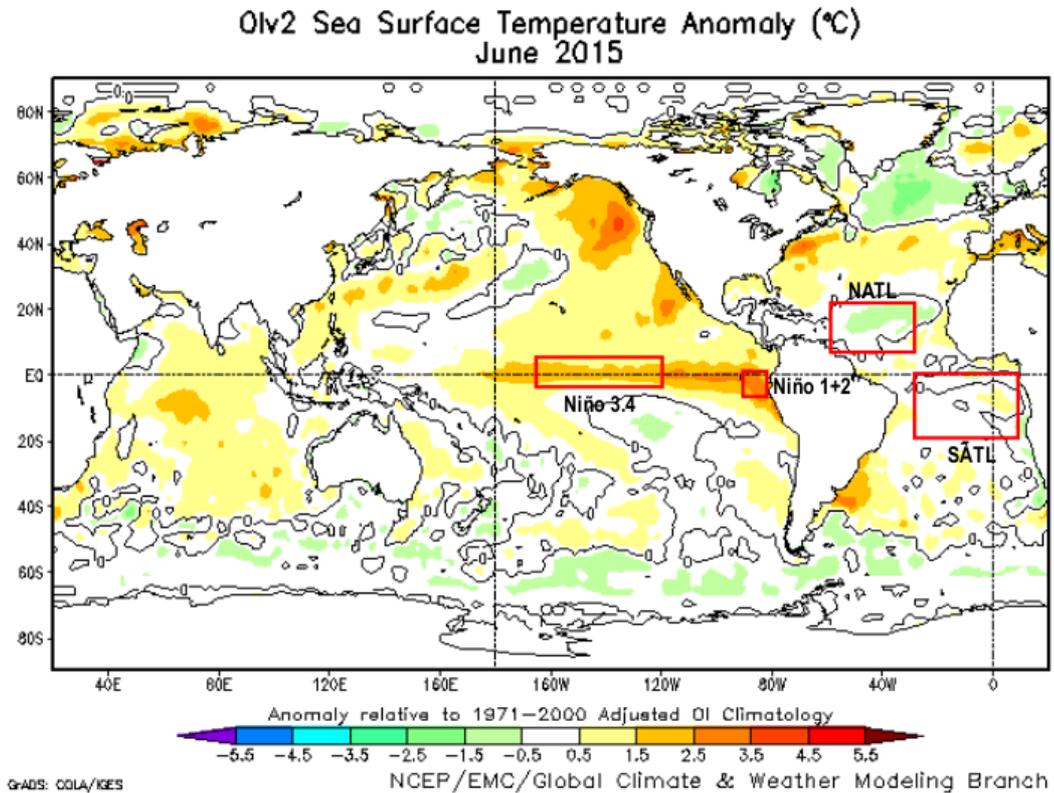
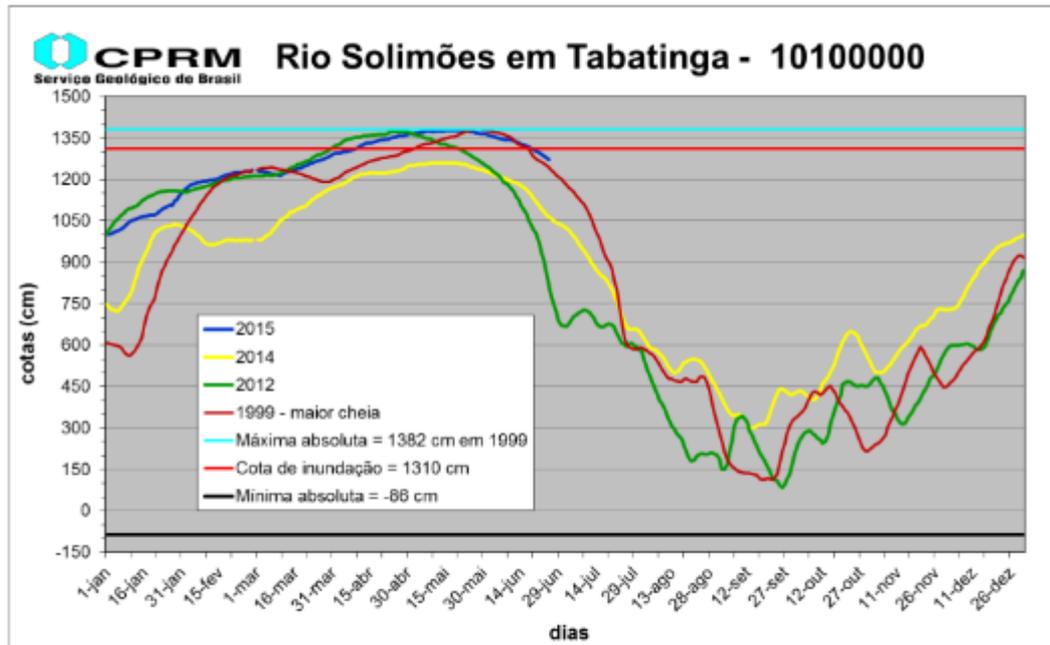


Figura 49: Anomalias de TSM do mês de junho de 2015

Fonte: Informe Mensal de Junho de 2015

Neste mês de junho, para a estação de Tabatinga, o momento hidrológico era o início da vazante. Com uma descida acentuada e com níveis da lâmina d'água acima da cheia de 1999, este momento é caracterizado pelo surgimento das paisagens pós inundações. Onde, inicia-se o cotidiano de limpeza e reconstrução de habitações e estruturas danificadas pelas águas altas.

Após este momento do regime, para o Alto Solimões, se preparou uma grande seca levando de 3 a 4 meses para se consolidar. O gráfico da situação hidrológica para este mês pode ser visto na figura 50.



Cota em 25/06/2015: 12,72 m

Figura 50: Gráfico de cota para estação de Tabatinga

Fonte: Boletim CPRM, 2015

As condições pluviométricas neste mês, apresentavam uma diminuição na pluviosidade em toda Amazônia brasileira. Com baixa precipitação, aproximadamente 10 mm a 20 mm em grande parte da região. Para o Alto Solimões, os níveis de precipitação encontravam-se entre 100 mm e 200 mm, ainda com condições um pouco acima da mínima climatológica.

Para o Alto/Alto Solimões no caso das vilas estudadas, as condições de chuva registradas num meio termo entre o máximo e o mínimo climatológico, porém concentrando-se apenas no entorno da tríplice fronteira. Estas condições de pouca chuva na região fortalecem a diminuição rápida no nível das águas. Esta diminuição deve-se acentuar nos meses seguintes, caracterizados pelo momento de estiagem. Pode-se visualizar a situação da pluviosidade na região na Figura 51.

Acumulado de Precipitação

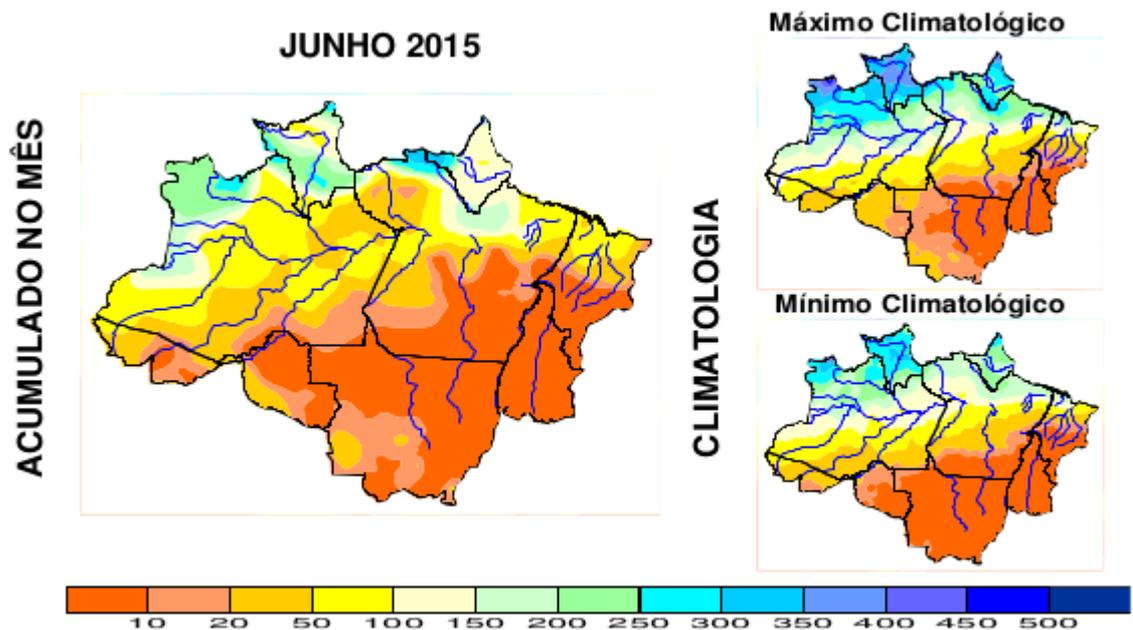


Figura 02 (a, b, c) – Precipitação acumulada para 23 dias do mês de junho na Amazônia Legal.

Fonte: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov> (dados processados na DivMet –MN)

Figura 51: Acumulado de precipitação para o mês de junho

Fonte: Boletim do CPRM, 2015

Segundo Vergara & Espinoza (2015, p.09), neste mês, se apresentou anomalias negativas de precipitação no norte da bacia Amazônica (principalmente na Amazônia Equatoriana, Colombiana e ao redor da bacia do Branco) incluindo o norte da Amazônia Peruana. Por outro lado, se observou anomalias neutras em grande parte da bacia Sul Amazônica, incluindo o sul da Amazônia peruana.

A baixa pluviosidade nas cabeceiras contribui para a diminuição rápida da lâmina d'água e por conseguinte numa forte seca. Neste momento começou a ficar claro alguns efeitos das anomalias positivas da TSM, na falta de chuvas e em fortes estiagens na região Amazônica.

Para o mês de julho, segundo Vergara & Espinoza (2015, p.04), o Pacífico equatorial central, a região Niño 3.4 apresentou anomalias positivas de TSM de 1.6° C em média, com um ligeiro aumento em respeito ao mês anterior. Assim mesmo, a região do pacífico equatorial Leste (Niño 1+2) mostrou anomalias positivas de 2.9° C em média, em relação ao

mês anterior, apresentou um acréscimo de 0,4°C. Em geral, condições quentes de magnitude forte.

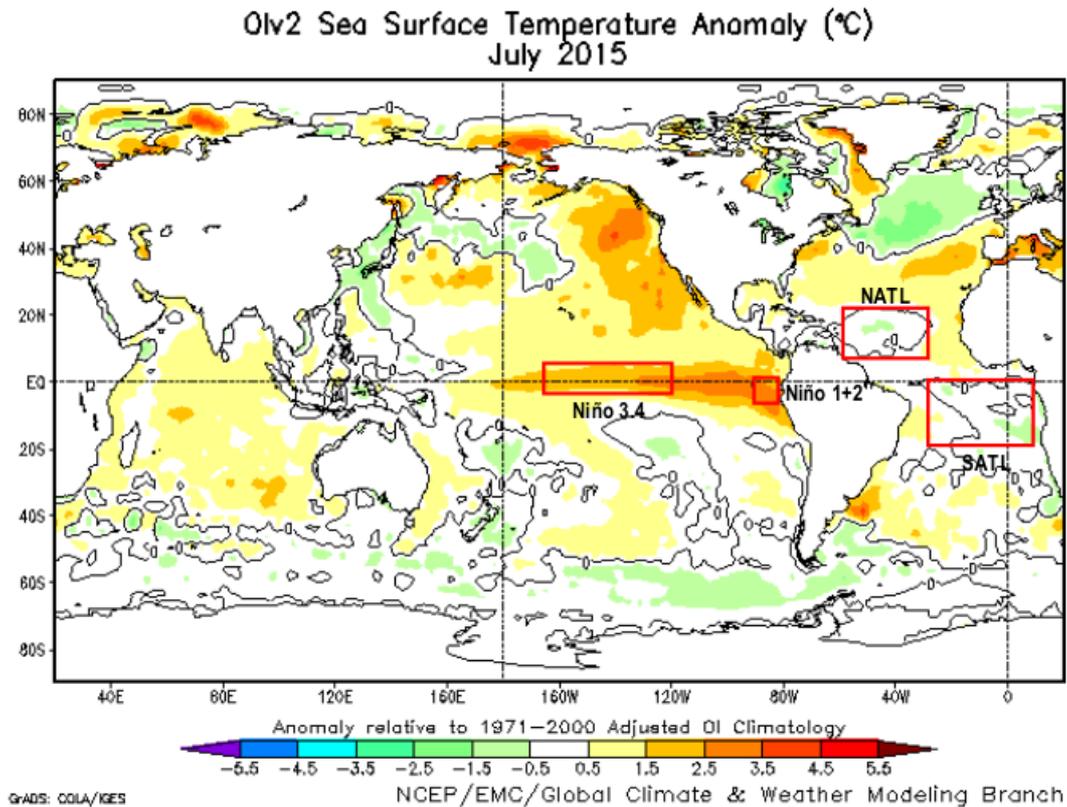
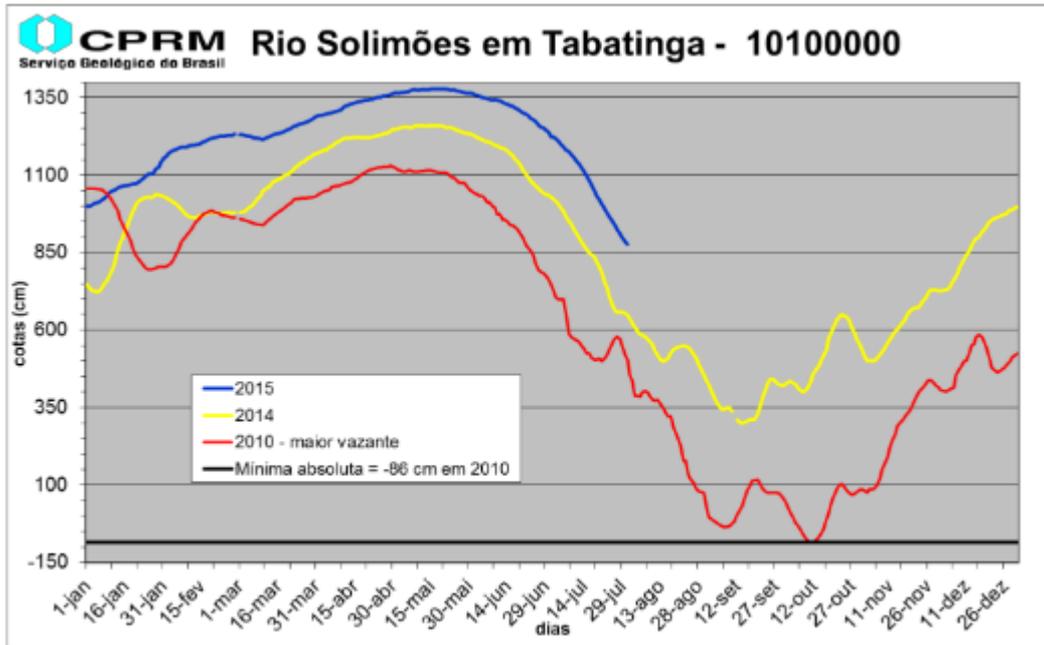


Figura 52: Anomalias de TSM do mês de Julho de 2015

Fonte: Informe Mensal de Julho de 2015

Hidrologicamente, o Alto Solimões encontrava-se na metade da vazante e algumas estações no Baixo Amazonas ainda estavam acima da cota de inundação, isso devido à velocidade do pulso de inundação. Mesmo com uma descida acentuada, a lâmina d'água no final do mês de julho ainda se encontrava quase 2 metros acima mesmo mês no ano de 2014. Essa descida é normal, porém com níveis da lâmina d'água acima da cota média. Até o momento não indicava-se uma grande seca, necessitando apenas de condições de baixa pluviosidade para se consolidar. Estando longe do nível d'água da maior vazante para a região, no ano de 2010, iniciava-se o distanciamento dos rios e diminuição do lençol freático. As condições para uma seca extrema seriam pouco evidentes caso não fosse um ano de El Niño, o que fortaleceu níveis baixos da lâmina d'água foi a baixa pluviosidade em outros locais da bacia. Na tríplice fonteira, altos níveis de pluviosidade ainda eram encontrados. Abaixo na Figura 53, pode-se observar esta situação de cota no mês de julho.



Cota em 31/07/2015: 8,76 m

Figura 53: Gráfico de cota par a estação de Tabatinga

Fonte: Boletim CPRM, 2015

Neste momento, climatologicamente, segundo Vergara & Espinoza (2015, p.09), a magnitude das precipitações esteve abaixo do normal (anomalias de -6mm/dia em média) em grande parte da região central e norte da bacia amazônica, do mesmo modo em grande parte da Amazônia peruana principalmente a bacia do Marañón. Na região sul da bacia Amazônia, principalmente la região da Amazônia boliviana, apresentam anomalias positivas de precipitação, do mesmo modo, mas em menor magnitude, na região de tríplice fronteira Perú-Colômbia-Brasil. Isto pode ser observado na Figura 54.

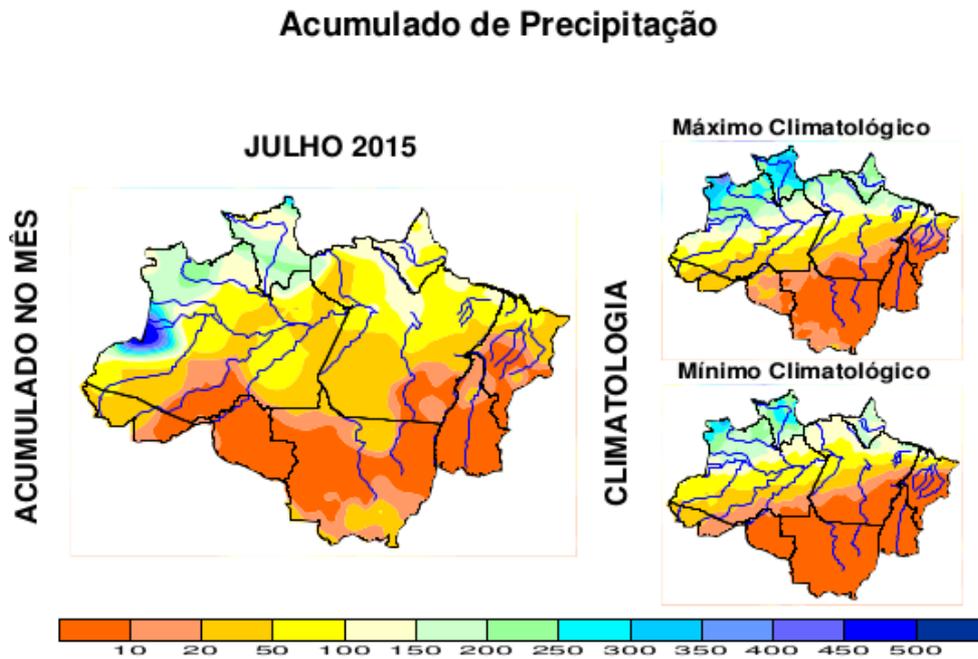


Figura 02 (a, b, c) – Precipitação acumulada para 28 dias para o mês de julho na Amazônia Legal.

Fonte: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov> (dados processados na DivMet –MN)

Figura 54: Acumulado de precipitação para o mês de julho

Fonte: Boletim do CPRM, 2015

Mesmo com as condições anômalas de chuva, acima do máximo climatológico do Alto Solimões para este mês, esta condição não foi suficiente para forçar uma mudança na velocidade da descida das águas. Porém, pelo lado da segurança hidroclimatológica, este mês apresentou condições ótimas para a captação de água da chuva e estoque para os momentos reais de seca nos meses seguintes para a região do Alto Solimões. Isto, reforça a hipótese da Prof. Dra. Josyane Ronchail no campo de abril de 2015, de que, se sistemas de captação de água da chuva, eficazes, não são possíveis no Alto Solimões, não são possíveis em lugar algum do mundo.

Agosto, hidroclimatologicamente, é um mês bastante difícil para a obtenção de água potável e para os serviços diários. A diminuição da quantidade de chuvas em toda Amazônia tem seus efeitos no cotidiano e na qualidade de vida das populações vulneráveis a hidroclimatologia.

Este mês é um ponto crucial para o início das plantações, isto para que haja uma coleta de mandioca de seis a sete meses depois (Fevereiro/Março). Neste ano atípico, o nível das

águas ainda não possibilitavam no final de julho os preparativos para plantações, tendo um impacto evidente na produção de farinha e outros cultivos. Assim, as plantações de várzea foram comprometidas temporalmente, por um evento atípico, onde, a não descida a tempo do nível das águas foi o agente causador deste distúrbio.

Em Tabatinga, as águas do rio Solimões desciam e expunham as escadarias da “beira”, ainda não aparecendo as várzeas características da região. Benjamin Constant, voltava a normalidade com impactos do nível das águas no período da cheia, porém com um cotidiano normal de uma população acostumada ao regime. Neste período, as águas se afastam aumentando as distâncias dos cursos d’água, mesmo que ainda não impactantes.

Em Belém do Solimões, os taludes aparecem em seu verdadeiro tamanho, expondo as várzeas e o antigo leito do rio Solimões. Regiões antes encobertas pelo nível excepcional das águas mudam e a paisagem se modifica. Aumentam também as dificuldades de obtenção de água potável. Mesmo assim, condições amenas de pluviosidade ocorrem, despejando cerca de 50 mm de chuva na região. Não tão frequentes como nos momentos mais chuvosos, tempestades ainda se formam levando água potável para região.

Abaixo pode-se observar na Figura 55, o nível máximo do rio Solimões para região de entorno da vila de Belém do Solimões, esta imagem representa a porção vulnerável a hidroclimatologia, indicada na primeira parte do terceiro capítulo. Ainda muito distante do nível das ruas da mancha urbana da vila, esta imagem mostra a grande amplitude do nível das águas.



Figura 55: Nível das águas altas acima das várzeas de Belém do Solimões – Agosto de 2015

Fonte: Acervo NEPECAB, 2015 – Fotografia: Heitor Pinheiro, 2015

Em Campo Alegre o igarapé da Rita ainda está navegável, com a água distanciando-se, começa a surgir pequenas porções de terra onde apenas havia água na cheia. Mesmo com a abundante oferta de água do igarapé da Rita, esta serve apenas para as atividades domésticas. Sendo comum encontrar pessoas tomando banho e carregando baldes para as habitações.



Figura 56: Igarapé da Rita em Agosto de 2015

Fonte: Acervo NEPECAB, 2015 – Fotografia: Heitor Pinheiro, 2015

Com o problema de acesso à água para o uso doméstico, nas habitações distantes do igarapé da Rita, a necessidade de água próxima força a população a cavar cacimbas. Estas não só para agosto, mas, para setembro e outubro, onde o nível das águas estará no mínimo. As cacimbas, muitas vezes estão localizadas próximas a fossas negras tendo no máximo 4 metros de profundidade. A água coletada nestas estruturas é de baixa qualidade, com bastante sedimento como em Campo Alegre. A principal utilidade desta água são as atividades domésticas inclusive, lavar louças, roupas.



Figura 57: Construção de uma cacimba em Campo Alegre, Agosto de 2015

Fonte: Acervo NEPECAB, 2015 – Fotografia: Heitor Pinheiro, 2015

Ressalta-se, mesmo com a disponibilidade de captação de água da chuva, os sistemas com esta finalidade não suprem as necessidades. Adaptações a estes sistemas captação e armazenamento, possuem baixo custo, são de fácil manutenção e instalação. Se implantados em centros comunitários, escolas e infraestruturas com telhado grande (como em igrejas), tem a capacidade de melhorar a qualidade de vida. No tópico 3.2, será apresentado dois modelos de projeto para captação de água da chuva, uma proposta com filtro artesanal e ou industrializado, projetados levando em consideração elementos da hidroclimatologia local.

Em contra partida da falta de água potável, neste mês há a fartura de peixes, devido o baixo nível das águas. As marcas da última grande cheia começam a desaparecer dando lugar a uma normalidade das atividades urbanas. Pôde-se perceber que as reservas familiares de água potável em Campo Alegre estavam se esgotando. Surgindo a necessidade de adaptação e resistência dos moradores, mesmo assim, a seca ainda não era impactante para o cotidiano.



Figura 58: Rua principal de Campo Alegre, inundada de abril a junho – Agosto de 2015

Fonte: Acervo NEPECAB, 2015 – Fotografia: Heitor Pinheiro, 2015

No mês de agosto, segundo Vergara & Espinoza (2015, p.09), o *Pacífico equatorial central*, a região Niño 3.4 mostrou anomalias positivas de TSM de $2.1^{\circ} C$ em média, com um ligeiro aumento a respeito do mês anterior. Do mesmo modo, a região do *Pacífico equatorial Leste* (Niño 1+2) mostrou anomalias positivas de TSM de $2.3^{\circ} C$ em média, a respeito do mês anterior, apresentou um decréscimo de $0.6^{\circ} C$. Em geral o *Pacífico equatorial* apresentou condições quentes de magnitude forte.

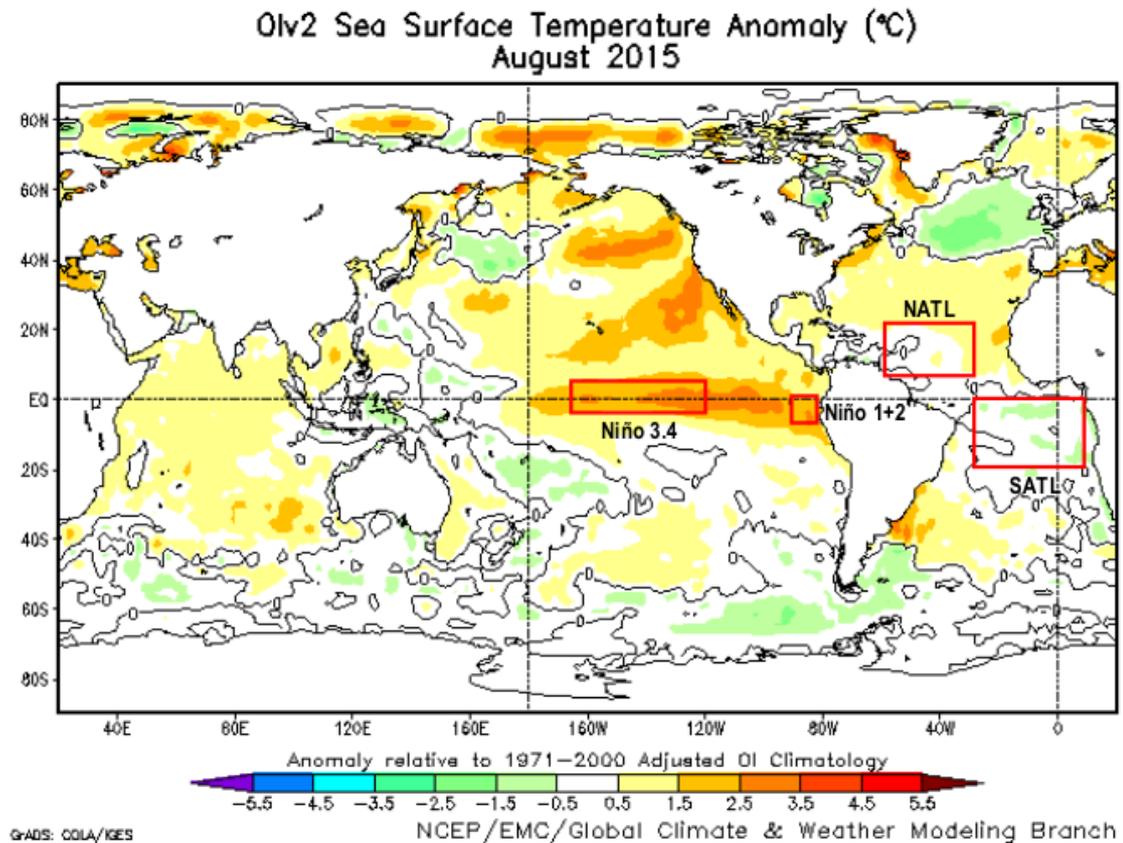
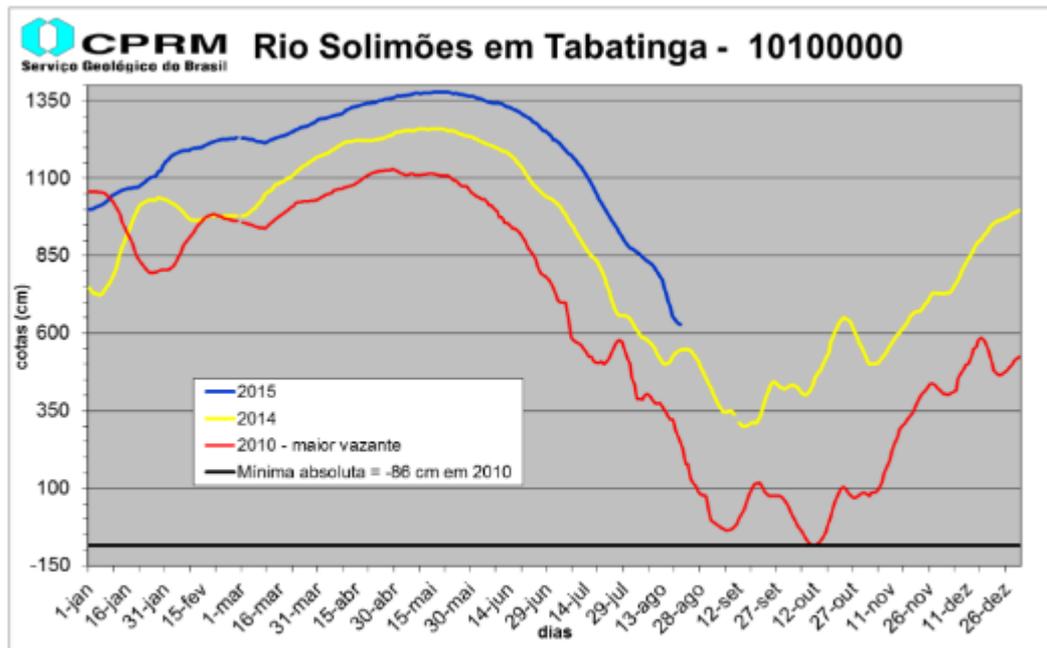


Figura 59: Anomalias de TSM do mês de Agosto de 2015

Fonte: Informe Mensal de Agosto de 2015

Em Agosto, a cota para a estação de Tabatinga, encontrava-se em plena descida, ainda acima do ano de 2014 e distante da maior vazante de 2010. Este mês não representou o pico da seca, porém um dos momentos de menor quantidade de chuvas e início da vulnerabilidade hidroclimatológica no Alto Solimões.

O mês de agosto foi o penúltimo mês da vazante para a região estudada, com altas temperaturas e com um nível bastante baixo da cota hidrológica. A partir deste momento já se pode visualizar a mudança da paisagem, que se encontra ressecada pelas altas temperaturas e pela baixa pluviosidade. Abaixo na Figura 60, representa a cota hidrológica da régua de Tabatinga.



Cota em 20/08/2015: 6,29 m

Figura 60: Gráfico de cota para estação de Tabatinga

Fonte: Boletim CPRM, 2015

As condições de pluviosidade, como já indicado anteriormente, chegaram próximo ao zero. Neste momento do ano, começam as dificuldades de se obter água potável e a distância dos cursos d'água aumentam a vulnerabilidade. Com um acumulado máximo não ultrapassando os 10 mm a 50 mm em grande parte da Amazônia brasileira é o período de maior calor na região, sendo possivelmente agravado pelos efeitos do El Niño de 2015.

Abaixo na Figura 61, a realidade das chuvas pode ser observada pelo mapa de acumulado de precipitação para o mês.

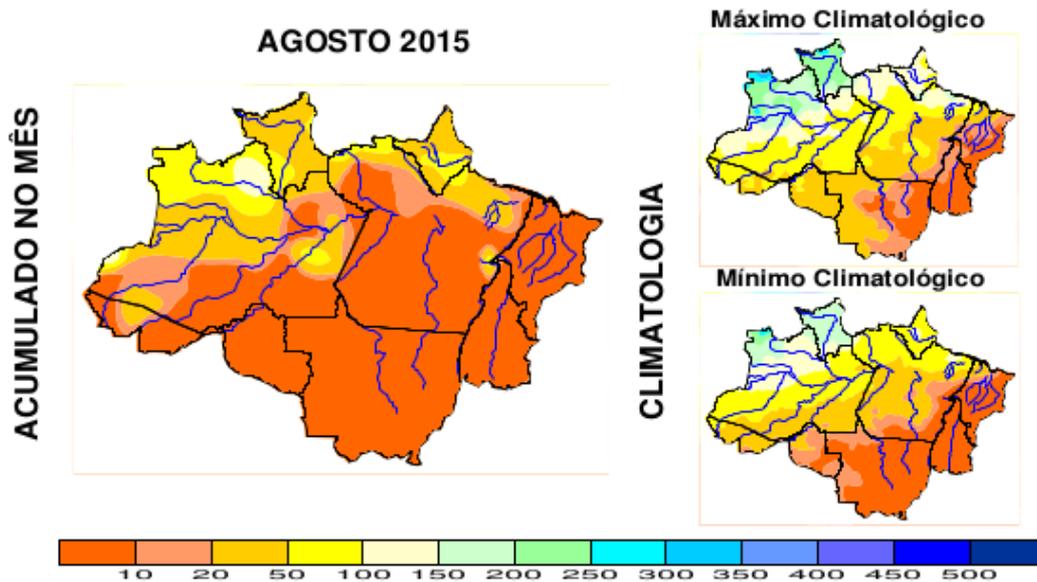


Figura 02 (a, b, c) – Precipitação acumulada para 18 dias para o mês de agosto na Amazônia Legal.

Fonte: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov> (dados processados na DivMet –MN)

Figura 61: Acumulado de precipitação para o mês de agosto

Fonte: Boletim do CPRM, 2015

Neste período, para Vergara & Espinoza (p. 09. 2015), *a magnitude das precipitações esteve abaixo do normal (anomalias de -6mm/dia em média) em grande parte da região central e norte da bacia Amazônica, assim, também em grande parte da Amazônia peruana principalmente a bacia do Tigre, Napo e Marañon. Na região sul da bacia Amazônica, principalmente na Amazônia boliviana e parte da bacia Madre de Dios, apresentaram anomalias positivas de precipitação, do mesmo modo, mas em menor magnitude, ao leste da região da tríplice fronteira Perú-Colômbia-Brasil.*

Não é possível observar as anomalias de precipitação, acima ou abaixo do máximo ou mínimo climatológico, com dados desagregados fora da porção brasileira da amazônia, com dados brasileiros. Mas pode-se afirmar que a falta de chuva não foi igualmente dividida por todas as calhas dos rios. Isso mostra que os impactos do El Niño não são similares em todas as partes da Amazônia. Influenciando sim de forma geral, porém não levando a condições de vulnerabilidades idênticas espaçotemporalmente.

Em setembro, segundo Vergara & Espinoza (2015, p.04), *o Pacífico equatorial central, a região Niño 3.4 mostrou anomalias positivas de TSM de 2.3° C em média, com um*

ligeiro aumento a respeito do mês anterior. Do mesmo modo, a região do Pacífico equatorial leste (Niño (1+2) mostrou anomalias positivas de TSM de 2.6° C em média, a respeito do mês anterior, apresentou um acréscimo de 0,4° C. Em geral, o pacífico equatorial apresentou condições quentes de magnitude forte.

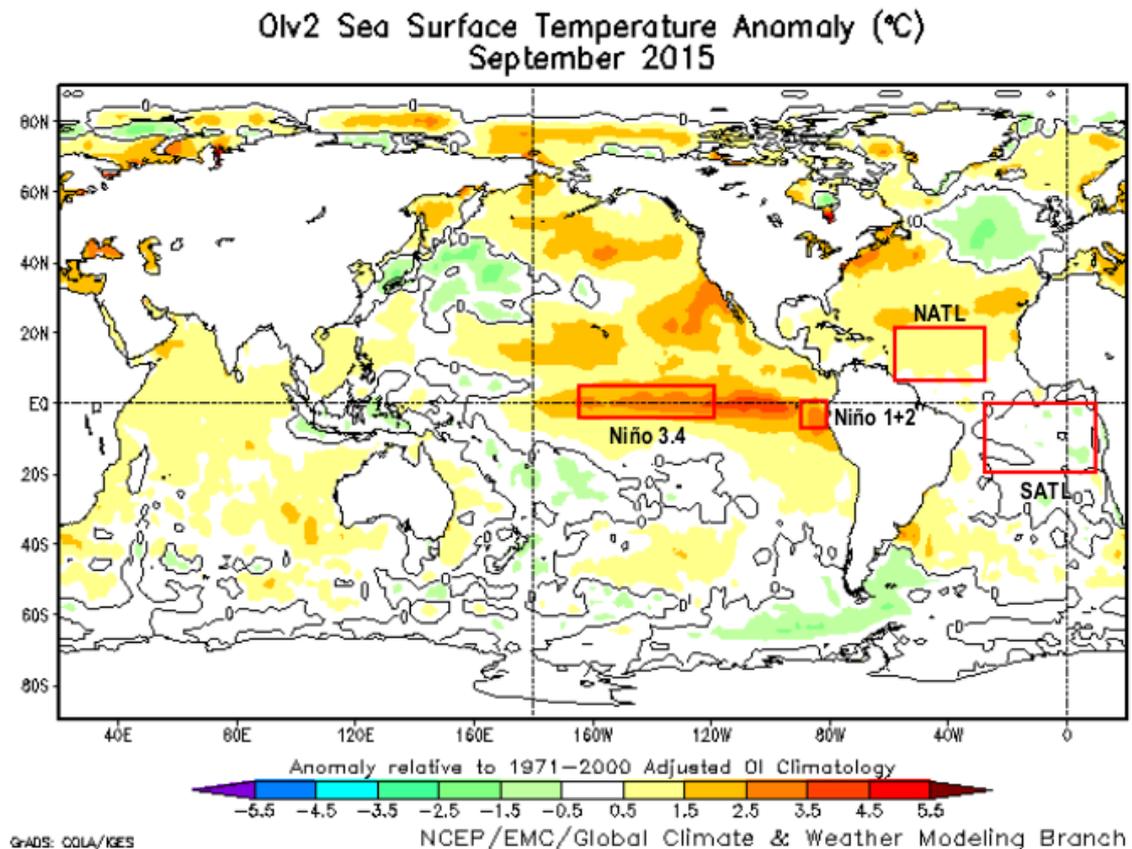


Figura 62: Anomalias de TSM do mês de Setembro de 2015

Fonte: Informe Mensal de Setembro de 2015

Neste período, houve um repiquete do rio que voltou a subir e em menos de 10 dias continuou sua descida. Neste momento, a cota do rio Solimões para a estação de Tabatinga esteve igual ao ano de 2014, diferenciando-se apenas pelo repiquete que no ano de 2014 esteve presente no mês de outubro.

Ainda muito acima da maior vazante, o nível das águas esteve baixo, impossibilitando muitos transportes, registrando vários cenários de vulnerabilidade. Neste ponto, aproximadamente 3,5 metros, as condições de navegação tornam-se vulneráveis. Abaixo a informação de cota pode ser observada por meio da Figura 63.

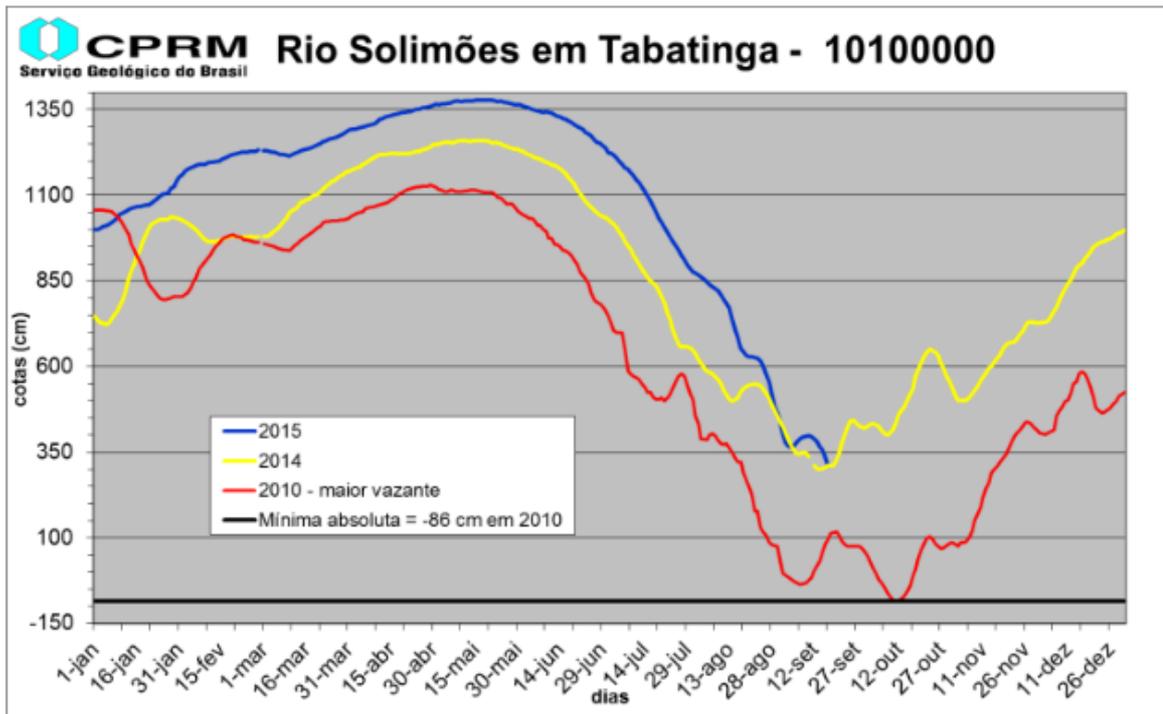


Figura 63: Gráfico de cota para estação de Tabatinga

Fonte: Boletim CPRM, 2015

Neste momento, grande porção da Amazônia estava com baixíssima pluviosidade, cerca de 10 mm no máximo, fortalecendo a descida das águas. Já para o Alto Solimões, as condições variam de 50 mm a 100 mm de precipitação, condições abaixo do mínimo climatológico e mais distantes ainda do máximo. Neste momento, mesmo com a baixa pluviosidade ainda é possível a utilização da água da chuva e em momentos de sua falta, outras fontes de água (cacimbas, poços, igarapés). Este é o mês mais seco na região e por falta de precipitação apresenta grande risco ecológico e vulnerabilidade hidroclimatológica. Abaixo a Figura 64 pode mostrar o comportamento da pluviosidade na região.

Acumulado de Precipitação

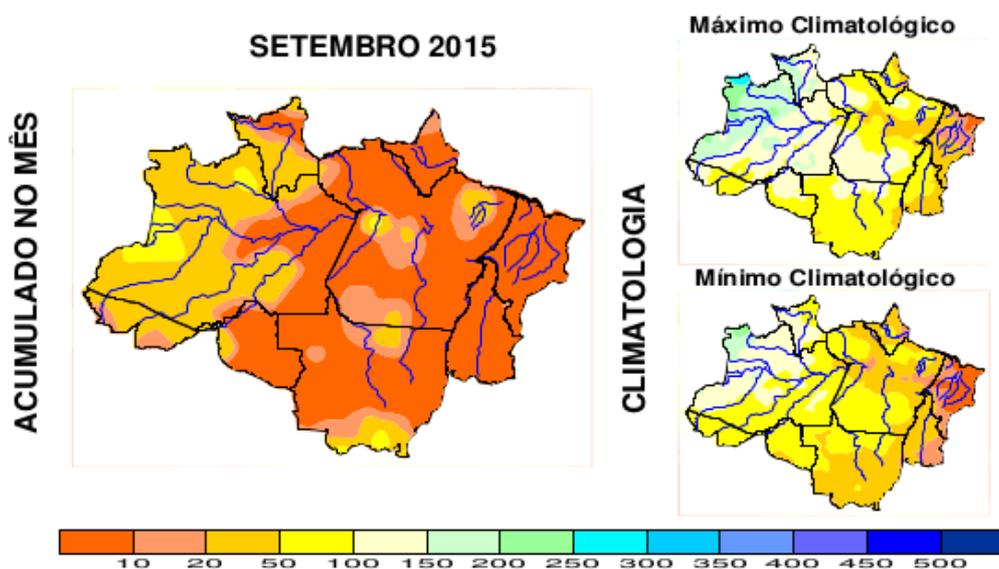


Figura 02 (a, b, c) – Precipitação acumulada para 15 dias para o mês de setembro na Amazônia Legal.

Fonte: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov> (dados processados na DivMet –MN)

Figura 64: Acumulado de precipitação para o mês de Setembro

Fonte: Boletim do CPRM, 2015

Em outubro já no pico da seca, mais uma vez a paisagem se modifica, surgem praias de areia branca e grande parte das várzeas já estão plantadas. Pode-se dizer que é o pior momento para navegação, transporte de pessoas e mercadorias. Neste mês, algumas localidades ficam isoladas dos caminhos pela água, transformando tudo mais distante. A Figura 65, se comparada ao momento de abril, indica o distanciamento do curso d'água pelo aumento do tamanho dos taludes.



Figura 65: Beira de Belém do Solimões – Outubro de 2015

Fonte: Acervo NEPECAB, 2015 – Fotografia: Heitor Pinheiro, 2015

Em Belém do Solimões, os taludes alcançam grandes altitudes, devido à distância do nível das águas dos rios. Mesmo assim, não se revelam grandes praias no entorno, apenas grandes várzeas areno-argilosa. Neste ponto, descarregar qualquer mercadoria ou transportar pessoas com necessidades especiais, torna-se um tormento. As grandes escadarias de Belém aumentam e são ajustadas a medida do possível.

Em Campo Alegre e região de entorno, as dificuldades representam uma vila que possui vulnerabilidades tanto nas cheias quanto nas secas. Isolada por via fluvial possui conexão com a hidrovia apenas por duas outras vilas. Em Campo Alegre, as grandes várzeas surgem e revelam o que antes estava encoberto pelas águas do Igarapé da Rita. Neste momento do regime, não há água corrente próximo desta vila, apenas uma ínfima lâmina d'água com menos de 5 cm onde estão todas as canoas imóveis da população.



Figura 66: Igarapé da Rita na Seca – Outubro de 2015

Fonte: Acervo NEPECAB, 2015 – Fotografia: Heitor Pinheiro, 2015

Esta seca pode ser considerada excepcional, por expor o leito do rio Solimões, ainda com seixos rolados pela correnteza do fundo. Isto caracteriza algo extremo para o regime do Alto Solimões, próximo a Campo Alegre. Sendo resultado de uma grande enchente seguida por uma grande vazante, onde, seus impactos só poderão ser observados ao decorrer do ano de 2016. A Figura 67, mostra o leito exposto do Rio Solimões, e seu canal em águas mínimas ao fundo.



Figura 67: Leito do Rio Solimões – Outubro de 2015

Fonte: Acervo NEPECAB, 2015 – Fotografia: Heitor Pinheiro, 2015

Para outubro, segundo Vergara & Espinoza (2015, p.04), o *Pacífico equatorial*, a região Niño 3.4 mostrou anomalias positivas de TSM de $2.5^{\circ} C$ em média, com um ligeiro aumento a respeito ao mês anterior. Assim mesmo, a região do *Pacífico equatorial Leste* (Niño 1+2) mostrou anomalias positivas de TSM de $2.5^{\circ} C$ em média, a respeito do mês anterior, apresentou um decréscimo de $-0.1^{\circ}C$. No geral, o *Pacífico equatorial* apresentou condições quentes de forte magnitude.

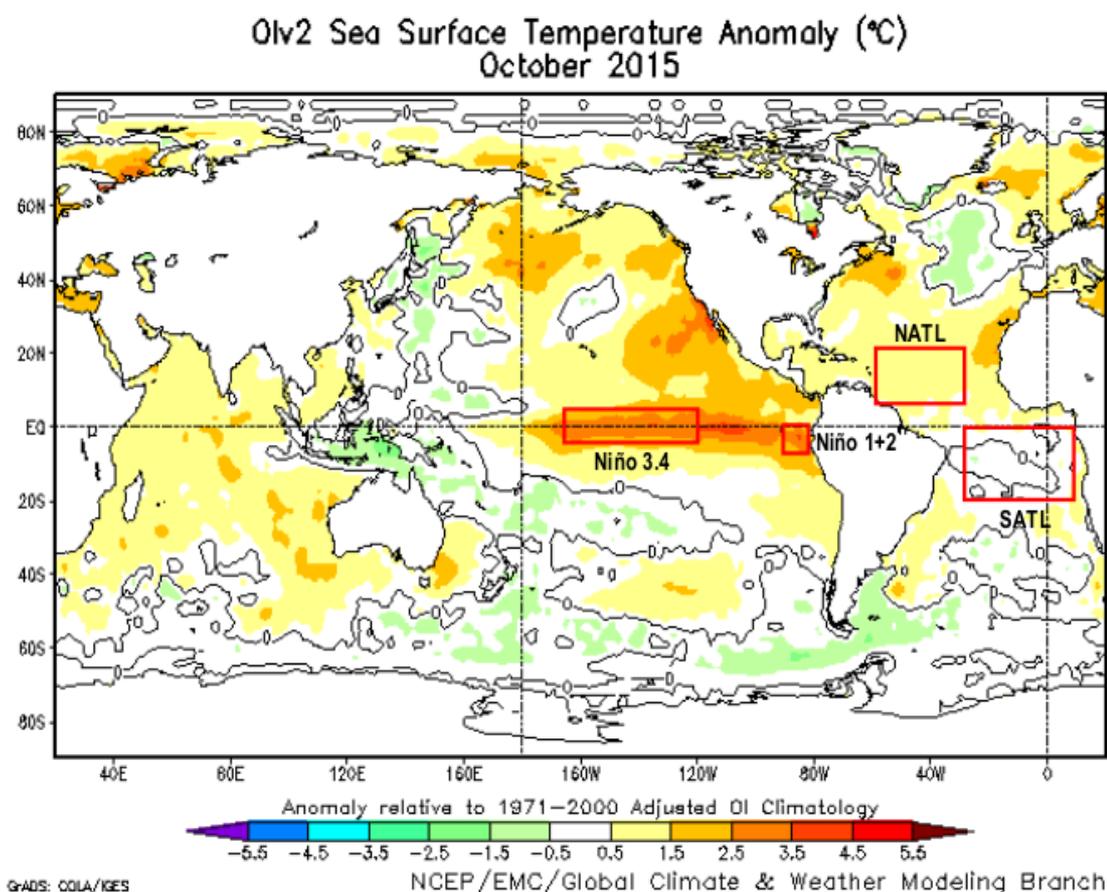


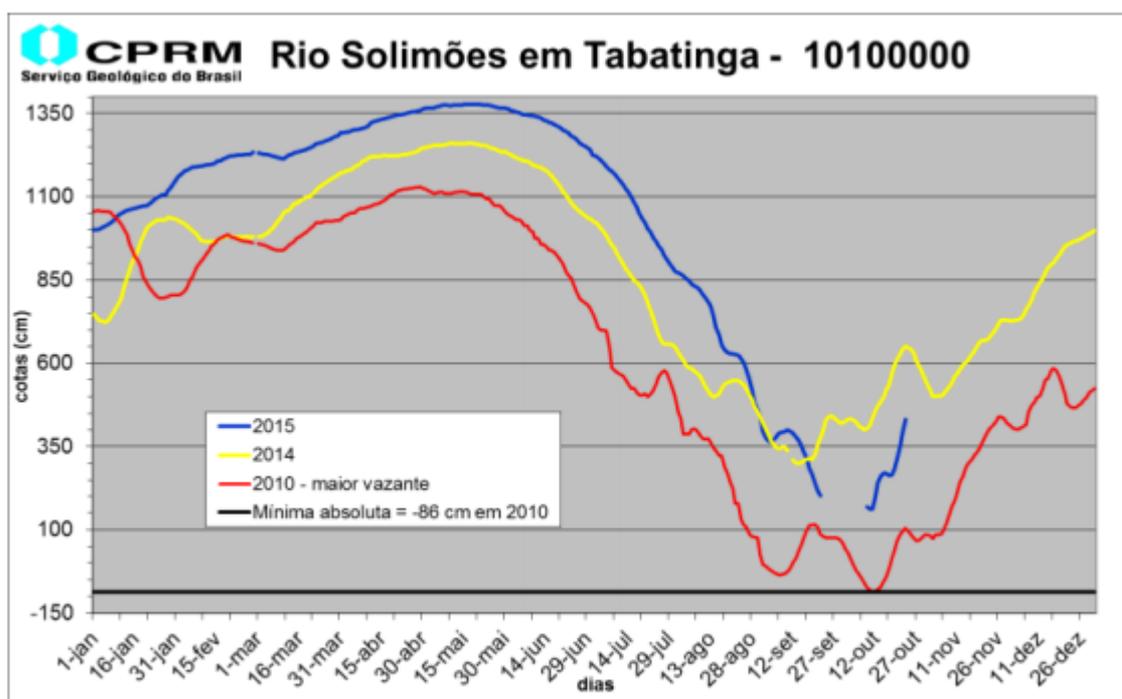
Figura 68: Anomalias de TSM do mês de Outubro de 2015

Fonte: Informe Mensal de Outubro de 2015

Neste momento, mesmo com a falta de algumas informações para a estação de Tabatinga, foi possível observar uma seca bastante forte. Não chegando ao mesmo limiar da mínima absoluta, observada para a estação em 2010. Esta seca teve fortes impactos ao cotidiano humano na região, tanto pela falta de chuva como pelo distanciamento dos cursos d'água.

Mesmo não sendo a maior seca registrada, muito dos moradores da região indicavam, por meio de entrevistas abertas anotadas em caderno de campo, que nunca haviam visto um nível tão baixo das águas neste mês. Talvez, esta percepção se deu por ser uma grande cheia seguida de uma grande seca, onde, as alterações na geomorfologia local (deposição de sedimentos), deve ter aumentado o nível do leito a cerca da região estudada. Porém esta informação não é possível de ser afirmada, o fato é que não existem informações espaçotemporais com o auxílio de ADCP (sensor doppler para medição de leito do rio e vazão) sobre as condições leito do Igarapé da Rita. As informações existentes para este

momento hidrológico podem ser observadas na Figura 69.



Cota em 23/10/2015: 4,31 m

Figura 69: Gráfico de Cota para estação de Tabatinga

Fonte: Boletim do CPRM, 2015

Em outubro, marcando o final das águas baixas e o início da subida do nível das águas, as condições de pluviosidade voltaram a subir, mantendo a temperatura mais amena. Porém, para o ano de 2015, as condições de pluviosidade se mantiveram abaixo do mínimo climatológico caracterizando uma anomalia negativa de chuvas e grandes temperaturas em toda Amazônia brasileira.

No Alto Solimões as condições de precipitação estiveram em torno de 50 mm a 150 mm, enquanto o mínimo climatológico previa uma pluviosidade de 150 mm a 200 mm, portanto uma anomalia de precipitação de -50 mm para o momento. Estas informações podem ser observadas na Figura 70 representando o mês de outubro de 2015.

Acumulado de Precipitação

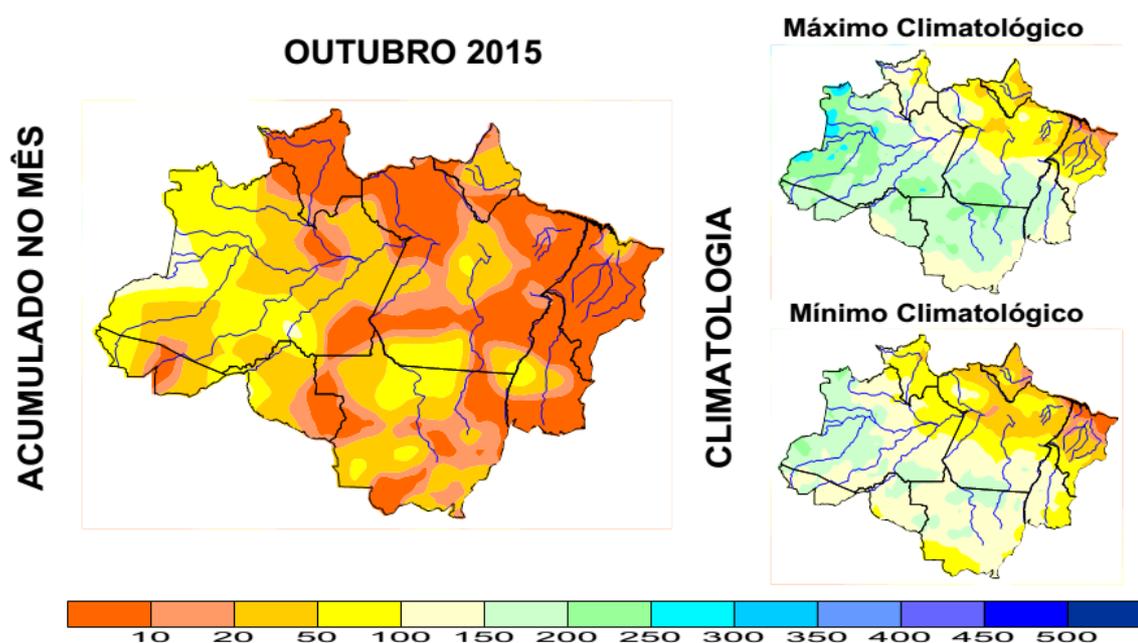


Figura 02 (a, b, c) – Precipitação acumulada para 20 dias para o mês de outubro na Amazônia Legal.

Fonte: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov> (dados processados na DivMet –MN)

Figura 70: Acumulado de precipitação para o mês de outubro

Fonte: Boletim do CPRM, 2015

Neste mesmo mês, segundo Vergara & Espinoza (pg. 09. 2015), *a magnitude das precipitações estiveram abaixo do normal (anomalias de -6 mm/dia em média) em grande parte da bacia Amazônica, principalmente ao lado leste dos Andes (Bolívia, Peru e Equador). Do mesmo modo, ao redor da serra do divisor, na bacia do médio Purus e Juruá no Brasil, as demais partes da Amazônia boliviana e parte da região sul da Amazônia peruana (nascente da bacia Madre de Dios), mostraram anomalias negativas de precipitação.*

Enfim, com os registros de anomalias positivas de TSM e das modificações no regime de chuva na região amazônica, é possível fazer uma relação entre alguns indicadores para a segurança hidrológica na região. Percebendo que um El Niño forte é capaz de alterar as condições normais de precipitação, nível das águas e por conseguinte qualidade de vida em toda Amazônia. Deve-se levar em conta seu monitoramento para prever momentos extremos e atipicidades hidroclimatológicas. Para tanto, deve-se monitorar as condições globais de TSM,

cota dos rios e pluviosidade. Nesse ponto formando uma estrutura de mapeamento internacional, com o intuito de prever mudanças na normalidade a tempo de alertar as populações vulneráveis. Isto para identificar no seu início, mínimas mudanças na sazonalidade local, seja por uma anomalia de -50mm de chuva e/ou uma subida/descida do rio além do esperado.

Como parte deste trabalho foi necessário analisar as condições atuais de hidroclimatologia na região, além de resgatar um histórico de dados passados, centralizando as análises sistêmicas para um único tipo de anomalia (El Niño). Ressalta-se, para uma análise mais apurada das condições hidroclimatológicas é necessário adicionar outros fatores como ZCIT (zona de convergência dos ventos) e Alta da Bolívia. É claro que para entender a conjuntura que leva aos eventos extremos na Amazônia, novas informações além da busca de fatores desconhecidos que fazem parte deste sistema são importantes.

1.2.2 – Eventos Extremos de Cheia e Seca, Possibilidades e Permanências

Geoclimatologicamente, como indica Djalma Batista (1916, p. 85), *na Amazônia, tanto nas capitais e cidades principais, como na imensa hinterlândia (onde encontram-se as vilas e comunidades), faz sempre calor, especialmente na parte da tarde; à noite e ao amanhecer esse calor abranda, mercê da umidade de que acumula e dos ventos que sopram.* Condição esta propicia para regime espacial de chuvas regular, durante grande parte do ano em toda bacia.

Mudanças na normalidade sazonal podem ser consideradas como eventos atípicos e os eventos atípicos de grandes impactos, extremos. Acontecendo com maior intensidade e em maiores quantidades, o número de grandes cheias, grandes secas, tempestades, furações além das altas temperaturas, tem aumentado em todo mundo nestes últimos 30 anos. Vários estudos sobre esta questão, se desenvolvem por todos os países, se de causa humana ou não, mostram que de fato impactam o bem-estar e a qualidade de vida em muitas regiões.

A partir dos anos 1980 foram registrados números crescentes sobre o acontecimento de inundações, tempestades, secas e principalmente ilhas de calor. Como prova disso, pode-se observar abaixo, na Figura 71.

Number of Climate-related Disasters Around the World (1980-2011)

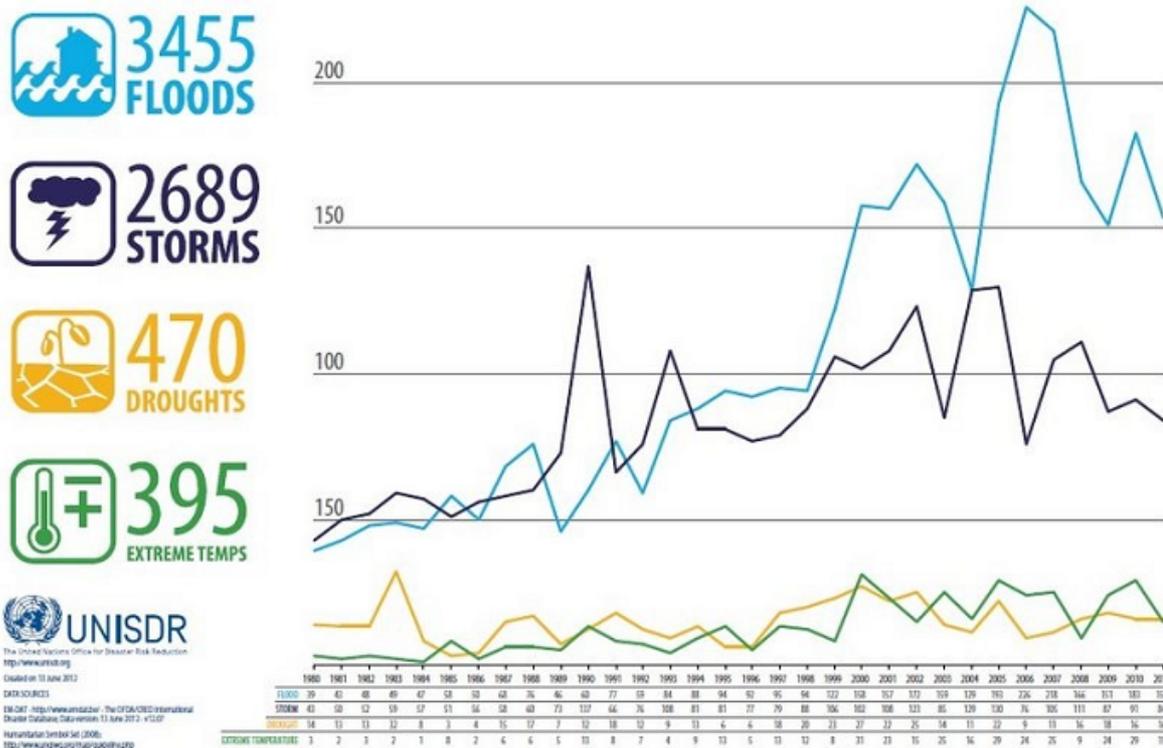


Figura 71: Eventos extremos no mundo

Fonte: UNISDR, 2012

Eventos extremos podem vir a se tornar desastres se atingirem regiões habitadas, causando inúmeras perdas materiais, insalubridade nas habitações gerando muitas vezes doenças e riscos a saúde humana. Segundo UNISDR (2009), *um desastre é uma grave perturbação do funcionamento de uma comunidade ou de uma sociedade envolvendo perdas humanas, materiais, econômicas ou ambientais de grande extensão, cujos impactos excedem a capacidade da comunidade ou da sociedade afetada de arcar com seus próprios recursos.*

Acontecimentos deste porte são bastante comuns nas cheias e secas extremas da Amazônia, onde, a possibilidade da comunidade se reestabelecer em seu pleno funcionamento, não depende somente do esforço comum dos habitantes, mas do auxílio das autoridades na criação de políticas públicas eficazes.

Na região do Alto-Alto Solimões, alvo do projeto maior “De olho nos Eventos Extremos”, existem cidades, vilas e comunidades que são impactadas diretamente pela subida anormal das águas dos rios. São elas: Benjamin Constant, Atalaia do Norte (cidades), Campo Alegre, Vila Independente (vilas) entre outras.

No caso dos lugares atingidos pelas cheias, as águas entram em habitações, igrejas, escolas, feiras, em quaisquer infraestruturas localizadas em regiões vulneráveis ao nível das águas. Existem outras cidades que sofrem com o impacto do regime hidrológico, de forma distinta, São Paulo de Olivença e Tabatinga no caso, sofrem com as terras caídas devido aos seus grandes taludes. Outros problemas das terras firmes, que não possuem infraestrutura de distribuição de água, torna-os vulneráveis pelo acesso à água potável.

A cheia, este acontecimento anual, por ser sazonal e normal em muitos casos, é esperado pela população em seu nível máximo, porém não excepcional. Além de ser motivo de apostas por partes dos que vivem o cotidiano da subida e descida das águas, excesso ou falta de chuvas. Algumas cidades e vilas também são impactadas pelas secas, e estes impactos são diretamente ligados a problemas de transporte, isolamento e falta de água.

No caso das grandes enchentes e das grandes secas na Amazônia, seus impactos podem não ser considerados desastres humanos pela definição da ONU, pelo fato de não haver óbitos resultantes diretamente do evento, além da diferença temporal entre uma enxurrada causada por chuvas e o regime hidrológico de subida e descida dos grandes rios. O conhecimento tradicional das populações a estes acontecimentos, criam pontos de segurança que tornam os acontecimentos considerados extremos, por sua magnitude, apenas momentos naturais do rio que aumentam as dificuldades de se viver na Amazônia.

Utilizando dados do ORE/HYBAM, referente a régua de São Paulo de Olivença, foi possível elaborar um histograma de 40 anos de dados visando observar a frequência de grandes eventos de cheia e seca, além de entender o que são as normalidades. Fora utilizado dados da estação de São Paulo de Olivença, localizada a jusante da mancha urbana, por esta estação apresentar-se como a primeira régua com dados consistentes a jusante das vilas estudadas. É por esta régua apresentar pouca diferença entre os dados obtidos da régua de Tabatinga, além de seu amplo registro com mais de 30 anos de informações.

No gráfico abaixo na Figura 72, o eixo (Y) representa a quantidade de eventos acontecidos e no eixo (X), o nível em cm da cota destes eventos. Isto sendo classificado por meio de um histograma de frequência. Este momento é referente a seca sendo possível observar que as cotas nesta régua variam entre 4.10 m em sua mínima e 10.50 m na máxima. Com dados referentes ao mês de outubro, momento de as águas baixas, tendo sua normalidade de seca identificada pela linha de normal do gráfico, encontram-se as cotas 5.80 m e 9.00 m. Indicado que por 28 anos as cotas entre estes níveis de lâmina d'água, uma normal bem

definida. Também é possível observar que em nove anos, a cota da lâmina d'água no momento de águas baixas permaneceu acima dos 9.00 m, indicando momentos de secas moderadas onde o nível das águas não chega baixar a níveis alarmantes.

Secas moderadas, formam parte da explicação do que são eventos atípicos na região, onde, o fato da lâmina d'água estar acima de seu nível normal leva a consequências de memória para o período de enchente futuro.

Por outras três vezes o nível das águas esteve abaixo dos 5.80m caracterizando secas fortes, com níveis baixos da Lâmina d'água prejudicando a navegação.

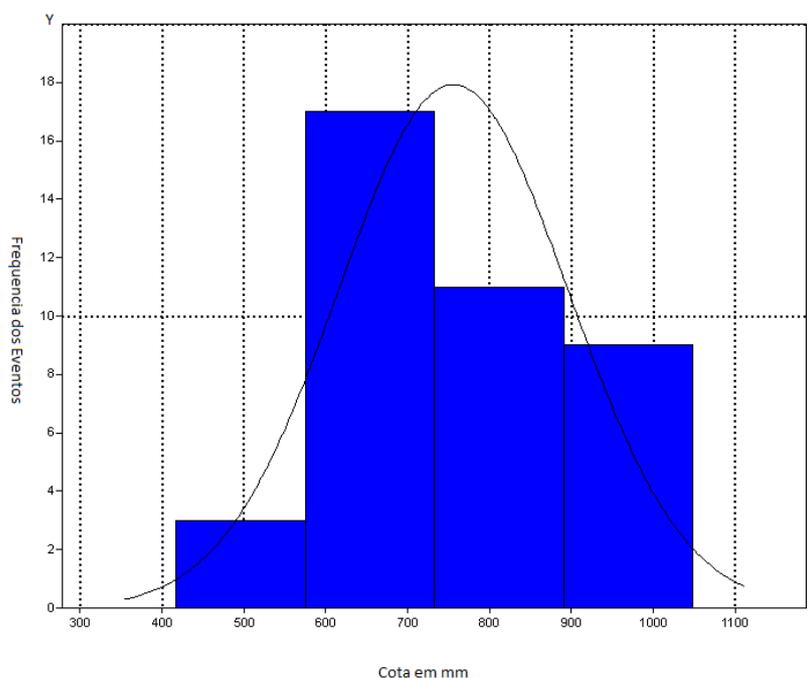


Figura 72: Histograma da seca (1984-2014)

Fonte: ORE/HYBAM – Org: Heitor Pinheiro, 2015

No momento de pico da cheia ou águas altas, na Figura 73, caracterizado por dados do mês de maio, as cotas variaram de 11,00 m a 15,30 m nos últimos 40 anos. Sua normalidade, indicada pela linha de normal do gráfico, está entre as cotas 12,80 m e 14,80 m para o mês, referentes aos 30 anos de dados onde a lâmina d'água neste mês permaneceu entre estes níveis. Em cinco outros momentos a cota se manteve entre 11,00 m e 12,20 m, caracterizando águas não muito altas nas cheias, por outro lado em quatro outros anos as águas se mantiveram, neste mesmo mês, acima dos 14,80 m, cheias consideradas atípicas. Podemos

considerar para esta região, que cotas atípicas de cheias variam dos 14 m para cima, enquanto as secas atípicas abaixo dos 5 m. Esta oscilação de 9 metros entre os dois eventos extremos podem ser observados na 73.

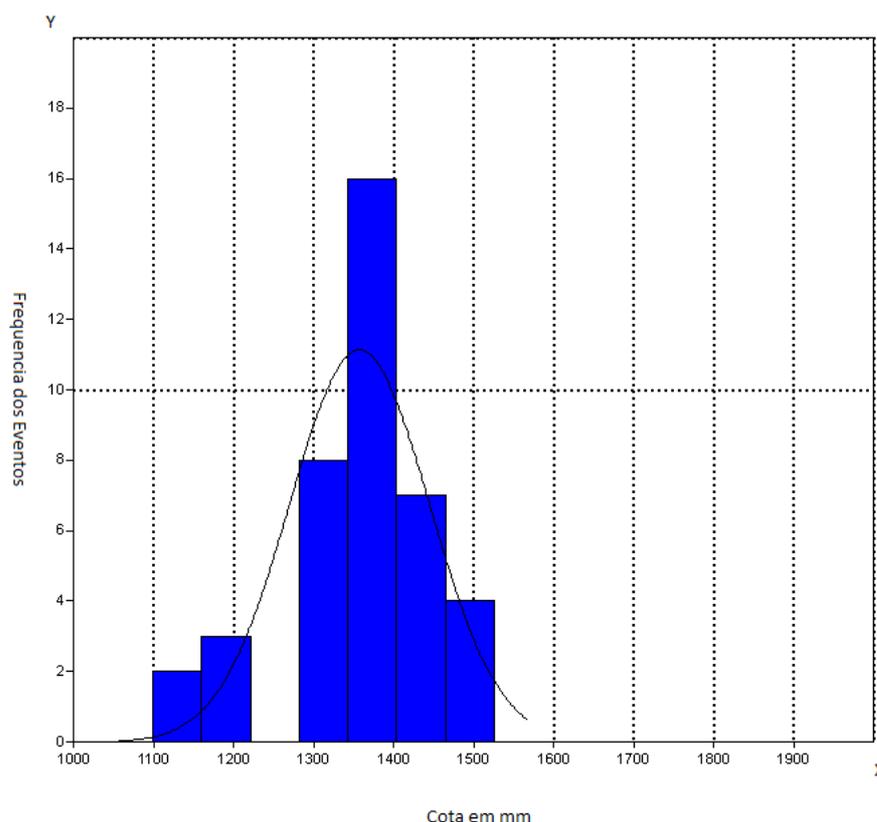


Figura 73: Histograma da cheia (1984-2014)

Fonte: ORE/HYBAM – Org: Heitor Pinheiro, 2015

Muitas vezes, o que se entende como fora da normalidade, por meio dos dados, não pode ser tratado como evento extremo em todas as comunidades e vilas. O lado mais importante de se compreender isso, é não generalizar a diversidade paisagística amazônica como uma grande planície. Ao longo destes dois anos de projeto foi possível observar a quantidade de habitações humanas espalhadas por milhões de hectares de floresta, distintos paisagisticamente e por conseguinte com condições de vulnerabilidade distintas. Estas comunidades podem variar de poucas habitações a centenas de casas, centros comunitários, igrejas, escolas e outros serviços oferecidos nestas localidades, até poucas habitações as margens dos rios. Esta situação não está localizada apenas em território brasileiro, mas em todos os países que fazem parte da grande bacia Amazônica.

A grande diversidade paisagística da Amazônia e as dificuldades de se entender eventos atípicos como um todo, numa escala regional, torna difícil o planejamento em escalas maiores. Prever com exatidão e eficiência um padrão para todo o Alto Solimões é impossível atualmente, mas com o auxílio de instituições internacionais podem se tornam reais.

Porém, levando em conta as variações de relevo, condições geomorfológicas além das normais climáticas é o início de um modelo para o planejamento. Outra vez, torna-se uma tarefa árdua a ser traçada e que deve contar com o auxílio das populações e do governo para conseguir gerir com eficácia as regiões vulneráveis. Eventos extremos de cheias extremas, secas extremas, aumento e diminuição das chuvas são pouco comuns na região, mas sua reincidência constante e com menor espaço temporal, algo a ser estudado com mais empenho.

Para entender que a região possui espaços de geomorfologia distintas, abaixo na Figura 74, esta uma síntese das comunidades, cidades e vilas e suas diferentes condições geomorfológicas no Alto Solimões. Mostrando as muitas complexidades de se entender como um todo a realidade local e relação ao nível das águas, acesso à água potável, segurança e vulnerabilidade hidroclimatológica.

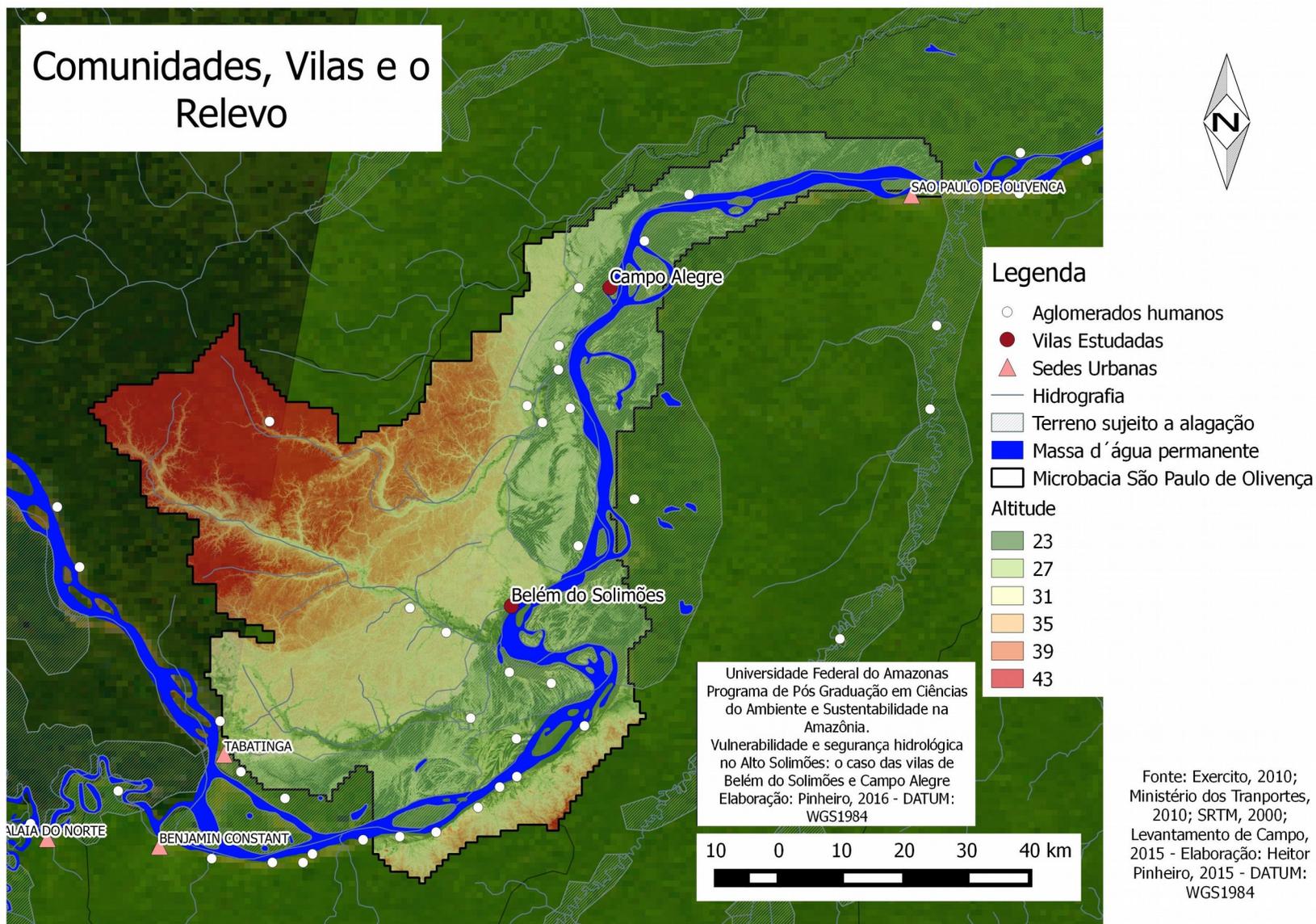


Figura 74: Mapa de relevo da microbacia de São Paulo de Olivença ou da região do Alto-Alto Solimões

1.3 – Terrenos Sujeitos a Vulnerabilidade e a Ocupação Humana em Regiões de Insegurança

O regime hidrológico atípico pôde ser observado e classificado no item anterior, algumas informações sobre o que é a vulnerabilidade e normalidade hidrológica no tópico 1.2. Neste ponto, será adicionado uma discussão sobre os cenários de vulnerabilidade e como identificá-los tornando-os indicadores para classificar estas regiões.

Pode-se ter como exemplo de diferentes impactos na região, as comunidades a margem direita do Rio Solimões, ainda em município de Benjamin Constant, por sua posição elevada em relação a altitude, representam áreas de segurança contra eventos hidrológicos atípicos. A cidade de Benjamin (Sede Urbana), apresenta condição similar a estas comunidades, porém, devido ao tamanho da mancha urbana apresenta também regiões inundáveis, caracterizadas por várzeas baixas ocupadas.

O próprio centro comercial de Benjamin é todo afetado por grandes cheias, indicando que não somente as vilas são vulneráveis, mas grande parte das cidades em regiões baixas. Abaixo a realidade da descida das águas e o cenário de pós-cheia deixado por este evento.



Figura 76: Região inundável em Benjamin Constant (Rio Javarizinho) - Junho de 2015



Figura 75: Marca da água na Rua do Aquabam – Junho de 2015

Fonte: Acervo NEPECAB, 2015 – Fotografia: Heitor Pinheiro, 2015

Devido a grande dimensão da região, que é cortada por inúmeros cursos d'água, torna-se difícil entender as influências de eventos em escala global em cada lugar. Porém, com a subdivisão da bacia Amazônica em sub-bacias e por conseguinte em microbacias é possível

criar unidades analíticas. E nestas microbacias, estudos locais das ocupações humanas geram informações de pequenos espaços (Elevação, Áreas Inundáveis). O indicador apresentado no capítulo 3, é uma amostra do que pode ser feito com relação a previsão de eventos extremos, com base em pequenos espaços urbanos na Amazônia. Só assim torna-se possível estudar as pequenas cidades e comunidades na Amazônia, caracterizando seus pontos de segurança e vulnerabilidade hidroclimatológica.

Entender como as dinâmicas naturais, funcionam de maneiras distintas em cada vila, é parte essencial deste trabalho, visando construir um primeiro passo para políticas públicas em escala cabível a realidade Amazônica.

Neste caso, para entender os diferentes tipos de eventos do regime hidrológico da região (Alto-Alto Solimões), podendo assim observar mudanças em parte do todo, foram escolhidas as particularidades hidroclimatológicas, geomorfológicas, além de urbanas como: nível da lâmina d'água, morfologia das cidades e vilas estudadas, além de índices pluviométricos e fluviométricos da região.

Estes dados, como indica a introdução, não somente foram utilizados para uma observação informacional espacial da região, mas, para a escolha dos períodos de observação em campo, visando um melhor recorte temporal do regime anual. Também para fundamentar a criação de um indicador espaçotemporal de regiões vulneráveis as cheias.

Sendo limitado por sua área analítica e pelo fato de cheias e secas não funcionam de maneira homogênea no espaço-tempo, a subida do nível das águas é um fato bastante complexo e que interdependem de outros fatores para gerar eventos extremos, como já descrito anteriormente.

Parte desta observação foi agregada a fatores geográficos das vilas e de informações climatológicas, para assim justificar o que são anormalidades. Assim, tendo este conhecimento é possível afirmar que nem todas as cidades, vilas e comunidades são vulneráveis a eventos hidrológicos extremos, porém, em sua essência, muitas possuem vulnerabilidades que envolvem a água.

Diferente de outros aglomerados humanos, fora da Amazônia, os eventos de alagação chegam a durar de 3 meses a 4 meses, em regiões mais baixas topograficamente. O que diferencia as alagações na calha dos grandes rios da Amazônia, das que acontecem em grandes cidades como São Paulo, é a escala espaço-temporal das enchentes (de influência das chuvas) e cheias (referente a diversos fatores do sistema mundo). Onde nesta metrópole, o

nível da água sobe rapidamente até 2 metros em uma hora, surpreendendo os moradores gerando grandes impactos econômicos e sociais.

Já nas cidades e vilas da Amazônia, estas inundações são previstas anualmente, fazem parte do cotidiano das pessoas, porém acertar com precisão qual será o nível da cheia, assim como da seca, é de difícil compreensão, o que dificulta o planejamento correto para a elevação dos pisos das casas entre outras estruturas.

Como indica Camargo (2012, p.28), a *herança cartesiano-newtoniana em nosso imaginário se materializa quando vemos o universo como um sistema previsível e estável, em que todos os objetos descrevem trajetórias lineares coerente com o esperado*. Porém, é necessário entender que existem mudanças nas dinâmicas naturais e que estes eventos atípicos, cada dia mais comuns, não são a natureza das loucuras da natureza, sim, resultados de perturbações sistêmicas em escala global, causadas por algum desequilíbrio natural.

Neste ponto, para a Amazônia, não é possível analisar como os impactos ambientais globais e os eventos impactantes na vida do homem se interligam, mas observar o todo, em diferentes escalas torna-se fundamental para a evolução da vida humana.

Não adentrando ao debate sobre mudanças climáticas, sim, as consequências, com base em eventos atípicos, esta proposta parte de uma metodologia inovadora para o mapeamento e o entendimento desta realidade. Impactos na organização social destas vilas devem ser estudados de maneira ímpar e respeitando o espaço-tempo de cada lugar. O que indica que cada lugar possui seus índices de vulnerabilidade e segurança de acordo com sua posição geográfica.

Isto, tornando possível perceber que existem modificações no espaço a partir de grandes cheias, grandes secas, eventos de não descidas, observa-se mudanças no local pouco perceptíveis a totalidade. Vale ressaltar que o alvo desta pesquisa são as duas vilas suas vulnerabilidades a hidroclimatologia e suas seguranças quando ao acesso à água e infraestrutura.

Os quatro momentos, cheias e as secas, enchentes e vazantes, limitam-se a marcos temporais. O caminho para entender a complexidade deste sistema mundo, deve ser seguido passo a passo para entender de forma verdadeira os acontecimentos. Os caminhos da ciência e os desafios para a sobrevivência humana, neste meio, nos indicam cada dia mais soluções plausíveis para o futuro da vida humana e bem-estar social.

2 – MAPAS E REPRESENTAÇÕES DO ESPAÇO DE VULNERABILIDADE

Neste capítulo, destacaremos a importância de estudos que passam das ciências duras de apenas representação por meio de gráficos e fotos, para uma pesquisa que utiliza estas informações para melhorar o cotidiano de pequenas populações. Como primeiro ponto, foi pretendido identificação de problemas urbanos e vulnerabilidades das vilas. O segundo ponto, buscou-se caracterizar a infraestrutura urbana das vilas e representá-las por meio de técnicas cartográficas participantes. E o terceiro ponto a criação de um material didático de forma participante da geografia do Alto Solimões. Portanto, este tipo de estudo deve marcar a mudança para uma sociedade científica que não pensa somente na produtividade, mas em sua capacidade de ajudar e melhorar a vida em sua região.

2.1 – A Pesquisa Participante e as Novas Escalas da Rede Urbana

Muitas pesquisas desenvolvidas atualmente no Brasil transformam-se em pergaminhos perdidos que servem apenas para lotar os arquivos das bibliotecas universitárias. A importância dada a um sistema científico produtivista, que valoriza apenas a realidade observada e nega o real, apresenta inúmeras realidades plausíveis a seus pares, formando pesquisadores voltados a melhorar seu curriculum mas não a vida das pessoas ao seu redor.

Por isso, como indica Oliveira *et al.* (1981, p.17), “*Para grande maioria das pessoas a palavra pesquisa vem sempre associada à elaboração por especialistas e estudiosos de volumosos e abstratos trabalhos científicos, que tratam de temas complexos e, por isso, devem ser redigidos numa linguagem inacessível ao comum dos mortais*”. E com este pensar, muitos destes trabalhos tornam-se desacreditados por parte da população envolvida no estudo, resultando em poucas ações e quase nenhuma continuidade.

As formas de pesquisar devem desafiar barreiras, propondo sempre, ou quando possível, levar os métodos científicos para lugares onde são necessários e bem-vindos. Parte disto é a simples mudança metodológica pré-feita, com objetivos definidos antes de conhecer o campo, para a busca de objetivos mais abertos e reais, mesmo que sua área de estudo seja desconhecida. Nesse sentido, os modelos clássicos de pesquisa devem se reestruturar, procurando na realidade, problemas e soluções.

Melhorar a qualidade de vida humana utilizando técnicas e ofertas do ambiente, de maneira sustentável, deve sempre fazer parte dos objetivos científicos. Neste trabalho, buscou-se por meio do diagnóstico, pontos de vulnerabilidade e soluções alternativas para os problemas. Em Belém do Solimões, ficou claro a necessidade de melhorias nos sistemas de captação de água da chuva. No caso de Campo Alegre, havia a necessidade da criação de um material didático na língua Magüta, identificação das regiões vulneráveis as cheias, também melhorias nos sistemas de captação de água da chuva. Com isso, objetivou-se encontrar soluções de baixo custo e manutenção para as vilas, junto ao acompanhamento e orientação para a elaboração do material didático. E por demanda da comunidade, criar cursos de capacitação para os professores e estudantes com a temática cartográfica para o resgate dos conhecimentos da população Magüta.

Como alternativa ao método científico convencional e intervenções práticas, outro tipo de pesquisa tem se desenvolvido, com diferentes aplicações e suas funcionalidades técnicas e objetivos, alterados de acordo com a necessidade local. Por meio do diagnóstico e da identificação dos problemas, surgem produtos. Com o amplo levantamento hidroclimatológico do primeiro capítulo, obteve-se base científica para o indicador de vulnerabilidade hidrológica. Também com estas informações foi possível planejar sistemas de captação de água das chuvas redimensionados. O material didático está em desenvolvimento nas vilas, necessitando ainda de mais um esforço de campo para sua conclusão e impressão, prevista para o segundo semestre de 2016.

Torna-se difícil distinguir o que é uma pesquisa-participante, pesquisa-ação e pesquisa-diagnóstico. Com base em Tripp (2005), pode-se obter uma breve descrição do surgimento destes conceitos.

É difícil definir a pesquisa-ação por duas razões interligadas: primeiro, é um processo tão natural que se apresenta, sob muitos aspectos, diferentes; e segundo, ela se desenvolveu de maneira diferente para aplicações diferentes. (TRIPP, 2005)

Neste sentido para Faria e Aquino este carácter participante pode ser definido como:

As metodologias e planejamentos participantes, ao contrário (das participativas), nascem das bases populares, que apresentam sus propostas e projetos ao governo e organizações, atuando como sujeitos do processo desde a discussão à execução, proporcionando-lhes o empoderamento sobre o destino de suas vidas e de seu futuro. (FARIA e AQUINO, 2015 p.110)

Assim, o aspecto participante utilizado neste trabalho parte de algo maior denominado pesquisa-ação, podendo o termo ser descrito por Schmidt (2006, p.14) como [...] “*a controversa inserção de um pesquisador num campo de investigação formado pela vida social e cultural de um outro, que, por sua vez, é convocado a participar da investigação na qualidade de informante, colaborador ou interlocutor*”.

Sendo sua necessidade de surgimento fundamentada de acordo com Engel (2000), “*esta surge da necessidade de superar a lacuna entre a teoria e a prática*”. O mesmo também indica uma de suas principais características. Segundo Engel (2000, p.182), *uma das características deste tipo de pesquisa é que através dela procura intervir na prática de modo inovador já no decorrer do próprio processo de pesquisa e não apenas como possível consequência de uma recomendação na etapa final do projeto.*

Deve ser assim, descrita, também, como pesquisa-ação para poder no decorrer da própria investigação achar meios para tanto. Informações devem ser trocadas para o entendimento da realidade local, para poder planejar e como os meios científicos influenciar positivamente a qualidade ambiental e da vida humana.

No caso deste trabalho, contamos com um leque secundário informações da geografia local, hidrografia, climatologia, além de um pré-projeto norteador. As condições para que a pesquisa se desenvolvesse dependiam diretamente da necessidade local dos habitantes para isso, onde, esperava-se a partir das reuniões definir problemáticas e com estas entender a capacidade dos dados de suprir as necessidades. Sendo pontual e realística, esta pesquisa deve marcar e deixar claro que terá um fim, mas que sua reprodução deve ser contínua e que suas praticas podem ser melhoradas de acordo com as necessidades.

Este tipo de pesquisa deve ser contínua e não repetida ou ocasional, porque não se pode repetidamente realizar pesquisa-ação sobre prática de alguém, mas deve-se regularmente trabalhar para melhorar um aspecto dela, de modo que deva ser mais frequente do que ocasional. (TRIPP, 2005. p.448).

Podemos caracterizar o processo de pesquisa-ação, participante, também em outros pontos de acordo com Engel como:

O processo da pesquisa deve tornar-se um processo de aprendizagem para todos os participantes e a separação entre sujeito e objeto deve ser superada. [...]A pesquisa ação é situacional: procura diagnosticar um problema

específico numa situação também específica, com o fim de atingir uma relevância prática nos resultados. (ENGEL, 2000. p.184).

Com esta base de conceitos, características e finalidades é possível indicar que este tipo de pesquisa é necessário para a realidade amazônica, assim como para o desenvolver da ciência e da tecnologia no Estado do Amazonas. Mudar as formas de pesquisa, reflete em gastar energias e recursos em formas práticas de melhorar a vida humana, além de formar recursos humanos para isso.

Para tanto e com base em ciências duras (climatologia, hidrologia), este trabalho tem como principal meta, tornar úteis estas informações para os mais vulneráveis aos regimes das chuvas e dos rios. Ter em mente que o principal objetivo passou de suposições técnicas, para a melhoria da realidade humana, muito auxiliou a evolução deste trabalho, onde, o pesquisador sente-se útil no contexto, não apenas sendo estranho ao processo.

Muitos pesquisadores direcionam suas pesquisas para seus interesses, maquiando o real e apresentando uma realidade que compõe seu objeto de estudo projetado. Criando novas temáticas que muitas vezes não atendem as necessidades locais. Em Oliveira *et al.* (1981), podemos destacar o real comportamento dos pesquisadores para com a sociedade, caracterizando eles como opressores ou servis aos opressores.

As temáticas que são objeto de estudo variam segundo cada contexto sócio político mas, por toda parte, um mesmo padrão de comportamento é adotado pelo pesquisador em relação ao seu objeto de pesquisa: são sempre os oprimidos e os contestatários que são identificados, analisados, quantificados e programados de fora pelo opressor ou por aqueles que o representam. (OLIVEIRA, 1981. p.18).

Por tanto indagamos, como transformar as plataformas atuais de ciência que servem a poucos para que possam servir a muitos? Não é uma resposta fácil de ser obtida, mas basta pensar em melhorar a vida humana por meio de tecnologias e do uso de ferramentas científicas o caminho a ser trilhado.

Neste sentido, o primeiro passo é a identificação dos problemas por meio de uma simples consulta, não sendo necessários leques hipotéticos para supor o que tal população necessita. Identificar problemas *in loco*, vivenciando-os é algo que deve ser compartilhado como metodologia para uma pesquisa participante.

A pesquisa-ação, participante, trata-se não de uma metodologia inovadora a ser criada, criticada e aperfeiçoada, ela já existe e possui maneiras de ser desenvolvida. O que deve acontecer é o *update* dos pesquisadores para no contexto de suas pesquisas pensar o real e seus problemas, o que nem sempre acontece. É fato, como indica Oliveira (1981) “*na verdade, os problemas estudados não são nunca os problemas vividos e sentidos pela população estudada*”.

Para mudar este estigma, reuniões, apresentações aos líderes comunitários foram necessárias para explicar os reais interesses e objetivos desta pesquisa. É natural um grande nível de desconfiança das populações a trabalhos científicos que envolvam seu cotidiano, práticas e cultura. Muitas destas comunidades já foram massacradas por grandes aplicações de questionários, muitos pesquisadores e poucas respostas provenientes de tal processo.

Apresentar-se, explicar o projeto, a origem da ideia e porque tal localidade geográfica foi o estopim para as atividades, necessitando da autorização e interesse da comunidade para o desenvolver das mesmas. Abaixo na Figura 77 a primeira reunião de apresentação e mobilização para as oficinas com a participação de professores e autoridades, aberta a toda comunidade.



Figura 77: Primeira apresentação do projeto – Abril de 2015

Foram necessários meses de trabalho, com objetivo de elucidar as atividades e mobilizar professores, alunos e comunitários para as oficinas e reuniões. Este trabalho de mobilização teve início em 20 de abril de 2015 tendo como objetivo definir em conjunto com a comunidade, o que faríamos como pesquisa e extensão. As oficinas foram definidas somente após a primeira fase do projeto, sendo realizadas em agosto do mesmo ano. Estas oficinas e suas atividades, foram previamente apresentadas em junho de 2015 em reunião com lideranças e professores. Sendo ambas marcadas com 2 meses de antecedência nas vilas de Belém do Solimões e Campo Alegre, respectivamente.

A primeira oficina foi realizada entre os dias 06 e 07 de agosto de 2015 na escola municipal indígena EWARE MOWATCHA tendo como objetivo o levantamento de problemáticas para serem trabalhadas e discutidas no contexto do projeto maior. Parte principal desta iniciativa foi a identificação dos principais problemas enfrentados pela comunidade local.

Para tanto foi necessária a identificação e hierarquização dos problemas por sua ordem de importância e relevância. Isto é feito com cartolina recortada, caneta e um quadro para colagem do material recolhido. Como resultado surgiram diversas informações referentes ao que foi questionado, quais os problemas enfrentados pela comunidade?

Este tipo de atividade permite, além do questionamento dos reais problemas enfrentados pela comunidade, um momento de discussão sobre quais são os principais problemas, se eles realmente são os principais para todos. Como produto, diversas placas escritas a mão retornam ao mediador para a conferência, hierarquização e validação por todos.

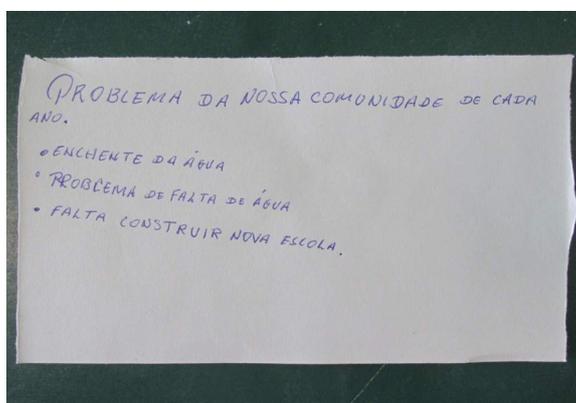


Figura 78: Placa de problemas da comunidade I – Agosto de 2015

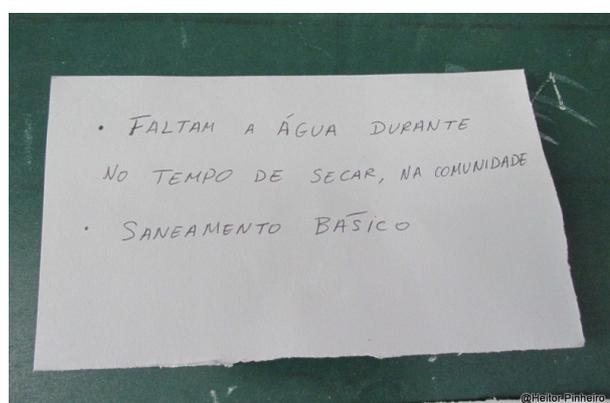


Figura 79: Placa de problemas da comunidade II – Agosto de 2015

Fonte: Acervo NEPECAB, 2015 – Fotografia: Gabriela Colares, 2015

Muitas problemáticas surgiram no contexto das atividades, referentes ao governo a situação dos professores, da infraestrutura das vilas entre outras, refletindo as reais condições de vida da população. Não somente com relação a água, saneamento, educação foram identificados problemas, outros surgiram como bebidas alcoólicas, violência e drogas. No total, surgiram 34 placas com problemas relacionados a Vila de Belém do Solimões. E como parte da hierarquia, que é o processo final desta atividade, feita a partir da contabilização de quantos problemas se repetem e por esta lógica hierarquizar, ficaram nesta ordem os problemas indicados: Água, Saúde, Segurança, Infraestrutura e Problemas Sociais.

A cargo das problemáticas nem todas eram passíveis de solução, devido a sua complexidade e envolvimento de famílias e do sistema de saúde. Mas, com este trabalho e como a primeira e mais citada, o acesso à água, foi dado continuidade as atividades referentes as vulnerabilidades, focando neste problema bastante comum às comunidades, cidades e vilas as margens dos grandes rios. Ressalta-se que esta oficina foi realizada no momento de águas baixas o que pode ter influenciado na hierarquização dos problemas. Quando se trata de problemas relacionados a água, não somente o acesso foi alvo de análise, as influências dela no cotidiano, e as mudanças na hidroclimatologia fizeram parte do contexto.



Figura 81: Levantamento das problemáticas Belém dos Solimões – Agosto de 2015



Figura 80: Hierarquização das problemáticas em Belém do Solimões, Agosto de 2015

Fonte: Acervo NEPECAB, 2015 Fotografia: Gabriela Colares, 2015

Em Campo Alegre, as atividades foram realizadas entre os dias 11 de agosto e 12 de agosto de 2015 na ESCOLA ESTADUAL GENÉSIO CUSTÓDIO e como em Belém do Solimões foi realizado o levantamento das problemáticas. Esta atividade reuniu professores,

alunos e comunitários sendo a maior oficina realizada no contexto deste projeto. Marcada com antecedência, estas atividades não envolveram somente a Vila de Campo Alegre, também, comunitários e alunos da Vila Independente.

Sendo um complexo de comunidades e vilas esta região de Santa Rita de Weill, sozinha requer grande esforço por parte dos pesquisadores e envolvidos. Pelo fato de não tratar-se só de uma vila, mas diversos fixos que se interconectam, comunicam e se isolam em períodos diferentes do ano, como indica a primeira parte do capítulo 1. Nesse ponto, não se pode basicamente escolher qual vila será trabalhada, é necessário atingir todo público interessado de forma igualitária sem criar conflitos e desconfianças entre os comunitários.

Em Campo Alegre, a oficina pode ser considerada como a mais eficaz em termos de representação das realidades locais, envolvendo lideranças comunitárias, professores e pessoas interessadas nas atividades. Como um misto de pesquisa e capacitação dos professores, gerou certificados de participação na atividade.

Além do levantamento das problemáticas, outra atividade realizada em ambas oficinas, o mapeamento participante. Sendo realizado por demanda da comunidade da primeira reunião, teve como objetivo de gerar representações espaciais para as vilas, já que as mesmas não possuem mapas nem bases cartográficas. A importância desta atividade como aporte metodológico, foi mostrar que é possível a utilização desta atividade para mapeamentos também em vilas e como metodologia para os professores de geografia. E estes cartogramas, são descritos por Faria como:

São elaborados de forma coletiva com a localização real, concreta, criando uma legenda com nomenclatura própria dos elementos do território que julgam importantes para o seu cotidiano que, ao serem testados com o auxílio de GPS ou mesmo com observação direta, há comprovação da existência e de sua localização como descrito. (FARIA, 2001. p.109)

Com a experiência de trabalhos anteriores, com populações indígenas no Alto Rio Negro, ribeirinhos da RESEX de Canutama no rio Purus, esta técnica foi adaptada para um prazo menor e para um número maior de participantes de idades variadas. Não gerando apenas um produto, mas diversos cartogramas foi possível observar várias representações conjuntas do mesmo lugar, agregando informações a todos os cartogramas.

Apenas com uma base geográfica para representação, esta podendo ser: Imagens de satélite, antigas plantas da vila, fotografias aéreas, foram agregados conhecimentos

geográficos de representação do espaço. Isso com base no conhecimento empírico das pessoas e em aportes cartográficos previamente apresentados. Abaixo na Figura 82 é possível observar a oficina de mapeamento realizada no contexto deste projeto.



Figura 82: Oficina em Campo Alegre – Agosto de 2015

Fonte: Acervo NEPECAB, 2015 – Fotografia: Gabriela Colares, 2015

O objetivo desta atividade foi gerar novas bases cartográficas que possibilitassem espacializar as infraestruturas urbanas e vulnerabilidades enfrentadas por estas populações ao longo do ano. Além do produto representativo, houve apresentação do contexto dos mapas de todas as equipes envolvidas (em língua materna e português). Estas bases se tornaram necessárias por não haver trabalhos cartográficos anteriores e que fornecessem informações da malha urbana, com ruas, quadras, casas e estruturas de serviços. Neste ponto e por meio de grandes reuniões, foi possível criar mapas (sínteses dos cartogramas) e dinâmicas para evidenciar os reais problemas encontrados nas vilas.

Com objetivos claros e por demanda local, incentivar a criação de novos materiais didáticos sobre a região e capacitar agentes para reproduzir o método participante de mapeamento, estas oficinas foram o início de uma longa jornada de atividades. Envolvendo professores, alunos e a comunidade em geral foram confeccionados 12 cartogramas, também levantados inúmeras informações sobre as problemáticas encontradas *in loco*. O resultado

final destes cartogramas está anexado ao final deste trabalho.

A metodologia participante de mapeamento, envolve alguns materiais de fácil obtenção para a realização das atividades, podendo os mesmos serem encontrados em escolas, papelarias e comércios. Como fundamento, este tipo de atividade poderá ter sua realização em qualquer comunidade com qualquer público (crianças, jovens e adultos), dependendo de seu objetivo e necessidade. Foram utilizados no procedimento, cartolinas, lápis coloridos, lápis de cera, canetas, régua e base para o desenho.

Dividindo o público em grupos de afinidade por vila e por idade, no caso de Campo Alegre/Vila Independente e grupos de professores e alunos e Belém do Solimões, foi possível confeccionar cartogramas específicos. Uns para malha urbana de vias, outros com infraestruturas, alguns com feições geográficas e biodiversidade. Ressalta-se que não foi delimitado temas para a representação e que esta se fazia complexa por seu carácter participante. Isso foi importante para a obtenção de informações distintas e complementares, que em alguns casos não constavam no conhecimento empírico das outras equipes.

O procedimento de mapeamento participante consistiu em identificar as formas básicas das vilas e logo após com o auxílio de informações lógicas, agregar informações de feições geográficas, infraestruturas urbanas e etc. Sendo feito em grupos e não de forma individual, para gerar uma representação participante da paisagem.

Os cartogramas participantes são diferente dos mapas mentais ou cognitivos, que são representações individuais do elemento do território ou de uma dada paisagem que pode ser diferente de acordo com o sujeito que o representa, porque depende da percepção auxiliada por dados cognitivos, subjetivos, perceptivos apenas pelo indivíduo, logo não devendo ser confundidos. (FARIA, 2010. p. 109)

Como o objetivo desta oficina não era específico para uma temática, apenas gerar novos conhecimentos cartográficos sobre as vilas e utilizá-los para caracterizá-las, tornado-os parte do novo material didático, alguns dos cartogramas foram feitos a traços livres com o conhecimento da comunidade. Outros dando ênfase as vias e bairros, além da biodiversidade local, lendas e lugares importantes. Abaixo está um dos cartogramas de Belém do Solimões, este foi utilizado como base para a confecção de mapas computadorizados e do banco de dados DE´A.



Figura 83: Cartograma de infraestrutura urbana de Belém do Solimões

O cartograma acima é fruto da criatividade e conhecimento de quatro professores envolvidos nas atividades e representa parte da infraestrutura urbana, residências e feições geográficas encontradas na Vila de Belém do Solimões. A partir desta representação e do uso do Sistema de Informações Geográficas (SIG) foi possível analisar as feições e formas da mancha urbana. Digitalizando e criando informações geográficas especializadas para as ruas, quadras e infraestruturas, foi possível gerar um panorama da realidade local, suas regiões mais vulneráveis, proximidade dos cursos d'água, concentração de moradias. Ressalta-se que todos os cartogramas originais estão nas bibliotecas das vilas e que cópias digitais foram disponibilizadas para a população.

A base para isso, como em qual quer outro lugar do mundo é de cunho geográfico, necessitando para o mapeamento, imagens de satélite. Isso para agregar informações espaciais das vilas para o banco de dados DE'A. Porém como somente as imagens de satélite de alta resolução não dão conta de representar a realidade física das vilas, devido a falta de detalhamento das feições e informações espaciais das vilas, para complementar as informações dos mapas de forma visual, foi necessário o incremento de imagens obtidas por meio do quadricóptero, para assim poder representar de forma ideal esta nova escala da rede urbana do estado, as vilas.

Somente assim, registrando, gerando informações locais é possível fazer uma boa caracterização urbana que sirva para um planejamento e políticas públicas eficazes. E com a utilização das novas tecnologias e de processos de mapeamento participante, estas atividades devem se tornar cada dia mais rotineiras as formas de compor formas e ferramentas para tal.

O procedimento elaboração dos cartogramas foi a peça chave para o entendimento das reais dimensões das vilas estudadas. Além disso, por gerar de forma simples e confiável, informações sobre o nome das ruas, localização das infraestruturas serviu como base também para o material escolar do Alto Solimões.

Na Figura 84 é possível observar a Igreja Matriz da vila de Belém do Solimões, com uma quadra de futsal, praças e algumas moradias que dividem espaço com a mata que ainda se encontra presente nos pequenos aglomerados humanos na Amazônia. Esta área representada corresponde ao retângulo vermelho na Figura anterior. No canto superior direito da imagem, encontra-se o cemitério coberto por vegetação rasteira. Nesta rua, considerada principal na malha urbana de Belém é possível encontrar algumas construções em alvenaria, destoando de outras no centro da vila, predominantemente em madeira.



Figura 84: Foto aérea Rua Amazonas, Belém do Solimões – Outubro de 2015

Fonte: Acervo NEPECAB, 2015 – Fotografia: Heitor Pinheiro, 2015

Dos equipamentos urbanos encontrados e mapeados de forma participante, podem ser descritos como: Escola Estadual, Escola Municipal, Polo da SESAI, Polo da Funai, Igreja católica, Sistema de Captação de água do rio, balsa porto de Ferro, caixa d'água e comércios. Abaixo uma fotografia da nova central de tratamento de água em construção.



Figura 85: Margem leste de Belém do Solimões, Sistema de Captação de água e Escola Estadual

Fonte: Acervo NEPECAB, 2015 – Fotografia: Heitor Pinheiro, 2015

O equipamento acima destacado pode ser visualizado nesta imagem aérea, trata-se de um sistema de tratamento de água do rio e central de distribuição, em fase de conclusão. Com a entrega planejada para o ano de 2015, a bomba de captação capta água do rio e encaminha esta central de tratamento. Segundo levantamento realizado em campo, a bomba encontra-se localizada a 400 metros da estação que tem capacidade para abastecer somente metade dos moradores, mais próximos a infraestrutura. Onde as partes mais afastadas, não serão atendidas continuando vulneráveis. Abaixo na Figura 86, pode-se visualizar imagens desta infraestrutura.



Figura 86: Sistema de tratamento e distribuição de água – Abril de 2015

Fonte: Acervo NEPECAB, 2015 – Fotografia: Heitor Pinheiro, 2015

Em relação as moradias e densidade populacional de Belém do Solimões, é possível afirmar que no ano de 2015, a maior concentração de casas e moradores continua próximo ao porto principal na porção oeste da vila, mesmo com a área de expansão ao norte. A região mais adensada é caracterizada pela escadaria da balsa de ferro e por ruas paralelas que vão da margem do rio ao interior da mata.

Distinta de outras partes da vila, esta região apresenta casas em terrenos pequenos, alguns ainda apresentando quintais arbóreos com algumas fruteiras e outras espécies botânicas. Diferente de muitas cidades pequenas no estado, são poucas ou inexistentes as divisões entre os terrenos configurando grande continuidade de quintais e caminhos que servem de atalho, bastante utilizados por suas sombras nesta região tão quente. Abaixo pode ser visualizada uma imagem aérea desta concentração de casas.



Figura 87: Centro da Vila de Belém do Solimões

Fonte: Acervo NEPECAB, 2015 – Fotografia: Heitor Pinheiro, 2015

Nas regiões mais afastadas das margens do rio Solimões, onde foram construídos as habitações sociais do projeto Minha Casa, Minha Vida, as condições de acesso à água são as mais difíceis. Devido ao não redimensionamento dos sistemas de captação de água da chuva para a realidade da região, também a falta de poços e fontes de água potável geram problemas a população.

Em Campo Alegre foram gerados diversos cartogramas, sendo suas utilidades as mais amplas (arruamento, infraestruturas, áreas de pesca, áreas de caça). Por tanto, como este trabalho necessitava de uma análise espacial das vilas, foi escolhido o cartograma que melhor representa os objetivos deste projeto. Possibilitando a espacialização dos equipamentos e o entendimento da realidade local. Ressalta-se que os resultados das informações levantadas pelos cartogramas serão adicionadas no item 3.1 e que as informações espaciais (nome de ruas, bairros e etc) estão presentes no banco de dados DE'A.

Como em Belém do Solimões, foi necessário a utilização de um quadricóptero para a obtenção de imagens aéreas que pudessem caracterizar a realidade. Sendo uma vila pequena, porém espraiada e conurbada a outras comunidades, Campo Alegre possui uma representação difícil, por não possuir uma imagem de alta resolução de sua malha viária como observado no primeiro capítulo. Abaixo pode-se visualizar o cartograma produzido na vila de Campo

Alegre, que representa as vias e as principais infraestruturas existentes, além de feições geográficas e bairros.

Diferente de Belém do Solimões, Campo Alegre é uma vila de menor população e habitações, sua grande concentração de habitantes encontra-se as margens do Igarapé da Rita, principal via de ligação da vila com o Rio Solimões.

Pequena e com boa estrutura, além da grande quantidade de outros pequenos aglomerados humanos em seu redor, esta vila é o meio de passagem das comunidades de Santa Inês, Vila Independente a comunidade de Santa Rita, conexão com a rede de transporte de cargas na calha principal do Rio Solimões e de pessoas para as cidades da rede.

Espraiada e com relevo praticamente plano, toda a mancha urbana, com exceção das partes altas onde está localizada a escola estadual, as partes mais baixas ficam inundadas em grandes cheias a partir da segunda quinzena de abril e início de maio. A Figura 90 mostra todas casas que sofrem com a inundação, esta porção da mancha urbana, caracterizadas pela parte mais próxima do Igarapé da Rita, concentram parte considerável de toda população da vila.



Figura 90: Casas alagáveis próximo ao centro comunitário – Outubro de 2015

Fonte: Acervo NEPECAB, 2015 – Fotografia: Heitor Pinheiro, 2015

Em momentos de águas baixas, identificado pela segunda quinzena de outubro até o início de novembro, outras dificuldades são vividas pelas populações que residem nesta vila.

Distinta de Belém do Solimões, a pouca oferta de estruturas funcionais para a captação e distribuição de água, bem caracterizam uma realidade de falta d'água em momentos de seca.



Figura 91: Igarapé da Rita, águas baixas – Outubro de 2015

Fonte: Acervo NEPECAB, 2015 – Fotografia: Heitor Pinheiro, 2015

A estrutura urbana de abastecimento de água, desta vila em relação a outras visitadas, sua localização geográfica vulnerável, baixa altitude e outros fatores causam esta diferenciação negativa quanto a hierarquização das vilas. Campo Alegre em relação as vilas alvo dos projetos maiores¹, é a que mais necessita de apoio e atividades que fomentem a qualidade de vida da população. A persistente falta de água e a grande vulnerabilidade deste aglomerado humano gera necessidade de atenção por parte dos órgão competentes.

¹ Segurança Alimentar e rede urbana na Amazônia: um estudo-diagnóstico das Vilas na microrregião do Alto Solimões & Segurança alimentar, a vulnerabilidade hidrológica e comércio: um estudo-diagnóstico do papel das Vilas na microrregião do Alto Solimões, Amazonas. Vilas de Feijoa/Benjamin Constant, Belém do Solimões/Tabatinga, Campo Alegre/São Paulo de Olivença, Betânia/Santo Antônio do Iça, São Francisco de Tonantins/Tonantins, Copatana/Jutaí, Caiambé/Tefé.

Parte das descobertas e vulnerabilidades levantadas nesta pesquisa, deve-se a metodologia participante que passa de entrevistas básicas para uma vivência e o diagnóstico local da realidade e problemáticas. Entender as dinâmicas que levam às vulnerabilidades e como elas impactam a vida do homem, formam o foco principal desta pesquisa, onde, saber o porquê destes aglomerados humanos surgirem em locais tão vulneráveis torna-se interessante.

Abaixo na Figura 92, pode-se visualizar a frente de Campo Alegre e o vale seco que em tempos de águas altas, ficam tomados pela água branca do Rio Solimões encontrando-se apenas com as águas negras de igarapés da região.



Figura 92: Vista da beira de Campo Alegre fotografada de Vila Independente – Outubro de 2015

Fonte: Acervo NEPECAB, 2015 – Fotografia: Heitor Pinheiro, 2015

2.1.2 Geografia Regional e Contrapartida Educacional para o Povo Magüta

De forma participante, além de identificar as problemáticas e da criação de bases cartográficas por meio de cartogramas, por solicitação das comunidades foi elaborada uma base cartográfica para material didático. Esta deveria servir tanto para o desenvolver do projeto, como para a nova matriz curricular indígena. Isto pela dificuldade em se elaborar um

material na língua materna, além da pouca experiência dos professores em elaboração didática de material para as diversas idades. Em paralelo as atividades das oficinas, aconteciam reuniões da OGPTB (Organização Geral dos Professores Ticuna Bilíngues), incentivando o resgate de informações sobre as plantas e os animais.

O material proposto como resultado das oficinas é uma coletânea de mapas e Cartogramas do Alto Solimões, sendo desenvolvido junto aos professores. Como meta pós-oficina, a construção deste material é específico para a região do Alto Solimões, com informações sobre as vilas, geografia local, rios, entre outras. Além disso, os cartogramas originais e digitalizados estão no acervo das escolas.

Ainda em fase de aprimoramento e sobre consulta direta dos comunitários e professores, um conjunto de mapas e informações surge como demanda que perpassa aos objetivos desta dissertação. Implicando em uma continuidade do projeto com atividades mesmo após a defesa.

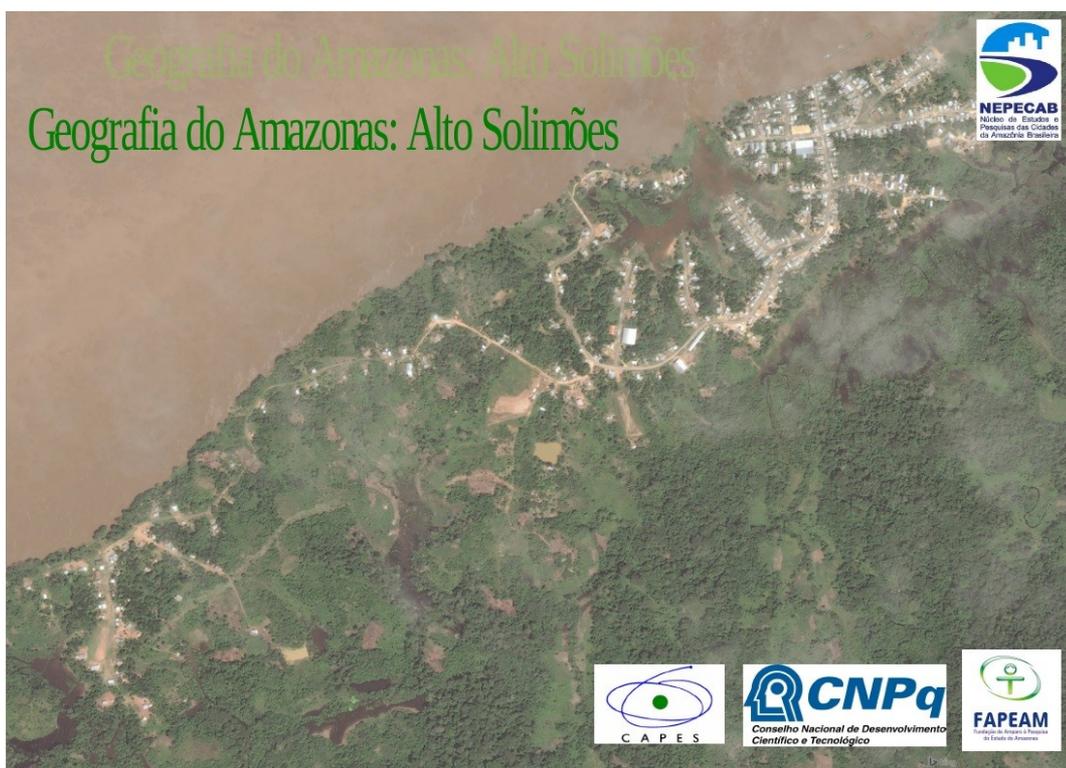


Figura 93: Capa do material didático de geografia

Fonte: Acervo NEPECAB, 2015

Este material didático, além de incluir os produtos das oficinas realizadas *in loco*,

agrega outras informações cartográficas como: Hidrografia, Terras Indígenas, Municípios e a própria localização do Alto Solimões com suas feições geográficas, cidades, vilas e etc.

Vale ressaltar que este material está sendo elaborado com suporte dos pesquisadores, sendo avaliado, criticado e melhorado pelos próprios professores indígenas e autoridades envolvidas no processo. Este tem como prazo acordado com os professores o segundo semestre de 2016, impresso e entregue as escolas.

Os materiais produzidos nas oficinas subsidiam a afirmação das novas escalas das redes urbanas, ainda ocultas a totalidade, mas com forte influência em sua região. Entender que há uma hierarquia de cidades Schor *et al.* (2008), possibilita pensar numa hierarquia de vilas, assim com sua importância regional nos leva a essa outra escala urbana de análise.

Portanto, o poder que o pesquisador tem ao visitar novos lugares é proporcional a sua vontade de ajudar e tornar-se visivelmente ator social para a comunidade.

Neste ponto, o tempo entre o primeiro contato e os retornos as vilas, a vivência, deve passar de algo pré-formado induzido na realidade local. O carácter participante tem que romper com isso, incentivando pensamentos do vivido e a própria realidade da comunidade em relação aos seus problemas e soluções.

Mais uma vez, como em Oliveira (1981), *“o que temos que fazer é propor ao povo, através de certas contradições básicas, sua situação existencial, concreta, presente como problema que, por sua vez, o desafia e, assim lhe exige resposta, não só no nível intelectual, mas no nível da ação.*

2.2 – Tanta e Tão Pouca Água: o Problema de Acesso e Distribuição de Água Potável nas Vilas.

Após todas as atividades relacionadas as oficinas, outra parte fundamental desta pesquisa é a caracterização das vulnerabilidades hidroclimatológicas relacionadas ao acesso água. Para tanto, foi necessário entender como se dá este acesso, quais são os problemas e dificuldades envolvidas na captação e uso regular deste bem tão precioso.

Voltando as vulnerabilidades, mesmo com essa grande quantidade de água disponível é comum e recorrente na maior bacia hidrográfica do mundo a falta de tratamento e água potável em comunidades e vilas distantes dos grandes centros urbanos. Neste mundo de água,

floresta e pessoas, o acesso à água potável, água encanada para as atividades diárias, em momentos sazonais, principalmente na seca, são tema de luxo. Os que possuem condições financeiras para obter uma bomba “sapo”, canalizam água do rio para suas residências, já os que não possuem adquirem-na por meio de baldes ou a utilizam no próprio rio.

As dificuldades, no que tange estes serviços básicos, são uma realidade presente e bastante impactante em pleno século XXI. Após dias de convivência sendo também vulnerável a hidroclimatologia e ao ambiente, ao chegar na cidade, o pequeno fato de abrir uma torneira e observar a água que corre pelo encanamento de maneira fluida, demonstra que o cidadão urbano pouco está preparado para este desabastecimento. Adaptados as adversidades, as populações ribeirinhas encaram esta realidade como normal, porém se queixam do abandono por parte do Estado.

Em Belém do Solimões e Campo Alegre a falta deste serviço como de costume, mais uma vez demonstra a capacidade de adaptabilidade das populações ribeirinhas às adversidades e dificuldades de se morar as margens dos grandes rios. Em ambas vilas os sistemas de captação e distribuição de água encontram-se ou em fase de implantação ou desativados por falta de manutenção. No caso de Campo Alegre, as bombas dos poços não estavam em funcionamento, à espera de manutenção por parte da prefeitura de São Paulo de Olivença. Já em Belém do Solimões, estava na fase final da construção de uma caixa d'água na porção oeste da vila e de um sistema de tratamento de água localizado na porção central da mancha urbana.

Assim, a oportunidade e o oferecimento de serviços urbanos, abastecimento, conexão com polos de serviços, além da facilidade de acessar pontos globais de conexão com o mundo (telefonia, internet), da água tratada e encanada, é algo que segrega e isola caracterizando as peculiaridades da rede urbana da Amazônia. Porém, chama atenção o número de televisores com canais via satélites instalados, que poderiam ser as portas para uma internet de qualidade.

Entender as especificidades e peculiaridades, fraquezas e potencialidades, de cada vila no espaço, entendendo este espaço como (SANTOS, 1997) *é o teatro de fluxos com diferentes níveis, intensidade e orientações*, é parte deste trabalho. Indicando que cada lugar neste espaço possui suas singularidades e necessidades.

Questões relativas ao acesso regular à água potável e segura tem causado preocupações, principalmente em países em desenvolvimento, que sofrem

com a rápida expansão urbana, o adensamento populacional e a ocupação de áreas periurbanas e rurais, com evidentes deficiências e dificuldades no suprimento de água para fazer as necessidades básicas. (RAZZOLINI, 2008. p.22)

Esta realidade apresentada por Razzolini é bastante presente no Brasil, principalmente na região nordeste e em vários lugares da Amazônia. Mesmo sendo a maior bacia hidrográfica do planeta, obter a quantidades mínimas de água para os serviços diários, em certas partes do ano são verdadeiras batalhas.

Para caracterizar esta realidade além do registro, foi necessário entender com base no conhecimento da população, quais momentos mais difíceis do ano para o acesso à água. Como já indicado no capítulo primeiro, a relação da precipitação é diretamente ligada aos momentos mais secos da hidrologia, principalmente em agosto, setembro e outubro. Com relação a vivência, em momentos hidroclimatológicos distintos na vila de Belém do Solimões, praticamente foi impossível encontrar água potável a venda. Isto pela pouca quantidade ofertada que em momentos de estiagem, que logo acaba. É comum em outras cidades, como Benjamin Constant, estar em falta garrações de água de 20L, onde somente é encontrado água em embalagens menores. Isso tudo devido a baixa disponibilidade da distribuição, feita essencialmente por meio de embarcações brasileiras ou por compra direta dos comerciantes no Peru ou Colômbia. Vale ressaltar que a Coca-Cola produz e engarrada água potável em Letícia a um preço acessível.

Assim, do início ao fim e para o manutenção das atividades relacionadas a pesquisa nas vilas, foi necessário obter água da chuva junto ao polo de saúde da SESAI (Secretaria Especial de Saúde Indígena). Na ocasião, em suas instalações em Belém do Solimões, a única forma de se obter água potável era por meio do sistema de captação de água da chuva, este contando com dois tanques de PVC (5000L + 1000L) em um telhado de aproximadamente 60 m². Este sistema não conta com filtros e a captação é feita diretamente das telhas de zinco para o reservatório, esta é a realidade de muitas habitações.

Com relação a água para os serviços diários, em Belém do Solimões, esta era obtida por meio de um poço raso de profundidade aproximada de 30 metros. Mesmo sendo de águas subterrâneas, esta água apresentava grande quantidade de ferro podendo-se sentir o cheiro, além e uma coloração barrenta bastante turva, porém, era a única fonte de água para as 26

pessoas que ali trabalhavam e habitavam.

Em todas as entrevistas com os servidores do polo de Belém do Solimões e em conversas informais, foi identificado que os meses de pior acesso à água nesta vila são os meses de Agosto, Setembro e Outubro. Meses estes que evidenciam as influências dos baixos níveis das águas dos rios distanciando o acesso à água superficial, secando os igarapés e tornando a única fonte o rio e a pouca chuva.

Este momento difícil pode-se agravar, isto se houver grandes anomalias como o El Niño do ano de 2015, levando a muitos dias sem precipitação e a falta de água de qualidade, causando problemas de saúde.

Para resolver grande parte dos problemas de acesso à água potável, pequenas ações tornam-se necessárias. Para tanto, é necessário a estocagem de água em sistemas funcionais de captação. Sistemas funcionais e de qualidade são desconhecidos por estas populações. Por parte do estado não há planos de descentralizar a distribuição, onde, é sempre melhor gastar mais do que individualizar o serviço de distribuição água.

Na vila de Campo Alegre, diferente de Belém do Solimões, o acesso à água potável pôde ser feito de maneira mais simples, a proximidade da comunidade de Santa Rita facilita a compra devido a grande quantidade de comércio. Estes também sendo abastecidos por embarcações brasileira e por compras diretas na Colômbia e Peru. Porém, mesmo com a facilidade da compra de água engarrafada, o preço de longe é mais alto que em cidades da região chegando a R\$ 28,00 o vasilhame de 20 litros.

Há também, em Campo Alegre, dois poços de utilidade pública, um na única escola estadual, e outro particular na estrada que liga Campo Alegre a Santa Rita. Porém, para o acesso a esta fonte, pela distância, há um grande caminho para os que não possuem automóveis. Assim, foi criado espontaneamente um serviço que coleta os vasilhames nas habitações, a um custo de R\$ 5,00, os devolvendo cheios.

A cargo da pesquisa, o acesso à água potável em Campo Alegre foi feito de forma menos dificultosa, porém, o acesso para as necessidades diárias (banho, lavar roupa) só pôde ser feito por meio do Igarapé da Rita ou por cacimbas, espalhas por toda mancha urbana.

No momento da seca, como o próprio nome diz, é um momento sazonal de altas

temperaturas, poucas chuvas e baixo nível da lâmina d'água dos rios, sem dúvida foi o momento mais vulnerável das populações com relação ao acesso à água. Neste momento para Campo Alegre, o Igarapé da Rita seca totalmente deixando apenas como fonte de água, as cacimbas e a chuva. Esta dificuldade no acesso está refletida no não funcionamento das infraestruturas públicas existentes, poços e encanamentos, estes não funcionando deste maio de 2014.

Extremamente depende do nível dos rios e da quantidade de chuvas precipitadas na mancha urbana das vilas, estas populações tornam-se vulneráveis por não possuir sistemas funcionais para cobrir momentos de falta de água. Assim, além de caracterizar esta realidade, busca-se com este trabalho alcançar soluções para a melhoria do sistema individual de coleta de água, fugindo de grandes obras de infraestruturas para a individualização do sistema.

Nesse sentido, mesmo com tanta disponibilidade de água doce em estado líquido na Amazônia, não é difícil encontrar populações extremamente desfavorecidas quanto ao acesso de qualidade. Esta realidade resultou em inúmeros registros fotográficos, tendo como objetivo a identificação de provas que demonstrassem a realidade da falta de água, tão indicada como problemática pela população nas oficinas.

Neste momento da pesquisa, com base nas várias visitas ao longo do projeto, foi possível um mensurar e comparar ambos lugares em suas qualidades e dificuldades com o acesso à água. Assim, podemos definir o acesso como em Hardware e Bartrem (2003) *apud*. Razzoline (2008), *há acesso à água quando a fonte de abastecimento esta situada a até 1 km de distância e o tempo gasto para atingi-la é, no máximo, 30 minutos*. Além desta definição podemos adicionar outros pontos como: deve haver disponibilidade de água potável em todo ano hidrológico, possibilidade de armazenamento de no mínimo 20 L/ hab. por dia, assim como fontes para tratamento de forma gratuita (hipoclorito).

Este tipo de acessibilidade é o que garante o mínimo de segurança hidrológica e o que não é caracterizado por estas condições, vulnerabilidades. Para auxiliar a evidenciação do acesso à água foi utilizado um quadro de caracterização o que auxilia o sistema de suporte a decisão e de modo indicativo.

Nível de acesso	Distância percorrida e tempo gasto	Provável volume coletado	Demanda atendida	Grau de efeitos nocivos à saúde
Sem acesso	> 1 km e > 30 minutos	Muito baixo (em torno de 5 L <i>per capita</i> por dia)	Consumo não assegurado, o que compromete a higiene básica e dos alimentos	Muito alto
Acesso básico	< 1 km e < 30 minutos	Média não excede a 20 L <i>per capita</i> por dia	Consumo pode ser assegurado e deve-se possibilitar a higiene básica e dos alimentos. Há dificuldade de se garantir a lavagem da roupa e banho, atividades que podem ocorrer fora dos domínios do domicílio	Alto
Acesso intermediário	Água fornecida por torneira pública (à distância de 100 m ou 5 minutos para coleta)	Média aproximada de 50 L <i>per capita</i> por dia	Consumo assegurado. Não há comprometimento da higiene básica e dos alimentos. É possível garantir a lavagem da roupa e o banho, que provavelmente ocorrem dentro dos domínios do domicílio	Baixo
Acesso ótimo	O suprimento de água ocorre mediante múltiplas torneiras	Média aproximada de 100 L a 200 L <i>per capita</i> por dia	Consumo assegurado. Práticas de higiene não comprometidas. Lavagem da roupa e banho ocorrem dentro dos domínios do domicílio	Muito baixo

Fonte: Howard e Bartram, 2003.

Quadro 1: Nível de acesso à água Versus Necessidades atendidas e grau de efeitos à saúde –
 Fonte: Howard e Bartram Apud. Razzoline (2008)

Para tanto, todas as ruas em ambas vilas estudadas foram percorridas, registradas em mídia e mapeadas. Só assim, foi possível visualizar em campo as principais fontes de água, como: cacimbas, poços e sistemas de captação de água da chuva e etc. Este processo possibilitou a criação de um retrato do acesso à água nestas vilas e um melhor entendimento da realidade da falta deste abastecimento. Como resultado, ainda auxiliando o surgimento de um indicador de vulnerabilidade hidroclimatológica, foi necessário a criação por meio de SIG, de uma grade de pontos sobre a mancha urbana das vilas, utilizando dos 03 setores censitários já disponibilizados pelo IBGE, possibilitando um degradê de cores indicando as regiões mais e menos vulneráveis.

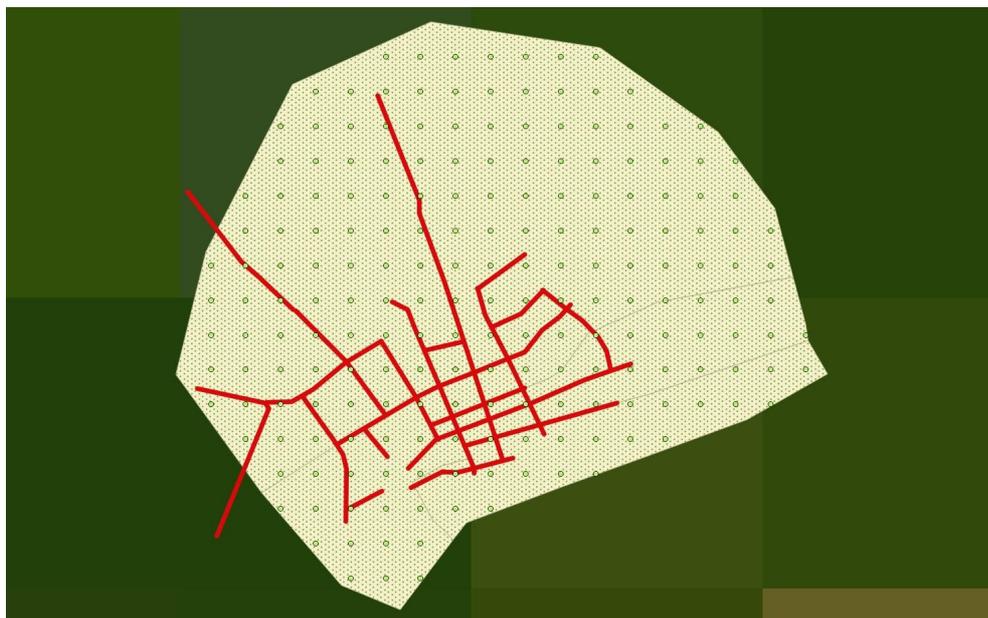


Figura 94: Setores censitários e malha de pontos de Belém do Solimões

Fonte: Banco de dados NEPECAB, 2015

Acima na Figura 94, é possível observar que os 03 setores censitários disponibilizados pelo IBGE, representam maior parte da mancha urbana mapeada. Além de facilitar a criação de pontos de controle sobre as vilas é possível por meio destas unidades de análises, obter diversas outras informações referentes ao CENSO. Estas informações estão contidas no banco de dados DE'A e podendo ser consultadas e representadas a qualquer momento e para qualquer finalidade estatística.

2.2.1 – Belém Do Solimões e Campo Alegre, um Retrato Semiárido na Amazônia

Ao caminhar sobre as ruas de Belém do Solimões, acima representada, no ano de 2015, a primeira impressão que se tem é de uma cidade arrasada por uma inundação que levou bastante lama para suas ruas. Não sendo possível esta alternativa, por sua altitude aquém do nível das águas, este cenário se deu pela implantação do sistema de canos de água fria, ligando a central de tratamento na parte leste a grande parte das moradias do centro. Como tantos serviços realizados pelo Estado, em pequenas cidades e vilas, a qualidade do serviço oferecido não foi suficiente para trazer de volta boas condições a pavimentação.

Em todas as ruas principais, em suas paralelas tanto a oeste quanto para leste da avenida principal o retrato era o mesmo, grandes valas recobertas por argila encobriam a recém-instalada infraestrutura. Abaixo esta realidade pode ser visualizada com base na foto do campo de Agosto de 2015.



Figura 95: Sistema de distribuição de água – Junho de 2015

Fonte: Acervo NEPECAB, 2015 – Fotografia: Heitor Pinheiro, 2015

Pode-se assumir que este tipo de estrutura é o início para um bom sistema de distribuição de água encanada. Porém, em troca disto, a vila sofreu impactos que podem demorar anos para ser sanado e sua pavimentação refeita. Este tipo de impacto é positivo pela distribuição de água e maléfico pela grande quantidade de poeira em épocas de verão e da intrafegabilidade em épocas de chuva.

Estando em pleno processo de modificação de suas funções e serviços urbanos, Belém do Solimões se mostrava em 2015 em grande crescimento. Muitas obras em andamento,

reformas, estavam espalhadas por toda mancha urbana, provando o grande investimento por parte do Estado na melhoria destes embriões urbanos.

Das obras de encanamento, construção e demolição de caixas d'Água, até a última visita no mês de outubro de 2015, a única concluída foi a da construção da caixa localizada na parte oeste da vila. Esta pode ser observada em estado de construção na foto abaixo coletada na primeira fase do projeto e sua localização observada no cartograma de Belém do Solimões.



Figura 97: Construção da caixa d'água em abril de 2015



Figura 96: Caixa d'água terminada em agosto de 2015

Fonte: Acervo NEPECAB, 2015 – Fotografia: Heitor Pinheiro e Gabriela Colares, 2015

Mesmo com o porte desta construção e todos os impactos causados pela implantação de um sistema novo, esta infraestrutura não dá conta de abastecer os aproximadamente 6 mil habitantes desta vila. Fatos desta ineficiência podem ser observados em todas partes da mancha urbana com os improvisados sistemas de coleta de água da chuva e estocagem. Muitos destes, possuindo pouca tecnologia e muita engenhosidade, estes sistemas oferecem baixo nível de segurança na captação da água. Quando é filtrada a água passa por panos ou mosquiteiros usados, este tipo de sistema consegue somente separar materiais de tamanho maior, como insetos e folhas, deixando as partículas dissolvidas na água, como fezes de animais contaminarem o reservatório. Segundo Razzoline (2008), o hábito de “coar” a água, presente em algumas comunidades, prática essa que pode ser realizada com o uso de tecido, é passível de contaminação por bactérias patogênicas.

Este tipo de abastecimento sem qualidade é causador a proliferação de doenças e quando mal planejado, foco de mosquitos que são os vetores da malária, dengue entre outras doenças. Pode-se afirmar que uma melhoria neste tipo de serviço de abastecimento gera qualidade de vida. E está melhoria na qualidade de vida resulta em economia nos serviços de saúde, aumento da expectativa de vida além de trazer benefícios a população.

Em praticamente todas as habitações, em ambas vilas, há um sistema de coleta de água da chuva, isto pela distância do curso principal e fontes de água e da necessidade desta para os serviços diários. Muitas destes sistemas são feitos de forma artesanal, com reservatórios de PVC que não são capazes de oferecer estoque para toda família. Abaixo um exemplo simples deste tipo de sistema encontrado em uma parte não atendida pelo sistema de encanamentos.



Figura 98: Sistema de captação de água da chuva – Agosto de 2015

Fonte: Acervo NEPECAB, 2015 – Fotografia: Heitor Pinheiro, 2015

Estas estruturas de pouca tecnologia refletem uma necessidade, que por um lado melhoram a qualidade de vida da população e por outro podem trazer doenças de veiculação hídrica. Para uma população urbana, estas condições de captação de água são no mínimo insalubre, mas nestas localidades são a única fonte de água potável.

Condições adequadas de abastecimento resultam em melhoria das condições de vida e em benefícios como controle e prevenção de doenças, prática de hábitos higiênicos, conforto e bem-estar, aumento da expectativa de vida e da produtividade econômica. (RAZZOLINI, 2008)

Condições assim foram encontradas por todas as ruas, mesmo com uma grande quantidade de mercadinhos, em Belém do Solimões a oferta de água potável, como já citado, é quase inexistente em relação a água engarrafada. Outro fator que fortalece a captação de água da chuva nestas localidades é a “operação vazante”, onde em momentos de águas baixas a defesa civil do estado do Amazonas distribui cestas básicas, kit de limpeza para as habitações além de caixas d’água.

Segundo site do Governo do Estado do Amazonas para a região do Alto Solimões que contempla os municípios de Atalaia do Norte, Benjamin Constant, Tabatinga, Amaturá, Santo Antônio do Iça, São Paulo de Olivença e Tonantins, no ano de 2015 foram enviados 2.650 kits de limpeza, além de caixas d’água e 14 motores estacionários, para atender as principais comunidades do Alto Solimões. Este tipo de ação é de carácter emergencial e tem seu funcionamento a partir da declaração de situação de emergência nas cidades e em alguns casos de calamidade pública.

Logo após as grandes cheias, que assolam comunidades de baixa altimetria e impactam de maneiras distintas outras comunidades de altitudes distintas, a seca se apresenta 3 meses depois atingindo os aglomerados humanos. Muitas vezes estes aglomerados ainda se recuperam das perdas da última cheia, como no caso de 2015, onde no Alto Solimões, houve uma grande cheia seguida de uma grande seca.

Segundo entrevistas realizadas em Belém do Solimões é possível indicar esta situação crítica em momentos sazonais.

Para pegar água tem que ir pro rio ou pro igarapé do centro, falei chorar para pegar água para lavar louça e roupa, tem que carregar água para casa, as

vezes têm que dar duas voltas pra ter água em casa. (Entrevistada, 2015)

Esta realidade é bastante comum para as famílias que moram longe de cursos d'água, abaixo uma foto da seca de 2015, onde uma mãe e suas duas filhas, caminham para a “beira” para poder lavar roupa e tomar banho.



Figura 99: Mulher e crianças indo a beira pegar água e lavar louças e roupas – Outubro de 2015

Fonte: Acervo NEPECAB, 2015 – Fotografia: Heitor Pinheiro, 2015

Em todos os lugares de Belém do Solimões a realidade é muito parecida, somente algumas das pessoas possuem triciclos para buscar água em tonéis de óleo. As outras, que não possuem modo de locomoção, vão a pé a margem do Solimões, é fácil afirmar nestas localidades a falta de água é crônica. Assim, não é difícil observar pessoas carregando baldes de água em todas as partes das vilas, além de sistemas de armazenamentos pequenos, esta característica reflete a falta de infraestrutura para distribuição de água.

Em Belém do Solimões houve melhorias significativas com relação a Campo Alegre, pela instalação no ano de 2015 do sistema de tratamento de água do rio e distribuição por encanamentos, mesmo este sistema não atendendo toda população urbana das vilas. Resultado na má distribuição do serviço para a população, criada pelo município, a grande utilização das

águas do Rio Solimões para as atividades domésticas, muitas vezes congestionando os portos e girais as beiras dos barrancos.



Figura 100: Mulheres lavando roupa próximo a balsa de captação de água do rio - Outubro de 2015

Fonte: Acervo NEPECAB, 2015 – Fotografia: Heitor Pinheiro, 2015

Este tipo de atividade, que pode ser visualizado na Figura 100 acima, sendo bastante comum em comunidades, onde o tamanho dos aglomerados humanos permite que todos os moradores residam as margens do rio.

Nas porções mais afastadas do centro, existem outros pequenos cursos d'água, porém a qualidade desta pode ser questionada, além da pouca disponibilidade em épocas de águas baixas. Neste período as águas praticamente somem, sobrando somente as águas subterrâneas, as chuvas e o rio como fonte deste mineral.

Estes cursos d'água, citados acima, apareceram tanto no mapeamento participante sendo também identificados em parte do diagnóstico. Pode-se visualizar abaixo na porção nordeste de Belém do Solimões, que a mesma é limitada por um curso d'água pequeno cortado por pontes de madeira. A linha dos pisos das habitações está localizada

propositalmente no nível das águas altas.



Figura 101: Curso d'água porção nordeste de Belém do Solimões – Agosto de 2015

Fonte: Acervo NEPECAB, 2015

Quanto mais nos afastamos do centro urbano da vila mas é evidente a falta de água nas habitações, onde puderam ser localizados sistemas de captação de água da chuva de baixa tecnologia indicando a necessidade destas populações em armazenar água. A necessidade de água para as atividades domésticas é um fator de suma importância para a instalação e manutenção de habitações humanas em qualquer lugar do mundo.

Onde se observam pequenas caixas d'água, ligadas aos sistemas de captação de água da chuva, estas encontram-se sempre secas ou pela metade de seu abastecimento. Pessoas andando nas ruas com bacias e baldes podem ser vistas e em todos os momentos do dia, assim como pessoas tomando banho a beira do barranco.

Esta falta crônica da água para o dia-dia, reflete uma realidade incomoda, parte de todo abastecimento depende diretamente da pluviosidade como fonte potável e do rio como

fonte inesgotável de recurso. Para caracterizar esta realidade impressionante, abaixo uma foto da única fonte de água de uma casa a mais de 1500 metros do rio.



Figura 102: Caixa d'água pela metade em Belém do Solimões - Agosto de 2015

Fonte: Acervo NEPECAB, 2015 – Fotografia: Heitor Pinheiro, 2015

Para as moradias mais afastadas e de acordo com Howard e Bartram (2003), com acesso básico, onde a média não excede 20 litros per capita por dia, a chuva torna-se essencial. Não somente a água dos sistemas de coleta são captadas, mas todos pingos caídos do telhado são aproveitados e armazenados, é bastante comum nestas habitações grandes quantidades de recipientes com esta finalidade.

A água da chuva é utilizada para o consumo direto (sem tratamento), preparo de alimentos, lavar louças e raramente para o banho. Porém, em épocas de seca toda funcionalidade desta água é para o consumo humano, devido a sua qualidade, as baixas quantidades obtidas e a dificuldade da compra de água engarrafada. Abaixo um registro após uma chuva torrencial do resultado da coleta de água feita de forma simples.



Figura 103: Água da chuva em Belém do Solimões – Agosto de 2015

Fonte: Acervo NEPECAB, 2015 – Fotografia: Heitor Pinheiro, 2015

Em Campo Alegre a realidade não é tão diferente da analisada acima, nesta vila ainda se encontram espalhadas pela mancha urbana, algumas infraestruturas que marcam temporalmente momentos de segurança hidrológica. Porém, a falta de investimento por parte do Estado e a falta de manutenção cabível a prefeitura, transformaram essas infraestruturas apenas em monumentos históricos dos serviços oferecidos no local.

Uma dessas infraestruturas, em não funcionamento, são as caixas d'água, Figura 104. Estas encontram-se em estado de deterioração, onde algumas não possuem mais encanamentos e outras apenas não funcionam por falta de manutenção.



Figura 104: Caixa d'água abandonada em Campo Alegre – Agosto de 2015

Fonte: Acervo NEPECAB, 2015 – Fotografia: Heitor Pinheiro, 2015

Campo Alegre se diferencia de Belém do Solimões em seu momento de águas altas, onde, praticamente toda mancha urbana fica dentro das águas negras do Igarapé da Rita. Mesmo com esta grande oferta de água e a proximidade da lâmina d'água, para o consumo humano direto, ainda são encontrados sistemas de captação de água das chuvas improvisadas, utilizando pequenas porções dos telhados das habitações concentrando em caixas d'água abertas ao lado das habitações. Abaixo uma imagem da cheia de 2014 com o sistema de captação de água próximo ao nível do rio.



Figura 105: Sistema de captação de água da chuva na cheia, Campo Alegre -

Fonte: Acervo NEPECAB, 2015 – Fotografia: Heitor Pinheiro, 2015

Noutro momento do regime, onde a lâmina d'água se distancia das habitações e as chuvas diminuem, esta realidade pode ser vista as margens do Igarapé da Rita, mesmo local da Figura 106. As unidades de armazenamento (caixas d'água), são sempre as mesmas contendo apenas 1000 L de capacidade. Estas, são as mesmas distribuídas pelo Estado nas operações Vazante, possuindo baixa qualidade e além de não serem dimensionadas nem para uma família de 4 pessoas. Praticamente todas as casas possuem uma, servindo para o abastecimento de água para o consumo direto humano. Abaixo um sistema de captação mais avançado localizado na altura máxima do nível das águas do igarapé da Rita.



Figura 106: Sistema de captação de água da chuva as margens do Igarapé da Rita

Fonte: Acervo NEPECAB, 2015 – Fotografia: Heitor Pinheiro, 2015

Nesta vila, quando as condições de chuva, as águas superficiais e as frutas não possibilitam um abastecimento mínimo de água, outras soluções são encontradas. Por estar numa região alagável, estando o lençol freático próximo a superfície em Campo Alegre é fácil a construção de pequenas cacimbas. Estas estruturas chegam a 4 metros de profundidade e muitas vezes se localizam próximas a fossas negras. Porém, quando não é possível obter água para as atividades domésticas somente assim é possível obter água.

A água possui uma aparência turva esbranquiçada, pela concentração de argila branca abaixo do latossolo amarelo, sendo utilizada para os serviços domésticos e em muitos casos para o consumo humano direto. Em praticamente todas as casas existem cacimbas para o abastecimento em épocas de estiagem e em algumas habitações mais de uma. É uma estrutura trabalhosa de ser construída e deve ser refeita todos os anos, devido a deposição de sedimentos nas épocas de cheias. Abaixo uma imagem da construção de uma cacimba no mês de agosto de 2015.



Figura 107: Construção de cacimba em Campo Alegre

Fonte: Acervo NEPECAB, 2015 – Fotografia: Heitor Pinheiro, 2015

Para dar início a esta análise e apresentar o cenário das vilas no ano de 2015 foi necessário a comparação entre as manchas urbanas de ambas, estas que por sua localização geográfica e forma, como indicado no primeiro capítulo, possuem dinâmicas e funções diferentes.

Tendo formas, declividade e quantidade populacional distintas estas vilas devem ser analisadas unitariamente podendo também se fazer comparações. Abaixo, o mapa comparativo entre o posicionamento e altitude dos lugares estudados, serve como base para as análises e a criação de indicadores para o banco de dados.

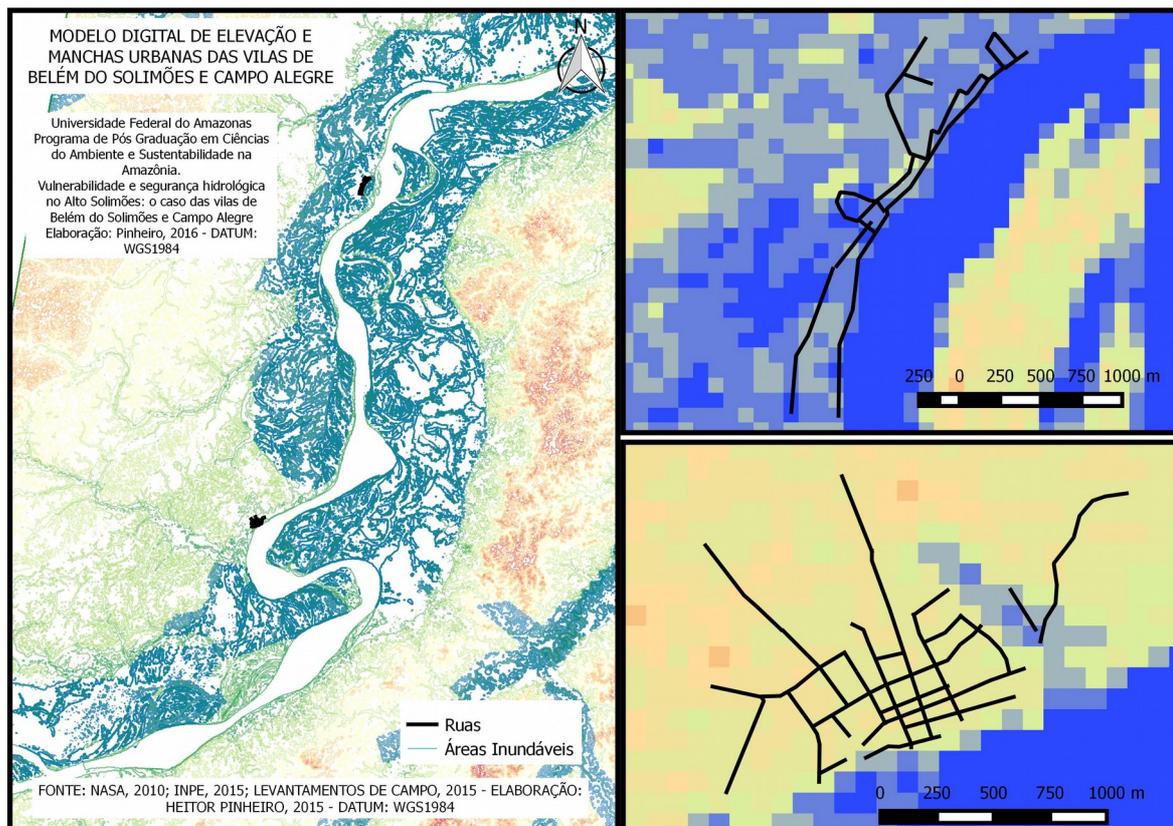


Figura 108: Localização e mancha urbana das Vilas estudadas

Fonte: Banco de dados Nepecab, 2015 – Elaboração: Heitor Pinheiro, 2016

Mesmo com as diferenças geográficas das vilas e o posicionamento relativamente próximo a calha principal do Rio Solimões as condições de acesso à água potável e para as atividades cotidianas são bastante parecidas, tanto em Campo Alegre como em Belém do Solimões. O que as diferenciam no contexto deste abastecimento é a existência de cursos d'água, além quantidade de chuva ocorrida na região ao longo do ano e da disponibilidade de equipamentos para suprir as necessidades.

Próximas no contexto das distâncias amazônicas, as vilas estudadas não apresentam quantidade de chuvas iguais e nem características geográficas, como grandes igarapés, para um abastecimento contínuo de água para as casas e infraestruturas. Neste ponto as únicas fontes de água são: chuvas, poços, cacimbas e o rio, muitas vezes distantes do centro urbano das vilas. Esta realidade levou a criação de soluções práticas e projetos para a melhoria do acesso à água potável na região. Essas propostas serão tema do próximo capítulo, junto a uma descrição do Banco de dados DE'A.

3 – DE´A UM BANCO DE DADOS HIDROCLIMATOLÓGICO E ALTERNATIVAS PARA O ACESSO A ÁGUA POTÁVEL NO ALTO SOLIMÕES

Este capítulo tem como objetivo exemplificar as possibilidades de utilização do banco de dados DE´A. Além disso, mostrar utilidades e alternativas para melhorar a qualidade de vida humana nas vilas as margens dos grandes rios. Visando a criação de sistemas de suporte a decisão, também implantação de sistemas funcionais de captação e estoque de água potável, serão apresentados três projetos distintos. Estes utilizando materiais simples, encontrados nas localidades, também sistemas avançados com o intuito de aproveitar a grande fonte de água da chuva na região. Enfim, visando provar que novas técnicas e o apoio das ciências são imprescindíveis para modificar a realidade de falta de água e bem-estar em qualquer parte do mundo.

3.1 – DE´A: Banco de Dados Hidrológico e o Indicador de Vulnerabilidade Hidroclimatológica

Um produto importante deste trabalho foi a união de diversas fontes de informações geográficas, dando ênfase ao Alto Solimões, formando assim uma plataforma de dados geográficos consistente. Esta base de dados é composta por dados vetoriais (pontos, linhas e polígonos) e matrizes (imagens de satélite e cartogramas). Sua síntese de informações, está representada numa sobreposição de camadas e trabalho cartográfico, podendo ser alterada ou incrementada a qualquer momento.

Tendo como fonte diversos outros bancos de dados, já disponíveis para o Brasil, além de levantamentos de campo, seu principal objetivo como banco de dados é agregar informações úteis para que se possa representar, planejar e gerir políticas públicas eficazes em pequenas porções do espaço. Sendo possível a partir do SIG (Sistema de Informações geográficas) e da utilização de vários softwares livres, foi necessário unir estas informações no mesmo DATUM e na mesma projeção cartográfica, tendo como base um mosaico de imagens de satélite do Estado do Amazonas. Este início de plataforma é um passo importante para entender quais os impactos dos eventos extremos, espaçotemporalmente, nas manchas urbanas e região de entorno das cidades e vilas.

Sendo concebida para identificar momentos de cheias extremas, esta plataforma possibilita utilizar diversas informações espaciais para representar cenários, de acordo com o relevo e condições de cota. Para tanto, foi utilizado o SIG Desktop Qgis 2.12 e o Monteverdi 1.21 (Sensoriamento remoto), além de outras ferramentas importantes para construir um sistema de suporte a decisão.

Dando seus primeiros passos e com informações espaciais ínfimas numa escala micro, em relação a imensidão do estado, torna-se necessário obter informações de fontes de dados atualizadas, instalação de equipamentos para monitoramento, além de mão de obra capacitada. Isto para garantir seu funcionamento a longo prazo, geração de informações e o envolvimento das comunidades para o seu desenvolvimento futuro.

Sintetizando, esta plataforma como um todo, conta com informações de altimetria espacial, hidrografia, localização das comunidades, localização das vilas e cidades, terrenos sujeitos a inundação, curvas de nível, grade de imagens de satélite, municípios, imagens de alta resolução Google, Massa d'água permanente, cotas inundáveis e modelos digitais de elevação.

Noutra escala, como das cidades e vilas, possui formas para levantamentos altimétricos da malha urbana, mapeamento das infraestruturas e diagnóstico das regiões possivelmente impactadas pelo regime do Solimões. Isto para entender a escala micro da rede urbana, regiões de vulnerabilidade e segurança hidrológica.

Suas funcionalidades se empregado maior tempo de trabalho, são inúmeras: identificação de áreas sujeitas a inundação, áreas propícias a escassez de água, planejamento do uso e ocupação do solo, planejamento urbano e etc. Servindo como base para entender o comportamento das cheias e secas durante o ano e seus impactos nos espaços ocupados. Se agregada a informações climatológicas, esta plataforma pode se tornar peça chave para a melhoria das condições de vida na região, principalmente para a captação de água da chuva.

Por se tratar de uma plataforma criada num software livre, esta não possui limitações para seu compartilhamento, capacitação e desenvolvimento. Portanto, não se trata de uma tecnologia impossível de ser transmitida, sendo agregada a conhecimentos geográficos, climatológicos e empíricos, possibilita interpretações das mais diversas situações, até mesmo simulações de enchente.

Tabela 1: Síntese de dados espaciais do DE'A

Informação	Fonte	Abrangência	Função	Ano
Localidades/Comunidades/Aldeias indígenas	Exército	Nacional	Localizar os Aglomerados humanos	2011
Infraestrutura urbana de Campo Alegre	Levantamento de Campo	Local	Localizar as infraestruturas	2015
Vias de Campo Alegre	Levantamento de Campo/Cartogramas	Local	Identificar as vias e a forma urbana	2015
Setores Censitários	IBGE	Nacional	Coletar informações socioespaciais sobre as vilas	2010
Municípios	IBGE	Nacional	Localizar as vilas em seus devidos municípios	2010
Hidrografia	ORE/Hybam	Internacional	Hidrografia	2015
Massa d'água permanente	Exército/Ministério dos Transportes	Nacional	Observar o leito e a forma da hidrografia	2011
Terrenos sujeitos a inundação	Exército	Nacional	Definir as cotas inundáveis	2010
Curvas de Nível	NASA/SRTM	Internacional	Gerar MDE's e definir cotas inundáveis	2000
Cenas LANDSAT TM5	INPE	Internacional	Identificar as cenas das imagens de alta resolução	2010
Matriz Amazônica Legal	INPE	Internacional	Base para os dados	1998
Matriz da América Latina	NASA	Internacional	Base para os dados	2012

Fonte: Banco de dados DE´A, 2016

Este banco de dados, além das informações espaciais, possui diversas ferramentas analíticas para análise espacial e suporte a decisão. Porém, para sua utilização plena e com domínio das ferramentas é necessário cursos de capacitação em SIG e em Qgis 2.14.1. Abaixo na Figura 109, pode ser observada a interface do banco de dados.

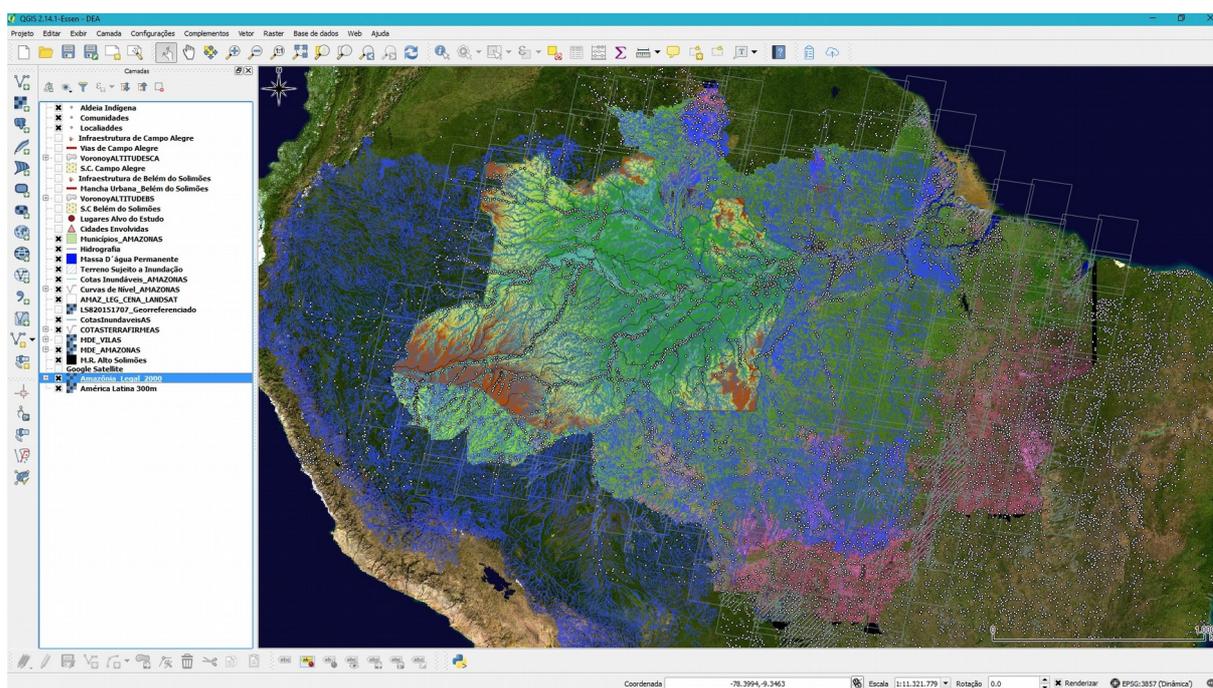


Figura 109: Interface do banco de dados DE´A

Fonte: Banco de Dados DE´A, 2016

Abaixo na Figura 110, pode ser observado uma síntese de dados para o estado do Amazonas, além das informações espaciais gerais sobre a América Latina e outros estados Brasileiros. Com camadas de altitude, hidrografia, regiões inundáveis e localização dos aglomerados humanos da região e todas as informações citadas na tabela acima.

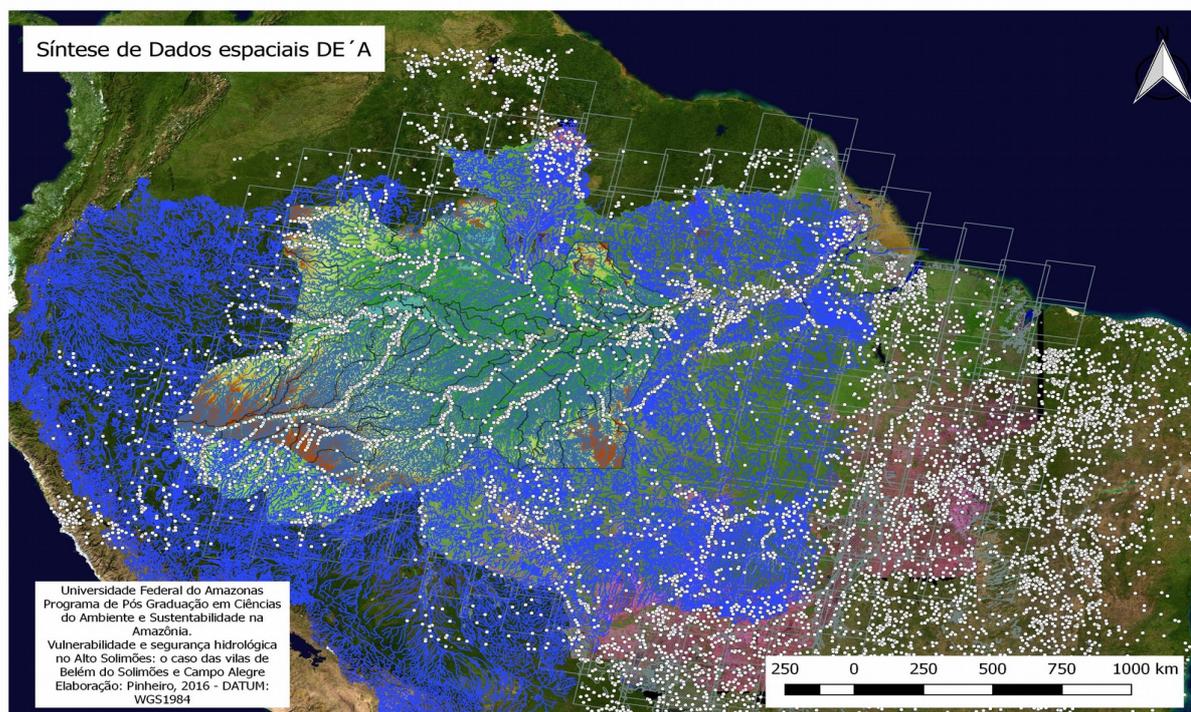


Figura 110: MAPSET D´EA

Fonte: INPE, 2010; Ministério dos Transportes, 2010; Exército, 2008; NASA, 2010; ORE-HYBAM, 2015 – Elaboração: Heitor Pinheiro, 2016

A Figura 110 apresenta nos pontos em branco, a quantidade de aglomerados humanos existentes e que se encontram às margens de corpos d´água, terra firme e em outras paisagens distintas. E a cada vez que se aproxima, reduzindo a escala, pode-se ter cenários distintos e que devem ser analisados de forma individual. Neste ponto, pode-se afirmar que não é possível utilizar as mesmas informações, em regiões distintas, para caracterizar as vulnerabilidades.

Como já dito, a hidrografia do Amazonas possui diversos regimes hidrológicos e com isto, momentos de cheias temporalmente distintas, assim como secas e condições meteorológicas. Por isso foi necessário centralizar a escala de análise para obter dados mais consistentes e demonstrar possibilidades.

Dando ênfase ao Alto Solimões, mais especificamente a duas vilas estudadas, para dar início ao preenchimento das lacunas de informação sobre a região, foi necessário estabelecer quais variáveis deviam ser cruzadas. Estas deviam indicar quais regiões são mais vulneráveis

a hidrologia e nestas regiões vulneráveis, se possuem cidades e vilas, uma classe de lugares mais críticos com relação a eventos extremos.

Ressalta-se, não é possível generalizar as classes de análises para estas variáveis em toda a calha. Isto, devido a forma do globo com suas variações geocêntricas e desníveis naturais da forma planeta. Para entender melhor o porquê dessa limitação, foi necessário agregar outras informações, para assim, justificar o não uso padrões de classes para calha inteira. Para isso utilizou-se o modelo de Ondulação Geoidal, pretendendo visualizar a diferença de altura do terreno de Leste para Oeste e de Norte para Sul do país.

Pode-se definir as utilidades do Modelo de Ondulação Geoidal, com base no IBGE (2015), “[...] torna-se necessário conhecer a diferença entre as superfícies do geoide e do elipsoide, isto é, a altura (ondulação) geoidal, para que se possa obter a altitude acima do nível médio do mar (denominada ortométrica).

Neste ponto, para o estado do Amazonas, é possível definir ao menos 8 regiões distintas, tendo variação até 40 metros, de 25 m ao -15m de diferença de altura geoidal. Dividir estas regiões em distintas para o banco de dados, é importante para ajustar a altimetria. Abaixo pode-se visualizar o modelo do MAPGEO, disponibilizado pelo IBGE para ilustrar este modelo de ondulação.

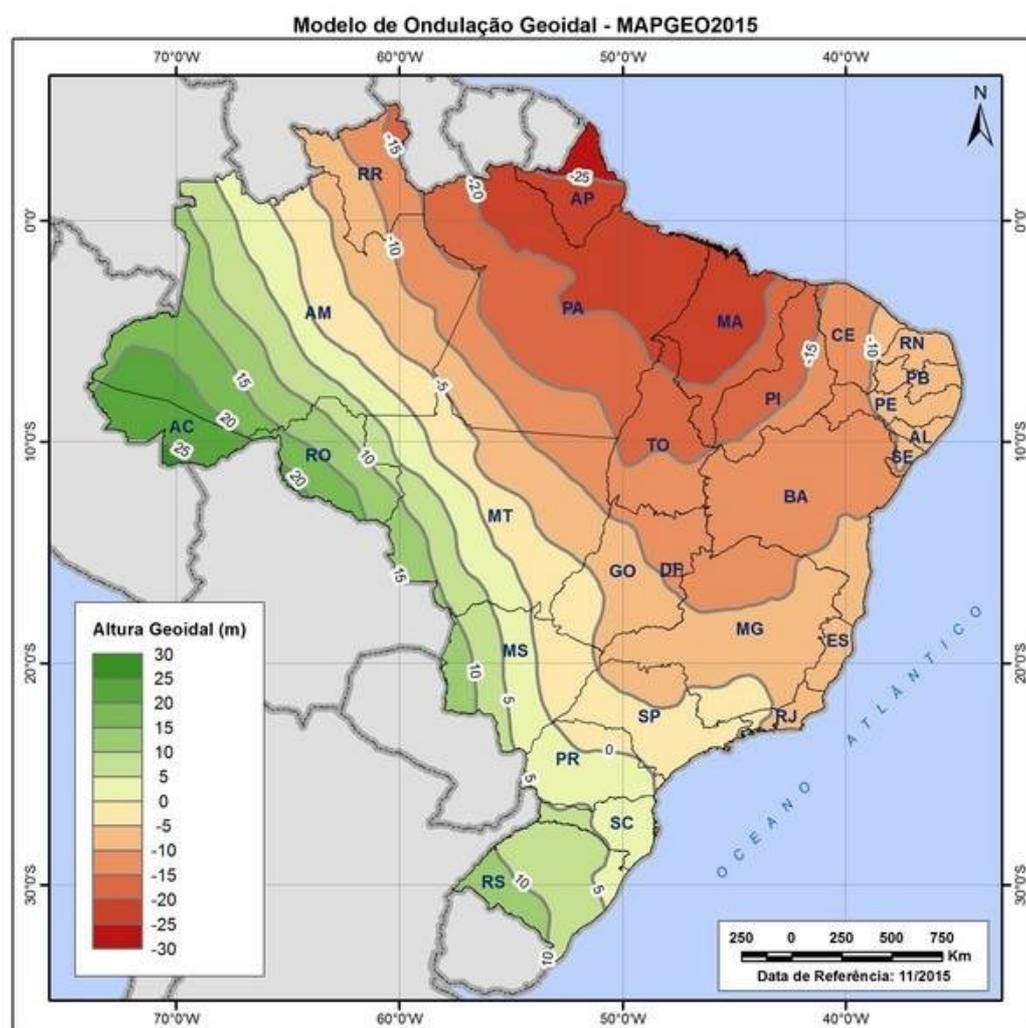


Figura 111: Modelo de Ondulação Geoidal

Fonte: IBGE, 2015

Entender que há uma diferença geoidal de Oeste para Leste na Amazônia é afirmar que há diferença altimétrica em relação ao terreno para cota de inundação. Onde, uma cota inundável próximo a Rio Branco não corresponde a uma cota de inundação no Alto Solimões, devido a inclinação da lâmina d'água. Por isso é difícil generalizar uma plataforma para toda região, tendo como base apenas MDE (modelo digital de elevação) da NASA. Isto mostra a necessidade de uma força tarefa para elaborar um modelo em maior escala e que possa atender qualquer realidade, de leste para oeste do estado.

Portanto, para uma melhor eficácia deste método, é necessário trabalhar apenas pequenas porções do espaço, para identificar localmente condições de vulnerabilidades

relacionadas ao meio social e a análise espacial empírica.

Nesta escala, das cidades e vilas, é possível um diagnóstico mais preciso com relação as inundações, secas, falta de chuva. Há pouca variação da inclinação da lâmina d'água em 10 km no entorno das vilas, porém quando as distâncias aumentam, torna-se necessário a existência de outros trabalhos de campo, criando assim pontos de controle.

Gerar pontos de controle, comparando cotas, o relevo e as condições atípicas hidroclimatológicas, pode criar um sistema eficaz para prever eventos extremos as margens dos grandes rios. Podem ser feitos com base em registros fotográficos georreferenciados, criação de réguas e um modelo de terreno para o lugar estudado.

Neste ponto voltando a realidade do estudo, serão apresentados resultados e possibilidades deste banco de dados para o Alto Solimões. Muitos resultados já foram utilizados no corpo do trabalho e todos os mapas utilizados surgiram como resultado também do DE'A.

Centralizando a análise no Alto Solimões, especificamente nas vilas de Belém do Solimões e Campo Alegre, o primeiro resultado a ser apresentado é uma representação 3D da localização e entorno destas vilas. Esta, possibilitando entender visualmente as formas de relevo e o porquê das áreas vulneráveis a hidrologia.

São regiões altas e baixas, próximas ou não de cursos d'água que permitem fazer uma descrição precisa da mancha urbana das vilas, melhorando o entendimento de pessoas que não conhecem a realidade local. Anteriormente foi comparado, no contexto deste trabalho, as condições geomorfológicas destas localidades. Mas, para apresentar as funcionalidades do DE'A, abaixo serão apresentados dois outros produtos altimétricos para se observar a relação das cotas de inundação (na cor azul-claro) e a localização da mancha urbana das vilas.

É possível observar por meio deste produto, uma maquete 3D do relevo apresentando um exagero vertical. Sendo a primeira representação obtida por meio do plug in Qgis2Threejs, adicionando uma imagem de satélite com fonte do Google Maps e as curvas de nível.

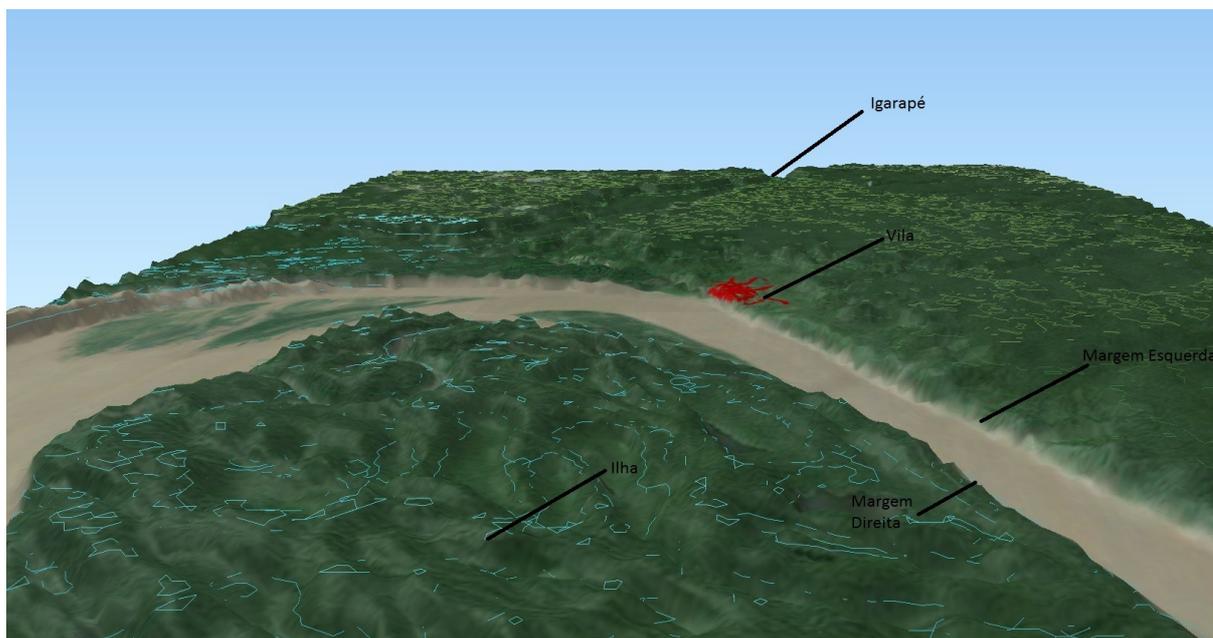


Figura 112: Modelo 3D Belém do Solimões

Fonte: Google Maps, 2014; NASA, 2010; Exército, 2008 – Elaboração: Heitor Pinheiro, 2015

Na ilustração acima, pode se observar as duas margens do rio Solimões a frente de Belém do Solimões, representada pelas linhas em vermelho. Onde na margem direita a frente da vila, há uma ilha sendo uma grande região inundável, enquanto na margem esquerda é inundável apenas uma região referente ao leito do Solimões e planície de inundação do Igarapé do Takana. Esta vila nesta análise está claramente fora da área de vulnerabilidade referente a eventos hidrológicos extremos de cheia já acontecidos.

Utilizando informações de áreas inundáveis do exército, MDE e imagens de alta resolução é possível replicar este resultado para todo estado do Amazonas com base no DE´A. Sabendo-se que para sua validação é necessário visitas para a supervisão das condições locais de cota e criação de marcos para identificar a altitude das grandes cheias.

Abaixo na Figura 113 em comparação a representação em 3D de Belém do Solimões, está a da vila de Campo Alegre e sua área de entorno. Com geomorfologia diferente, esta vila encontra-se quase totalmente numa região inundável, tanto a margem esquerda quanto a direita. É interessante ressaltar, que existem novas deposições de sedimento formando novos espaços e que não estavam lá no momento do mapeamento SRTM da NASA no ano de 2010, isso sendo possível observar pela utilização de duas informações temporalmente distintas. Este tipo de informação é interessante, para entender modificações na paisagem, podendo

resultar em análises temporais de mudança na geomorfologia, além de simular a inundação.

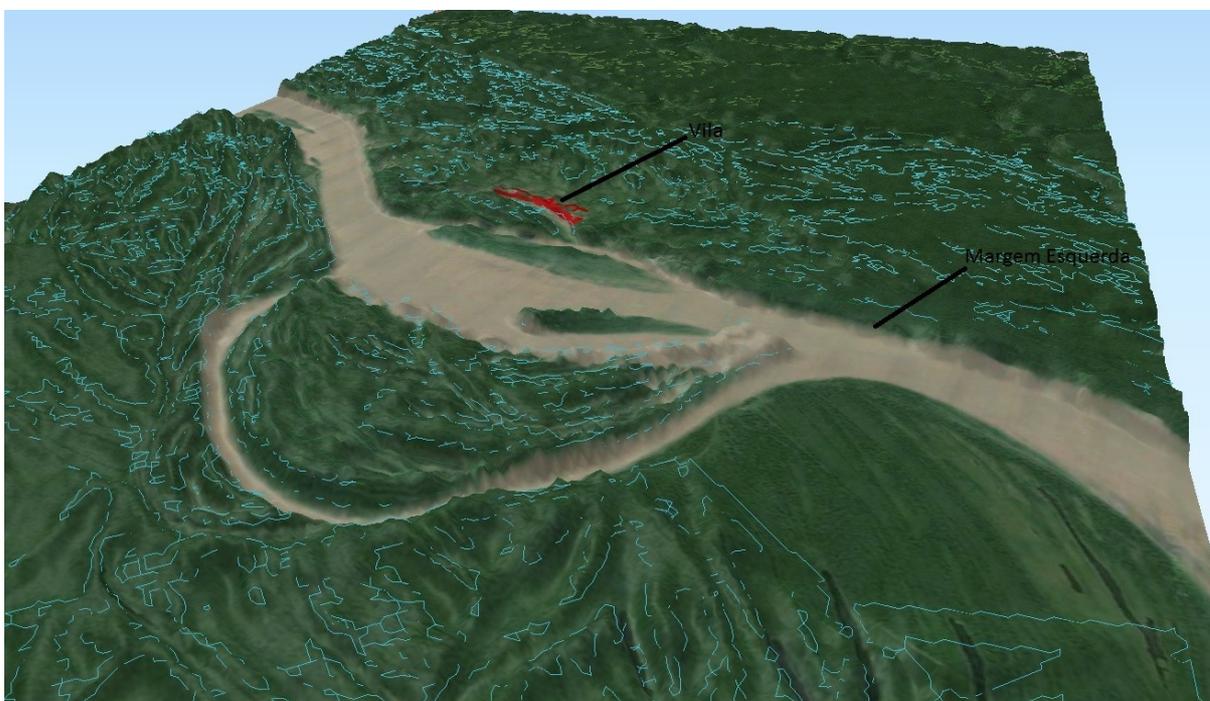


Figura 113: Modelo 3D de Campo Alegre

Fonte: Google Maps, 2014; NASA, 2010; Exército, 2008 – Elaboração: Heitor Pinheiro, 2015

Sendo a peça que faltava para poder gerar um sistema de alerta eficaz, uma base de dados concreta e bem referenciada possibilita várias interpretações. Para tanto, torna-se necessário uma descrição do funcionamento de suas formas e ferramentas. Além de um pequeno resumo de suas formas de utilização.

O primeiro passo para a definição deste banco de dados, foi a utilização de uma imagem de satélite de toda Amazônia brasileira como fundo para a sobreposição das informações. Com relação a imagens de satélite também fora utilizado uma de maior alcance, englobando toda a América do Sul. Esta, com o objetivo de destacar a continuidade dos cursos d'água e posteriormente informações climatológicas para toda região.

A primeira imagem foi obtida por meio do banco de dados do INPE, sendo parte de um mosaico LANDSAT com resolução espacial de 150 metros e a segunda com base nos mapeamentos em grande escala da NASA. Sendo reprojctadas para poder servir como base do projeto, estas imagens encontram-se atualmente no DATUM WGS1984 sendo projetadas geograficamente para manter as formas do espaço.

A Camada base para elaborar estes modelos 3D é um recorte da matriz SRTM do ano de 2010 no formato da microrregião do Alto Solimões. A partir deste recorte foi possível extrair as curvas de nível, que recortadas da camada de regiões inundáveis, foi possível definir a altitude das regiões inundáveis.

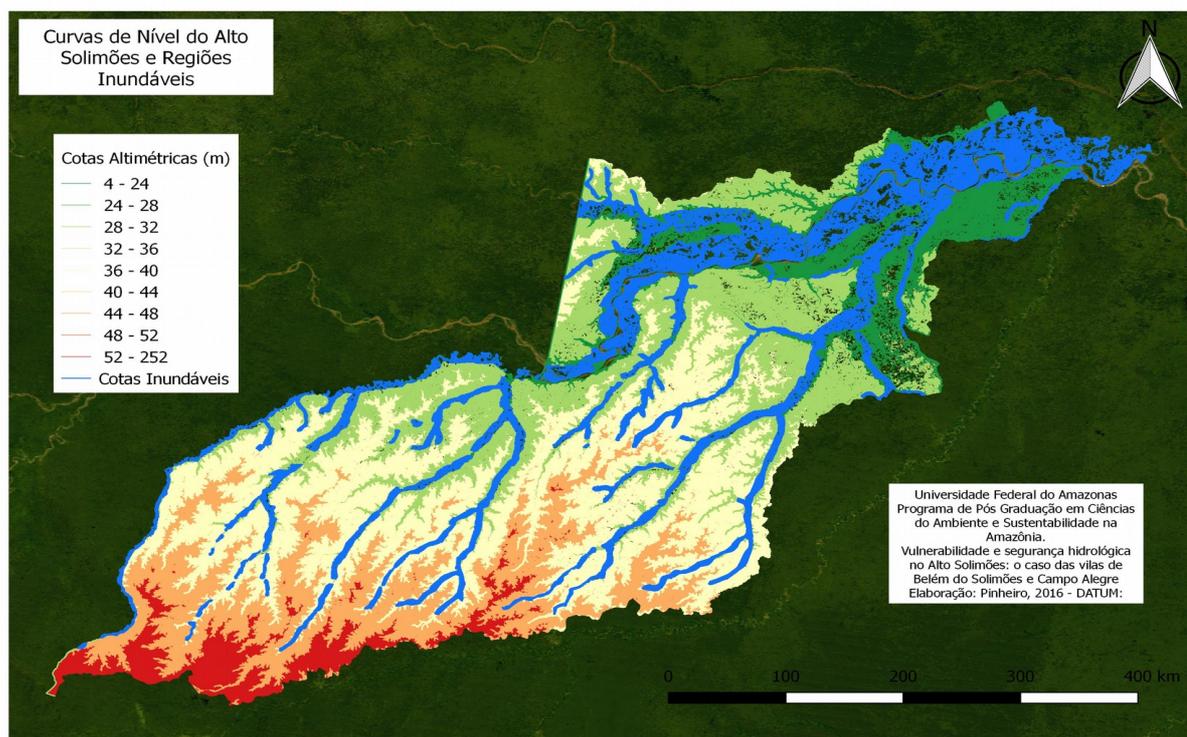


Figura 114: Curvas de nível e regiões inundáveis em azul, recorte do Alto Solimões

Fonte: Nasa, 2010; Exército, 2010 – Elaboração: Heitor Pinheiro, 2016

Porém, como todas as cheias não são iguais, torna-se necessário o monitoramento em campo para poder assim identificar a altitude exata do nível das águas em cada inundação, a necessidade de uma régua.

Neste caso, para o ano de 2015, fora realizado levantamento por meio do uso de GPS para obter um nível de controle tanto na cheia quanto na seca para as vilas estudadas. Este levantamento foi feito nos meses de maio e outubro, pico de cheia e seca, indicando o nível das águas para assim poder plotar os dados.

Como não foi possível realizar o mapeamento total das altimetrias em campo, foi realizado um procedimento pós campo, com base da grade de pontos criada e com a utilização do *plug-in elevation*. Este *plug-in* utiliza informações do Google Maps para obter uma

altitude precisa dos pontos no terreno.

Como resultado, pode-se observar uma malha de pontos com informações geográficas X, Y e Z. Estas informações, posteriormente são processadas no método de poligonização de Voronoi, gerando polígonos de áreas próximas aos pontos coletados. Isto é feito por meio de um processo automatizado, gerando áreas. Após a análise espacial e todo trabalho cartográfico de criação de classes que representem a realidade local, surge a representação.

Pode-se observar na representação, condições muito parecidas com a realidade encontrada em campo, porém a eficácia da extrapolação pode gerar erros não perceptíveis a quem não conhece a realidade local. Este erro não afeta a validade do procedimento chegando apenas próximo a 10% da área total analisada. Abaixo pode-se visualizar o primeiro resultado para a Vila de Belém do Solimões, suas áreas de vulnerabilidade e segurança referente ao regime hidrológico.

Como no diagnóstico, poucas regiões vulneráveis grandes cheias em Belém do Solimões foram representadas. Apenas regiões que encontram-se numa cota altimétrica abaixo do nível das ruas, como o final dos arruamentos em barrancos podem ser consideradas como vulneráveis a cheias extremas. O núcleo da vila em si está fora desta área, onde, apenas a porção leste próxima ao curso d'água é afetada. Todas as infraestruturas urbanas da vila encontram-se em regiões seguras (escolas, igrejas e etc), apenas algumas casas no bairro do coração (visível no cartograma de Belém do Solimões), sofrem com o aumento da lâmina d'água.

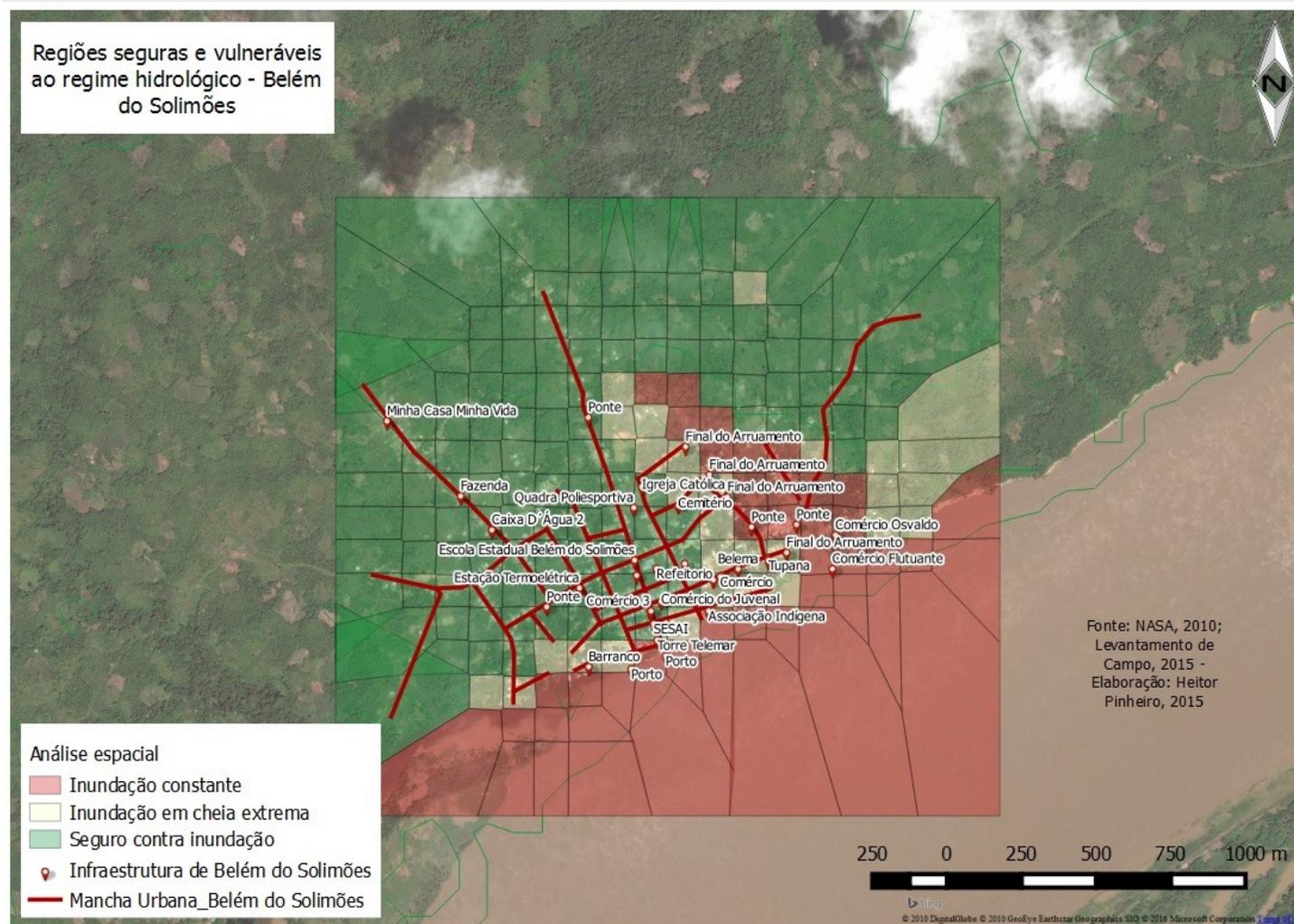


Figura 115: Representação de regiões seguras e vulneráveis a eventos de cheia – Belém do Solimões

Fonte: NASA, 2010; Levantamentos de Campo, 2015 – Elaboração: Heitor Pinheiro, 2015

Em Campo Alegre a realidade é diferente e confirma o diagnóstico de campo. Grande parte desta vila encontra-se em área constantemente inundável e outra parte considerável da mancha urbana, em regiões inundáveis em eventos de cheias extremas. Todas as casas a margem do igarapé da Rita, centros comunitários sofrem com a inundação. Apenas as escolas e algumas casas próximas estão aquém da lâmina d'água nas cheias. Muitas das infraestruturas urbanas são afetadas e grande parte das habitações ficam com mais de 1 metro de água em seu interior. Pode-se observar esta descrição na representação da malha urbana e infraestruturas de Campo Alegre abaixo.

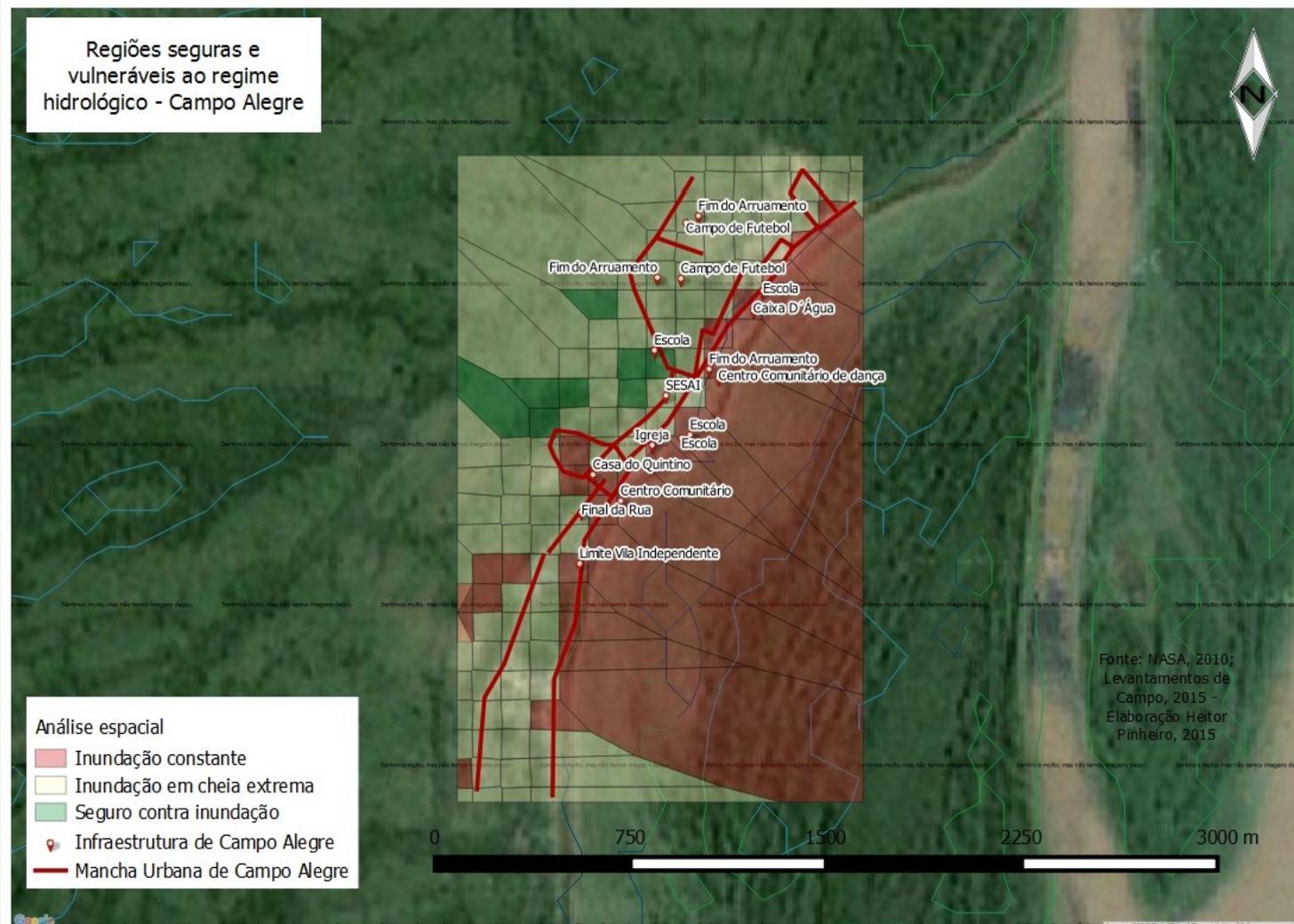


Figura 116: Representação de regiões seguras e vulneráveis a eventos de cheia – Campo Alegre

Fonte: NASA, 2010; Levantamentos de Campo, 2015 – Elaboração: Heitor Pinheiro, 2015

3.2 – Pequenas Ações Grandes Mudanças

Para uma melhoria na qualidade de vida das populações amazônicas pequenas ações práticas tornam-se necessárias, além do envolvimento de estudantes e pesquisadores no desenvolvimento de tecnologias e implantação destas em lugares necessitados. Atualmente, a cargo dos avanços tecnológicos, nunca a civilização humana teve tanto potencial para mudar e melhorar sua qualidade de vida, mas, isso necessita de envolvimento e planejamento.

Novas tecnologias e a facilidade de encontrar alternativas *online* para os mais diversos problemas encontrados *in loco* mostram que cada dia mais a população está capacitada para satisfazer suas necessidades de forma ímpar. Neste ponto e para mostrar que soluções simples podem mudar a vida das pessoas as margens dos grandes rios, apresentaremos duas alternativas para melhorar a captação de água potável nas vilas estudadas. Estes sistemas serão apresentados de acordo com a NBR 15527/2007, visando atender a necessidade de uma habitação com 5 pessoas e uma escola para 50 alunos. Estes projetos surgiram da vivência e da identificação destas necessidades, visando melhorar o acesso à água da população em suas residências e nas infraestruturas que necessitam. A NBR 15527, regulamenta que o aproveitamento segundo estas normas deve ser feito para fins não potáveis, porém, após a inserção de filtros e do tratamento por cloro da água coletada, esta água pode considerada apta para o consumo.

Neste ponto é necessário entender quais os fundamentos básicos para um sistema funcional de captação de água da chuva, como este pode ser redimensionado per capita e qual eficiência dos mesmos em períodos de estiagem (Agosto a Outubro na região).

Um sistema de captação de água da chuva possui os seguintes componentes: (i) área de captação da água da chuva (telhado do imóvel); (II) Calhas e Condutores: do telhado a água da chuva migra para as calhas e em seguida para os condutores, os quais devem ser fabricados com materiais inertes, como PVC; (III) Mecanismos de remoção de impureza: utilizado para o tratamento da água, como o filtro lento de areia, que é constituído de um leito de areia o qual está apoiado por um leito de cascalho; (IV) Reservatório: local para o armazenamento da água da chuva, (v) Bomba: usada para bombear a água captada e armazenada no reservatório inferior para um reservatório elevado; (vi) Válvula de retenção: utilizada após a bomba para que a água não retorne. (JÚNIOR & PÊGO,2012)

Diferente de outras porções da Amazônia, o Alto Solimões possui um “hotspot” de chuvas que permite um acumulado de precipitação de aproximadamente 2000 mm anuais. Esta informação pode ser confirmada por meio de dados orbitais de pluviosidade. Assim,

pode-se afirmar que se na porção oeste da Amazônia brasileira não é possível o funcionamento deste tipo de sistema, durante o ano todo, não é possível em lugar nenhum do mundo. A grande quantidade de acumulado de precipitação é responsável por uma fonte quase interminável de água potável, onde, as dificuldades de acessar este recurso, são formas de armazenamento e filtragem.

Mesmo em momentos secos, como o registrado no ano de 2015, onde as influências do El Niño causaram uma diminuição perceptível da precipitação, em momentos de seca, sistemas de captação feitos de forma ideal, podem ajudar a capturar e armazenar água suficiente para uma habitação ou até mesmo uma instituição. Os problemas para este tipo de instalação, nas regiões longínquas da Amazônia, são a falta de informações sobre estes sistemas, o custo de transporte dos materiais e o preço.

Há muitas alternativas para a filtragem e armazenamento de água potável, pode-se utilizar desde filtros industrializados de carvão ativo, até mesmo, filtros artesanais com o uso de areia, seixo e carvão vegetal. Sendo uma técnica relativamente simples, o seu funcionamento depende diretamente das relações de pressão da água, armazenamento e dimensionamento da superfície coletora. Porém, mesmo com todo planejamento e com o mais eficaz sistema de captação, depende-se diretamente da chuva para seu funcionamento.

Neste ponto, pode-se definir água potável de acordo com a portaria 518/2004 do Ministério da Saúde: *água potável é a água para o consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendem ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos a saúde.* Nesta mesma portaria, um sistema de abastecimento de água para o consumo humano pode ser definido como: *instalação composta por conjuntos de obras cíveis, materiais e equipamentos, destinada à produção e a distribuição canalizada de água potável para populações, sobre responsabilidade do poder público, mesmo que administrada em regime de concessão ou permissão.*

Assim, como o poder público não cumpre com suas obrigações e as necessidades de acesso à água são críticas, outras formas de se obter água potável devem ser estudadas. Distante da realidade e do entendimento do Ministério da Saúde em Brasília, onde é necessário requerer, junto à autoridade de saúde pública, autorização para o fornecimento de água, apresentando laudo sobre a análise da água a ser fornecida. Incluindo os parâmetros de qualidade previstos na portaria 518, neste contexto, surgiram algumas ideias de como planejar sistemas de captação para a realidade da região.

Entendendo a realidade, também de forma participante, o projeto a abaixo foi desenvolvido com o auxílio dos pesquisadores e de professores locais, sendo desenvolvido de forma criativa e utilizando componentes encontrados nas localidades.

3.2.1 – Sistema de captação armazenamento e filtragem de água da chuva

Este sistema é um dos mais simples de ser implantado, necessita apenas de uma superfície captadora (telhado de uma habitação no caso), canos de PVC de 100 mm (para a calha), canos PVC de 100 mm (para a conexão com o sistema de abastecimento), conexões para cano 100 mm, caixa d'água de 5000L (unidade de armazenamento), dois garrafões de água de 20L (para os filtros), torneiras, seixo, areia e carvão vegetal. O seu funcionamento consiste em captar água das calhas depositando na unidade de armazenamento, onde, a partir dela, a água é direcionada aos filtros artesanais de forma a separar partículas maiores para o consumo final em torneiras. É um processo que melhora a qualidade da água e se executado em escalas maiores pode servir como base para o abastecimento de várias famílias ou até mesmo de comunidades pequenas, não dispensando o uso do hipoclorito.

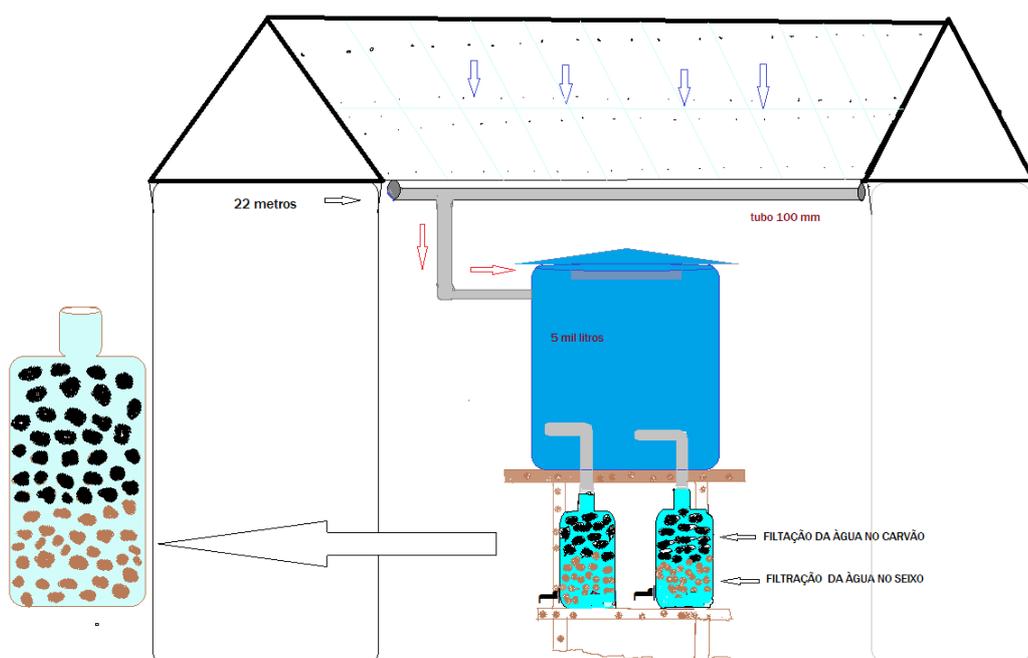


Figura 117: Sistema de captação e filtragem de água da chuva experimental

Fonte: Oficinas participantes, 2015

Esta solução é a mais simples para melhorar a qualidade do abastecimento de água para o consumo humano, porém, necessita de testes. Por se tratar de algo experimental, não se sabe ao certo, sua eficácia e sua necessidade de manutenção durante o ano.

De acordo com o manual de captação e armazenamento de água da chuva, elaborado pelo instituto de permacultura e ecovilas do cerrado em Pirenópolis (GO), em 2005, *à água da chuva normalmente é limpa e livre de poluição e, se for capturada e armazenada de forma correta, pode suprir as necessidades de uma família durante o ano todo.* Esta água, pode ser definida de acordo com a NBR 15527/2007 como, *água resultante de precipitações atmosféricas coletadas em coberturas, telhados, onde não haja circulação de pessoas, veículos e animais.*

Como indica também o manual, em localidades com taxas de precipitação de 400 mm/ano (habitual semiárido brasileiro), um telhado de 60 m² é capaz de captar cerca de 24.000 litros de água anualmente. Esse volume é suficiente para fornecer 15 litros por dia de água limpa para uma família de 4 pessoas durante o ano todo. Para a região amazônica, principalmente sua porção oeste, onde as quantidades de chuvas acumuladas chegam a 2000 mm/ano, estes sistemas de captação de água tem sua eficácia comprovada. Isto pode ser provado pela imensa quantidade de sistemas de captação de água artesanais encontradas nas vilas no momento do diagnóstico.

No Alto Solimões, o mesmo telhado de 60 m² pode obter uma quantidade 120.000 litros, esta quantidade é suficiente para fornecer cerca de 80 litros por dia para uma família de 4 pessoas. Cada metro quadrado de telhado, numa região que possui 2000 mm de precipitação anual pode fornecer 2000 L. Neste ponto é importante saber qual a quantidade de chuva anual para as vilas estudadas é de suma importância para poder dimensionar as proporções do projeto e assim utilizar ao máximo suas potencialidades. Esta necessidade pode ser sanada com a instalação de pluviômetros e da capacitação de pessoas para seu registro e entendimento do funcionamento do regime.

Para melhorar a previsão de aproveitabilidade das águas da chuva podemos também utilizar o método Azevedo Neto (1998). Este consiste em entender o volume numérico de água aproveitável, sendo descrito pela equação $V = 0.42 \times P \times A \times T$. Onde, (V) corresponde ao valor numérico do volume de água aproveitável e o volume de água do reservatório, expresso em litros; (P) ao valor numérico da precipitação anual, expresso em milímetros; (A) o valor numérico da área de coleta em projeção, expresso em metros quadrados e T o valor

numérico do número de meses de pouca chuva ou seca. (NBR 15527, 2007)

Este método, se aplicado para a região de estudo, mostra quê, para 1 metro quadrado de superfície de coleta, os resultados são satisfatórios. Substituindo as variáveis da equação pela realidade local obtêm-se a seguinte fórmula: $V = 0.42 \times 2000 \times 1 \times 6$, e seu resultado $V = 5040$ litros/ano. Esta fórmula tem como base a hipótese subestimada, onde, dos 12 meses de precipitação apenas 6 meses são aproveitados.

Visualizando esta possibilidade, melhorar os sistemas artesanais encontrados nas vilas não é de fato complexo, muitas vezes o simples aumento na quantidade da água captada depende somente do acréscimo de calhas para cobrir toda superfície de coleta. A maioria dos sistemas encontrados nas vilas não utilizam nem 25% da superfície de coleta, desperdiçando a água prejudicando a quantia final de armazenamento.

Após todos os aportes técnicos necessários para a construção de um sistema de captação de água da chuva eficaz, serão apresentados os dois projetos para a realidade local. Levando em conta as infraestruturas passíveis de aplicação do método e problemas de fácil resolução para a melhoria da qualidade de vida.

A primeira solução a ser apresentada é o sistema de coleta e armazenamento para uma escola para 50 alunos. Este projeto tem como base conceitual, uma infraestrutura existente na comunidade de Vila Independente, podendo ser redimensionada e aplicada a qualquer escola, tanto em Campo Alegre quanto em Belém do Solimões.

O projeto consiste em uma superfície de coleta de aproximadamente 30 m x 5 m, concedendo uma superfície de 150 m² de área de captação. Esta superfície, na região estudada, se aplicado o método de Azevedo Neto, subestimado para 6 meses, pode fornecer cerca de 756.000 litros/ano de água, para as atividades da escola. Esta quantia se dividida para os 12 meses do ano, apresenta um valor mensal de 63.000 litros mensais. Isto se dividido para os 50 alunos, 1260 litros mensais referentes a 42 litros diários, quantidade suficiente para o manutenção das atividades, também para a distribuição de água em sua região.

Para esta dimensão, o projeto deve contar com o mínimo de 50.000 litros de armazenamento, onde, este armazenamento, pode ser dividido por 5 tanques de 10.000 litros ou 10 tanques de 5.000 litros, dependendo da facilidade de transporte e custo.

Tabela 2: Itens para o armazenamento de água.

Item	Valor Unitário	Quantidade	Total
Caixa D'Água 10000 L	R\$ 4.000,00	5	R\$ 20.000,00
Caixa D'Água 5000 L	R\$ 1.700,00	10	R\$ 17.000,00
		Total	R\$ 37.000,00

Fonte: Mercado Livre, fevereiro de 2016

Para o projeto a seguir será utilizado 10 tanques de 5000 litros, visando a economia e a facilidade de implantação. Tanques maiores, além do custo elevado, necessitam de uma estrutura maior para sustentar as 10 toneladas de água coletada em seu nível completo. Para uma melhor qualidade da água armazenada, pode-se utilizar tanques de PVC, ou se houver a possibilidade, a construção de reservatórios de ferro-cimento diminuindo o custo de implantação. Abaixo pode-se observar um modelo de reservatório ideal para água potável.



Figura 118: Caixa d'água de PVC 5000L

Fonte: Google images

Para a instalação e a continuidade do projeto, segundo as indicações de JÚNIOR & PÊGO (2012), é necessário a instalação de calhas de captação de água da superfície para os reservatórios. Estas calhas podem ser compradas como mercadoria pronta, porém podem ser adaptadas de estruturas já existentes nas localidades. As mesmas podem ser feitas de canos de PVC de 100 mm, restos de telhas de alumínio, onde parte de sua superfície pode ser serrada,

possibilitando canalizar a água precipitada para as conexões. Este tipo de tubulação, de PVC, se apresenta pelo comprimento de 6 metros por 100 mm de diâmetro, sendo necessário para cobrir os 60 metros lineares da superfície de captação são necessário 10 tubos e 2 joelhos para conexão.

Tabela 3: Itens para o sistema de coleta

Item	Valor Unitário	Quantidade	Total
Cano PVC 100 mm	R\$ 61,50	10	R\$615,50
Joelho 90 PVC	R\$ 24,14	2	R\$ 48,28
Capa p/cano 100 mm	R\$ 25,00	2	R\$50,00
Adaptador roscável com anel de vedação	R\$ 11,90	20	R\$238,00
Tubo Rosqueável 1/2"	R\$ 44,39	4	R\$ 177,56
Filtro de Passagem	R\$ 69,00	2	R\$ 138,00
		Total	R\$ 1.267,34

Fonte: Mercado Livre, fevereiro de 2016

Para a finalização da unidade captadora são necessários itens imprescindíveis, são eles, capa para tubo de 100 mm, joelho de conexão 90 graus 100 mm, filtro de passagem para a separação de eventuais folhas e detritos maiores coletados na superfície do telhado. Também para a conexão entre as unidades de armazenamento é necessário tubulação de 1/2" e suas devidas conexões, para realizar a interconexão entre as unidades de armazenamento. O primeiro filtro (passagem) é de suma importância numa região com bastante vegetação, podendo para evitar eventuais entupimentos do encanamento, das calhas diminuindo o número de manutenções. Abaixo podem ser visualizados imagens dos materiais necessários para a construção eficaz do sistema.



Figura 119: Filtro de passagem



Figura 120: Capa p/cano 100 mm

Fonte: Google images

Para finalizar este sistema, as unidades de armazenamento podem ser organizadas espacialmente em posições distintas de acordo com a necessidade. Isto para otimizar a utilização da água em banheiros, bebedouros, distribuição de água e etc. Neste caso serão feitos duas linhas de 25.000 litros, uma para uso exclusivo da escola e outra para fornecer água potável para comunidade em épocas de seca.

Para a utilização desta água para serviços diários, não é necessário nenhum tratamento prévio, só a canalização e o dimensionamento da pressão da água. Porém para o consumo humano direto é necessário outro tipo de filtro capaz de purificar a água segundo os parâmetros do Ministério da Saúde. Para essa finalidade pode-se utilizar filtros de carvão ativado, vários modelos deste tipo de filtro podem ser encontrados na internet. Sua potência de filtragem/hora pode ser também dimensionada de acordo a tamanho do sistema, podendo ser adicionado antes ou depois do armazenamento.

Tabela 4: Item de filtração

Item	Quantidade	Valor unitário	Valor total
Filtro de carvão ativado 300L/hora	4	R\$119,90	R\$ 479,60

Fonte: Mercado Livre, fevereiro de 2016



Figura 121 Filtro de carvão ativado

Fonte: Google Images

Para ilustrar como seria o sistema já pronto, foi necessário agregar modelos 3D para o entendimento da montagem, facilitando sua reprodução. Para tanto, foi criado um projeto singular e hipotético com as dimensões desejadas indicando como se encaixam as peças e como deve ficar o posicionamento das unidades de armazenamento. Para o sistema de suporte dos tanques podem ser utilizadas madeiras da região ou concreto para uma durabilidade maior. Abaixo algumas imagens podem ilustrar as instalações e como ficará o funcionamento do sistema.

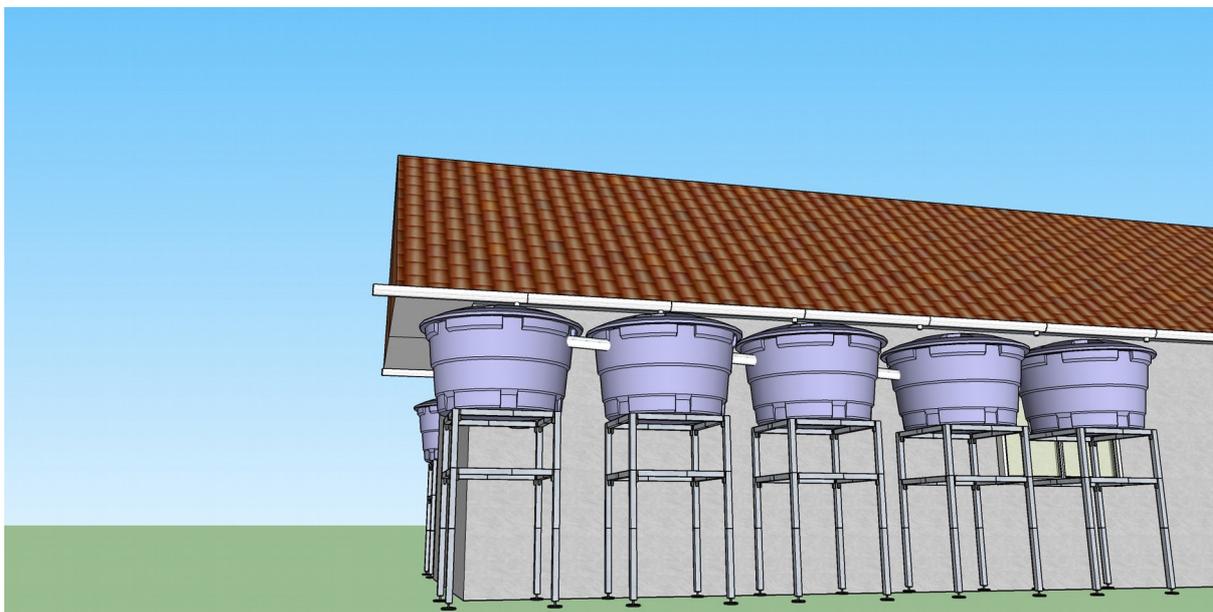


Figura 122: Alinhamento e altura das caixas d'água

Fonte: 3dwarehouse – Elaboração: Heitor Pinheiro, 2016

Acima na figura 122, pode-se visualizar como ficaria os 25.000 litros reservados para os serviços diários da escola. Esta água que não será de consumo humano direto, seria ligada ao encanamento da escola servindo para banheiros, torneiras, cozinha e etc.

A altura da montagem deve obedecer um leve desnível da caixa que capta a água e a última que distribuirá, o encanamento que interliga, também deve possuir um leve desnível para que possa encher corretamente ambas caixas, não permitindo o transbordamento. A altura da base da unidade captadora, deve ser de aproximadamente 2 metros do chão e o desnível cerca de 30 cm da primeira a última caixa d'água. Deve-se manter sempre o sistema fechado, para evitar contaminações, proliferação de insetos, assim evitando limpezas contantes do sistema. Devido o filtro separador, a limpeza do sistema deve ser feita em aproximadamente 6 meses após a instalação, se após esses primeiros 6 meses o sistema não apresentar necessidade de limpeza o mesmo poderá ser feito em até em 12 meses, dependendo da localidade.

Outra parte do sistema de captação para a escola para pequenas vilas e comunidades é a distribuição de água potável para a população. A mesma deve ser feita a partir de um filtro de carvão ativado o qual é conectado a uma torneira de duas saídas, esta parte do sistema também pode ser interconectada, com o auxílio de um filtro, a um bebedouro interno na escola. Abaixo a exemplificação da instalação do filtro externo para distribuição.

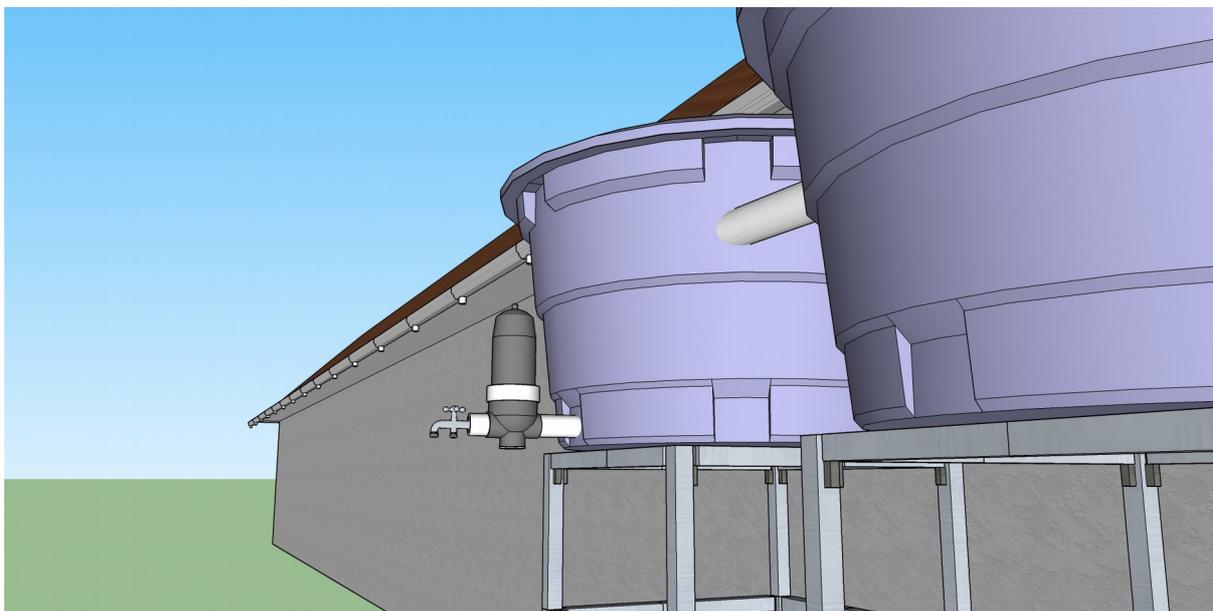


Figura 123: Filtro de carvão ativado

Fonte: 3dwarehouse – Elaboração: Heitor Pinheiro, 2016

É importante a instalação, se possível, de filtros e torneiras em todas as caixas de armazenamento, proporcionando filtragem mais rápida e a utilização de toda água dos reservatórios. Diferente do sistema de utilização para os serviços, onde há conexão direta na parte inferior do reservatório, o sistema para água potável deve ser independente para filtrar quantidades maiores de água.

O segundo projeto tem como base uma habitação para 5 habitantes e sua utilidade deve ser feita tanto para o consumo direto como para as atividades domésticas. Para ilustrar será utilizado um modelo de habitação de 5 m x 5 m onde a superfície de captação de água será de 25 m². Este sistema será capaz de captar cerca de 126.000 L/ano, segundo fórmula de Azevedo Neto, sendo subestimado para 6 meses de precipitação apenas. O sistema será capaz de armazenar cerca de 10.500l/mês, distribuindo 70L diários para os 5 habitantes, condições ideais para o uso doméstico e melhoria na qualidade de vida.

Este sistema não se diferencia em termos de material do elaborado para a escola, possuindo apenas um redimensionamento da unidade de armazenamento. Esta unidade, necessita de no mínimo 5.000 litros de armazenamento, sendo ideal 5.000l (para necessidades diárias) + 1.000l (para consumo direto), assim dimensionado para um melhor aproveitamento das condições pluviométricas.

Este sistema, por ser menor, pode aproveitar unidades de armazenamento como

garrafões de água no caso de transbordamento. Capturar água sem longas distâncias é algo que melhora bastante a qualidade de vida, este tipo de sistema pode implantado em locais centrais das vilas, visando acesso fácil a água potável.

Este sistema deve ser montado em uma das extremidades da habitação, sendo conectada aos dois lados da calha. Deve ser feita uma conexão entre o tanque de 5.000L ao de 1.000L, onde, o filtro de carvão ativado pode ser adicionado tanto dentro quanto fora da moradia. De preferência, deve-se ligar o armazenamento maior aos serviços internos da habitação e uma conexão do menor para o abastecimento de água potável, podendo o mesmo ser limpo unitariamente. Este, deve estar a no mínimo 1,80 m do solo, sobre uma superfície que pode fazer parte da habitação ou ser externa, sendo de madeira ou concreto.

A exemplificação deste sistema pode ser observada abaixo no modelo 3d feito também por meio do software Sketch Up. Todos os modelos são conceituais, utilizando algumas medidas e exemplos de caixas d'água, encanamentos, suportes.



Figura 124: Sistema para habitação de cinco pessoas

Fonte: 3dwarehouse – Elaboração: Heitor Pinheiro, 2016

O custo desta instalação é evidentemente menor do que o da escola e pode ser feito com caixas d'água já existentes nas habitações. O custo deste tipo de sistema é elevado para a receita de muitas famílias do interior do estado, porém, pode haver por parte do Estado uma linha de financiamento e a criação de materiais de menor valor para famílias em regiões de

vulnerabilidade hidroclimatológica. Abaixo pode ser visualizado o orçamento do sistema.

Tabela 5: Sistema para habitação simples

Item	Valor Unitário	Quantidade	Total
Cano PVC 100 mm	R\$ 61,50	2	R\$123,00
Joelho 90 PVC	R\$ 24,14	2	R\$ 48,28
Capa p/cano 100 mm	R\$ 25,00	2	R\$50,00
Adaptador roscável com anel de vedação	R\$ 11,90	2	R\$23,80
Tubo Rosqueável 1/2"	R\$ 44,39	2	R\$ 88,78
Filtro de Passagem	R\$ 69,00	1	R\$ 69,00
Filtro de carvão ativado 300L/hora	R\$119,90	1	R\$119,90
Caixa D'Água 1000L	R\$ 345,00	1	R\$ 345,00
Caixa D'Água 5000 l	R\$ 1.700,00	1	R\$ 1700,00
		Total	R\$ 2.567,76

Fonte: Mercado Livre, fevereiro de 2016

Por fim, após todo planejamento e redimensionamento dos sistemas para a captação de água da chuva, fica claro que não é de extrema dificuldade e custo a instalação e o funcionamento de serviços que descentralizam a obtenção de água, para a individualidade de cada habitação. Com o incentivo por parte do Estado, a falta de água crônica pode ser extinta no interior do Amazonas, por agora está sendo tratada de maneira homeopática. Além disso, com a capacidade de adaptação e a engenhosidade das populações ribeirinhas, estes sistemas podem continuar a serem modificados, para que num futuro próximo, sirvam também para a irrigação, saneamento básico e as necessidades do cotidiano.

Ressalta-se que a água é de fundamental importância para a qualidade de vida humana, assim como seu bem-estar e desenvolvimento. Acesso a água de qualidade e um baixo custo, pode ser a peça que faltava no quebra-cabeças das regiões de vulnerabilidades hidrológicas. Se por um ponto as populações estão adaptadas ao nível excepcional das águas, a oferta de água de baixa qualidade para o consumo, pode causar enfermidades e muitas vezes implicações na saúde e segurança alimentar desta região.

CONSIDERAÇÕES

Por fim, a vulnerabilidade hidroclimatológica na Amazônia, para as populações humanas, é resultada de fatores referentes as condições climáticas globais e alterações na normalidade sazonal, além da geomorfologia e localização das cidades, vilas e comunidades. Porém, não são todas as cidades, vilas e comunidades vulneráveis, sua localização é fator primordial para esta situação. Noutro ponto, o aumento da ocorrência de eventos atípicos/extremos frequentes, são a principal causa de distúrbios no cotidiano destas populações. Acostumadas a eventos atípicos esporádicos, o aumento da frequência de grandes cheias e secas vem tornando parte do cotidiano.

Das vilas estudadas, ambas podem ser caracterizadas como vulneráveis, não pela mesma variável mas pelos mesmos fatores. Belém do Solimões, por seus momentos de seca reflete em uma região diretamente impactada pela falta de água potável, de agosto a outubro. Outra vulnerabilidade desta vila, é o forte impacto da velocidade das águas nas mudanças da geomorfologia local. A “terras caídas” exercem grandes impactos à “beira”, sendo registrado a perda de infraestruturas como a igreja antiga e parte do arruamento da margem que atualmente encontra-se recortado por buracos referentes ao evento de “terras caídas”.

Campo Alegre diferente de Belém do Solimões, possui grande vulnerabilidade ao nível excepcional das águas, tanto de cheia quanto de seca. No máximo das águas em eventos atípicos, grande parte da mancha urbana das vilas é inundada, esta inundação tem impactos principalmente a saúde humana e moradia. Este momento de vulnerabilidade dura aproximadamente 3 meses gerando graves distúrbios ao cotidiano, deixando a população desta a vila a mercê da diminuição do nível das águas para planejar as atividades cotidianas. No momento da seca, Campo Alegre sofre com a falta de água potável e de água para os serviços diários, tornando-a dualmente vulnerável.

Para minimizar e monitorar o impacto de eventos atípicos em pequenas porções do espaço, é necessário adicionar sistemas de monitoramento com réguas para a medição do nível da lâmina d'água e estações hidrológicas. Só assim, a partir desta infraestrutura será possível criar um indicador em tempo real para vulnerabilidade hidroclimatológica nas vilas.

A geomorfologia das vilas é outro fator preponderante para o nível de vulnerabilidade. Para um sistema em maior escala, torna-se necessário o mapeamento altimétrico e de infraestruturas das vilas, com isso registrar no banco de dados DE'A, sua situação subsidiando

uma tipologia de vilas.

Para concluir, identificar espaços vulneráveis na Amazônia é algo que não necessita de muito esforço. Por meio do Sistema de Informações Geográficas (SIG) e de trabalhos de campo específicos para registrar pontos supervisionáveis de cota é possível uma classificação. Porém, saber quando estes espaços serão impactados por atipicidades no regime, torna-se mais difícil. Para isso é necessária construção de uma rede de informações de cunho internacional, com dados de pluviosidade, Temperatura da superfície do mar, cotas em tempo real, visando subsidiar um sistema de alerta e suporte a decisão. Políticas para estas vilas devem passar de ações pós-evento, para ações preventivas e demonstrativas de como não ser surpreendido pelo nível das águas. Para planejar, podemos utilizar dados do NOAA, INMET e INPE e criar ferramentas que possibilitem estudar as populações vulneráveis ajudando-as.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 15527/09.2007 – **Água de Chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – requisitos**. ABNT, 2007
2. AZEVEDO NETO, J. M.; RICHTER, C. Tratamento de água. São Paulo: **Edgard Blucher**, v. 332, 1998.
3. BATISTA, Djalma. **O Complexo da Amazônia – Analise do processo de desenvolvimento**. Editora Valer. Manaus, 2007
4. BENATTI, José Heder, SURGIK, Ana Carolina. **A questão fundiária e o manejo dos recursos naturais da várzea: análise para a elaboração de novos modelos jurídicos** – Manaus: Edições IBAMA, Pró-Várzea, 2005
5. BRANDÃO. Carlos Rodrigues. **Pesquisa Participante**. 3ª Edição. Editora Brasiliense. São Paulo, 1983
6. BIGARELLA, João José, SUGUIO, Kenitiro. **Ambientes Fluviais**. Editora da UFPR, Associação de Defesa e Educação Ambiental.
7. CAMARGO, Luís Henrique Ramos. **A Geoestratégia da natureza: A Geografia da Complexidade e a Resistência à possível Mudança do Padrão Ambiental Planetário**. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 2012
8. CORRÊA. Roberto Lobato. **Estudos sobre a Rede Urbana**. BERTRAND BRASIL. Rio de Janeiro, 2006
9. COLTRINARI. Lylian, H. MCCALL G. Joseph. Geo indicadores: **ciências da terra e mudanças ambientais**. Workshop Internacional sobre Indicadores Geológicos de Mudanças Ambientais Rápidas. Canadá, 1994.
10. CPRM, Boletim de Monitoramento Hidrológico. ANA & CPRM, Janeiro 2014 a Janeiro de 2016, Manaus-AM
11. DANTAS, M. E., ARMESTO, Regina C. G., SILVA, Cássio R., SHINZATO, Edgar – **Geodiversidade e análise da paisagem: abordagem teórico-metodológica**. In *Terrae Didatica V.11, n.1, 2015*
12. DIEGUES, Antônio Carlos Sant’Ana (org). **Povos e Águas: inventário de áreas úmidas** – 2ª. ed. - São Paulo: Núcleo de Apoio à Pesquisa sobre Populações Humanas e áreas úmidas Brasileiras, USP, 2002.
13. ENGEL, Guido Irineu. **Pesquisa ação** in Educar, p.181-191. Editora da UFPR, Curitiba, 2000.

14. ESPINOZA, Jhan Carlo., RONCHAIL, Josyane., FRAPPART, Frédéric., LAVADO, Waldo., GUYOT, Jean Loup. **The major floods in the Amazonas Rives and Tributaries (Western Amazon Basin) during the 1970-2012 Period: A Focus on the 2012 flood.** In: Journal of Hydro-meteorology Vol 14. 2013.
15. FARIA, Ivani. AQUINO, Wendell. **Sustentabilidade, território e mapeamento participante para os povos indígenas da região do Rio Negro/AM-Brasil.** In Gestão do conhecimento e território indígena: por uma geografia participante. Org: FARIA, Ivani. REGGO EDIÇÕES. Manaus, 2015
16. FARIA, Ivani. **Território e autonomia: novas tecnologias e metodologias para a gestão de terras indígenas,** in AMARAL, José; Leandro, Ederson (orgs). *Amazônia e Cenários indígenas.* 2010
17. FITZ, Paulo Roberto. **Geração de critérios para o processo decisório na aplicação de geoprocessamento.** *Geosul*, 95-116, 2007
18. FILIZOLA, Naziano, GUYOT, Jean Loup., MOLINIER, Michael, GUIMARÃES, Valdemar., OLIVEIRA de, Eurides., FREITAS de, Marcos. **Caracterização hidrológica da Bacia Amazônica** – in: Rivas, A & FREITAS de C. *Amazônia uma perspectiva interdisciplinar.* 2002. Ed. EDUA, pp.33-53, Manaus
19. FILIZOLA, Naziano., CANDIDO, Luiz., MANZ, Antônio., ESPIZONA, Jhan Carlo., RONCHAIL, Josyane., GUYOUT, Jean Loup. **Variabilidade hidrológica na Amazônia. Uma Perspectiva para a elaboração do balanço hídrico regional.** 2012
20. FEARNSSIDE, Philip M. **A Vazante na Amazônia e o aquecimento global.** In *Ciência Hoje.* V.39. n. 231 p. 76-78.
21. FLORENZANO, G, T. **Geomorfologia: conceitos e tecnologias.** (org.) - São Paulo: Oficina de textos, 2008.
22. KUHLMANN, E. "In Geografia do Brasil." *Regiao Norte. Vegetação. Fund. Inst. Bras. Geogr. Estat.(IBGE)* 1 (1977): 69.
23. HUBER, J. "Materiaes para a flora amazônica VII." *Boletim do Museu Paraense de História Natural e Ethnographia* 5 (1909): 414-422.
24. INÁCIO, A. R, DINIZ, A. F., CANDIA. M.M, OLIVEIRA, T. M. CHAGAS, R.K. **Dimensionamento de um sistema de captação de água da pluvial para uso doméstico em São Bernado do Campo – SP** in *Revista de Saúde, Meio ambiente e Sustentabilidade.* Vol. 8, N. 2, 2013
25. JUNIOR, Milton Erthal; PÊGO, Carlos Sulzer. **DIMENSIONAMENTO E VIABILIDADE ECONÔMICA DA COLETA E USO DE ÁGUAS PLUVIAIS NO MUNICÍPIO DE CAMPOS DOS GOYTACAZES, RJ.** *Exatas & Engenharia*, v. 2, n. 03, 2012.

26. LAVADO-CASIMIRO, Waldo., ESPINOZA, Jhan Carlo. **Impactos de El Niño y La Niña en las lluvias del Perú (1965-2007)**. in Revista Brasileira de Meteorologia. V.29, n.2, 171-182, 2004.
27. LONDE, Luciana de Resende., COUTINHO, Marcos Pellegrini., DI GREGÓRIO, Leandro Torres., SANTOS, Leonardo Barcelar Lima., SORIANO, Érico., **Desastres relacionados à água no Brasil: perspectivas e recomendações** in: Ambiente e sociedade V. XVII, n.4, p. 133-152, São Paulo, 2014
28. MAGALHÃES JUNIOR, Antônio Pereira Magalhães. **Indicadores ambientais e recursos hídricos: Realidades perspectivas para o Brasil a partir da Experiência Francesa. Bertand Brasil, 2007.**
29. MARENGO, José Antônio – **Água e mudanças climáticas** in: Estudos Avançados 22 (63), 2008
30. MARENGO, J, A. TAMASELLA, J. SOARES, W, R. ALVES, L, M. NOBRE, C, A. **Extreme climatic events in the Amazon basin**. Theor Appl Climatol (2011) 107:73-85. Springer-Verlag 2011.
31. MARENGO, José Antônio – **Condições climáticas e os recursos hídricos no norte brasileiro**. In Clima e Recursos Hídricos no Brasil, Coleção ABRH de Recursos Hídricos, v.9 – Porto Alegre, 2003
32. MEGGERS, Betty J. Archeological evidence for the impact of mega-Nino events on Amazonia during the past two millennia. **Climatic change**, v. 28, n. 4, p. 321-338, 1994.
33. MORAES, André de Oliveira; SCHOR, Tatiana. **MERCADOS, TABERNAS e FEIRAS: custo de vida nas cidades na calha do Rio Solimões**. Revista Mercator Vol. 9, No 19, 2010.
34. MOLION, LUIZ CARLOS BALDICERO. Climatologia Dinâmica da região Amazônica: mecanismos de precipitação. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 2, n. 1, p. 107-117, 1987.
35. MOREIRA, A. A. N. "**Relevo. Geografia do Brasil. Região Norte.**" *Rio de Janeiro: IBGE* (1977).
36. M. GLOOR, R.J.W. BRIENE., D. GAKBRAITH, T.R FELDPAUSCH, J. SCHÖNGART, J. L. GUYOT, J.C. ESPINOZA, J LLOYD AND O. L PHILLIPS. **Intensification of the Amazon Hydrological cycle over the last two decades** in Geophysical research letters, Vol. 40, 15, 2013
37. NASCIMENTO, Telma dos Santos – **Caracterização das condições atmosféricas no período de 1991-2007 em cidades que compõem a calha do rio Solimões-**

- Amazonas.** Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal do Amazonas. Manaus, 2009
38. NOBRE, Antônio Donato. **O futuro Climático da Amazônia – Relatório de Avaliação Científica – ARA, 2014.**
39. NOBRE, Carlos A, SAMPAIO, Gilvan, SALAZAR, Luis. **Mudanças climáticas e Amazônia – Revista Mudanças Climáticas/Artigos, 2010**
40. NOBRE, Carlos. **Mudanças climáticas e o Brasil – Contextualização.** In Parcerias Estratégicas n. 27. Brasília, 2008
41. SÁNCHEZ, Joaquim. **El Rio que se aleja: cambio del curso del Amazonas,** estudio histórico-técnico. Universidade Católica do Peru.
- SEO, Emília Satoshi Miyamaru, LICCO, Eduardo Antônio e MARINO, Luciana Mara Ribeiro. **Reflexões sobre as mudanças climáticas na cidade de São Paulo.** Revista de Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade. Vol. 6, n. 2, Artigo, Agosto – 2011.
42. STERNBERG, Hilgard O'Reilly. **O homem e a Várzea do Careiro – 2a Edição –** Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1998
43. OLIVEIRA. R. D, OLIVEIRA. M. D. **Pesquisa social e ação educativa: conhecer a realidade para poder transformá-la.** In Pesquisa Participante. Org: BRANDÃO, Carlos Rodrigues. Editora brasiliense, 1981.
44. OLIVEIRA, José Aldemir de; SCHOR, Tatiana. 2007. **Urbanização da sociedade e espacialidades urbanas: as cidades e os rios na Amazônia Brasileira.** VII Encontro ANPEGE. *Anais*, Niterói, 24-27 setembro.
45. RAZZOLINI. Maria Tereza Pepe, GÜNTHER, Wanda Maria Risso. **Impactos na saúde das deficiências de acesso à água in** Saúde Soc., V17, N. 1, P.21-32, São Paulo, 2008
46. ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. 1. OS FUNDAMENTOS DA GEOGRAFIA DA NATUREZA. 2000.
47. RODIER, Jean. **Régimes hydrologiques de l'Afrique Noire à l'Ouest du Congo.** 1964.
48. SANTOS, Milton. **A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo. Razão e emoção.** 4. Ed. São Paulo: EDUSP, 2006. (Coleção Milton Santos).
49. SANTOS, Milton. **Técnica Espaço Tempo Globalização e o meio técnico científico informa Amazônia** Editora HUCITEC. 3ª Edição, São Paulo, 1997
50. SCHOR, Tatiana; COSTA, Danielle Pereira da & OLIVEIRA, José Aldemir de. **Urban Network in the Amazon: a differentiated methodological perspective.** International Sociological Association ISA – Research Committee 21 on Sociology of Urban and Regional Development – RC21 – International Conference Urban Justice and Sustainability, Vancouver Conference August 22-25/2007, Session: Methods and methodologies in urban studies.

51. SCHOR, Tatiana; COSTA, Danielle Pereira da & OLIVEIRA, José Aldemir de. **Notas sobre a tipificação da rede urbana na calha do rio Solimões, Amazonas** – Encontro da associação nacional de pós-graduação e pesquisa em planejamento urbano e regional, Belém, 2007
52. SCHMIDT, Maria Luísa Sandoval. **Pesquisa Participante: Alteridade e Comunidades Interpretativas**. In Psicologia 17 (2) P. 11-41, São Paulo, 2006.
53. TRIPP, David. **Pesquisa-ação: uma introdução metodológica** in Educação e Pesquisa v. 31. p. 443-466. São Paulo, 2005.
54. TUCCI, Carlos E. M., BRAGA, Benedito. **Clima e recursos hídricos no brasil**. In Coleção ABRH de Recursos Hídricos, v.9 – Porto Alegre, 2003.
55. VASCONCELOS, Leonardo Ferreira, FERREIRA, Osmar Mendes. **Captação de água para uso domiciliar: um estudo de caso**. Universidade Católica de Goiás, Goiania, GO
56. IPEC – Instituto de Permacultura e Ecovilas do Cerrado – **Captação e armazenamento de água da chuva** – Finalista do prêmio Fundação Banco do Brasil de Tecnologia Social, Pirenópolis, 2005 in www.fundacaobancodobrasil.org.br
57. VERGARA, S. L., ESPINOZA, J. C – Informe Mensual. **Eventos Hidrológicos Extremos em la Amazonía Peruana: Sistema de Alerta para la Prevision** – Jan a Dez de 2015, Lima, PE
58. WOLFARTH, Bruna Raquel et al. **Epidemiological analysis of malaria and its relationships with hydrological variables in four municipalities of the State of Amazonas, Brazil**. Hydrological Sciences Journal, v. 58, n. 7, p. 1495-1504, 2013.