

## APÊNDICE C – METODOLOGIA UTILIZADA PARA DEFINIÇÃO DE PÚBLICO FLUTUANTE

### METODOLOGIA

A metodologia adotada para estimar o público flutuante nas áreas inseridas na ZAS está fundamentada nos parâmetros estabelecidos pela Resolução GMG nº 83, de 16 de abril de 2024. Essa norma define como público flutuante o conjunto de pessoas que, embora não residam permanentemente em determinado local, encontram-se presentes em períodos específicos, podendo interferir diretamente na dinâmica social, na infraestrutura e nas condições de resposta a emergências.

De acordo com a referida Resolução, a identificação e quantificação do público flutuante é essencial para o planejamento das ações de proteção e evacuação em cenários de risco envolvendo barragens, especialmente em locais com potencial de aglomeração, tais como cachoeiras, lagos, represas, rodovias, parques ecológicos, praças e outros espaços públicos ou privados. Nestes locais, desde que inseridos na ZAS, torna-se obrigatória a instalação de placas orientativas, conforme modelo apresentado no Anexo A da norma, contendo informações sobre rotas de fuga e pontos de encontro.

A construção da estimativa do público flutuante foi integrada ao processo de levantamento de dados sociais na ZAS e seu entorno imediato. Os procedimentos metodológicos adotados envolveram as seguintes etapas:

- Levantamento primário de dados: realização de entrevistas e visitas em campo à população concernida na ZAS, ou em seu entorno próximo, como parte da etapa de levantamento social.
- Identificação de edificações e espaços com potencial de aglomeração: mapeamento e classificação de estabelecimentos públicos e privados, religiosos, comerciais e recreativos onde há circulação significativa de pessoas não residentes ou não vinculadas permanentemente ao local.
- Entrevistas com responsáveis pelos locais identificados, visando à coleta dos seguintes dados:
  - Capacidade máxima de atendimento ou ocupação do espaço;
  - Quantitativo de residentes, estudantes ou trabalhadores fixos (população fixa);
  - Estimativa de visitantes, usuários temporários e frequentadores ocasionais.

A partir das informações obtidas, a estimativa do público flutuante foi calculada conforme a fórmula:

$$\text{Público Flutuante} = \text{Capacidade Máxima do Local} - \text{População Fixa}^*$$

*\* Considera-se como população fixa os indivíduos com presença permanente ou recorrente no local, como residentes, estudantes regulares e trabalhadores contratados de forma contínua.*

Além da estimativa numérica, foram registradas as seguintes informações complementares:

- Nome do estabelecimento ou edificação;
- Endereço completo e localização georreferenciada;
- Nome e contato dos responsáveis;
- Área de atuação;
- Dias e horários de funcionamento;
- Regime de funcionamento (regular ou sazonal);
- Tipo de atividade exercida.

Adicionalmente, os responsáveis por cada local – incluindo os espaços públicos – foram consultados quanto à realização de eventos extraordinários ou de caráter sazonal, com potencial de atrair público externo e gerar picos temporários de aglomeração. Dentre os eventos relatados, destacam-se:

- Festas religiosas;
- Celebrações culturais;
- Festejos tradicionais;
- Feiras livres e práticas comunitárias.

Esses eventos foram qualificados segundo sua frequência, calendário previsto e capacidade estimada de público, possibilitando uma análise mais precisa da variação espacial e temporal do público flutuante.

## BR-381

Considerando a complexidade envolvida na estimativa do público flutuante nos trechos da BR-381 interceptados pela ZAS, apresenta-se a seguir a metodologia adotada para a sua quantificação. O procedimento descrito baseia-se em dados oficiais do Plano Nacional de Contagem de Tráfego (PNCT) e tem como objetivo subsidiar o dimensionamento adequado das ações previstas no PAE da barragem B1 – Mina Ipê.

## ORIGEM DOS DADOS

O PNCT, coordenado pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), constitui a principal fonte de informações sobre tráfego nas rodovias federais. O plano combina metodologias de contagens contínuas (24h/dia, 365 dias/ano) e contagens de cobertura (curta duração, distribuídas espacialmente), fornecendo dados sobre volume, composição da frota, velocidade média, peso por eixo e distância entre eixos.

Para esta estimativa foi considerado o ponto de monitoramento 381BMG0490, localizado no km 504,40 da BR-381, em Betim/MG (coordenadas geográficas: -20.033203, -44.240928).

O dia de referência adotado foi 01/11/2024, data identificada pelo PNCT como a de maior movimento registrado na série disponível. No intervalo das 16h às 17h, contabilizaram-se 4.036 veículos e 23.117 ocupantes.

### TRECHOS INTERCEPTADOS PELA ZAS

A análise identificou que a ZAS da barragem B1 – Mina Ipê intercepta a BR-381 em três segmentos distintos, de pequenas extensões, totalizando 258 metros de rodovia. Os comprimentos individuais são:

- Trecho 1: 70m;
- Trecho 2: 95m;
- Trecho 3: 93m.

O somatório desses trechos ( $L_{ZAS} = 0,258 \text{ km}$ ) foi utilizado como base para a estimativa do público flutuante.

### PREMISSAS E PARÂMETROS DE OCUPAÇÃO

A estimativa de ocupantes por veículo foi realizada com base em critérios de ocupação média, considerando a composição veicular informada pelo PNCT e parâmetros de literatura. Como os dados do PNCT não distinguem entre ônibus e caminhões, a proporção adotada (30% ônibus e 70% caminhões) foi uma escolha subjetiva, fundamentada em observações de campo, nas quais se constatou a presença predominante de caminhões de transporte de minério e de outros insumos na rodovia.

Os valores médios de ocupação considerados foram:

- **Ônibus/Caminhão 2 eixos:** 15,6 ocupantes (30% ônibus com 45 ocupantes + 70% caminhões com 3 ocupantes);
- **Ônibus/Caminhão 3 eixos:** 20,1 ocupantes (30% ônibus com 60 ocupantes + 70% caminhões com 3 ocupantes);
- **Caminhões (4 a 9 eixos):** 3 ocupantes;
- **Veículos de passeio:** 5 ocupantes;
- **Motocicletas:** 2 ocupantes;
- **Categoria indefinida:** 5,91 passageiros (média ponderada global).

### PÚBLICO FLUTUANTE INSTANTÂNEO

O público flutuante simultaneamente presente no conjunto dos três trechos ( $N_t$ ) foi calculado a partir de:

$$T = \frac{L_{ZAS}}{V}$$

$$n^{veic} = q * T$$

$$N_t = n^{veic} * \overline{occ}$$

Onde:

- $T$  = tempo médio de travessia (h);
- $L_{ZAS}$  = extensão total dos trechos interceptados (km);
- $V$  = velocidade média (km/h);
- $q$  = fluxo horário (veículos/h);
- $\overline{occ}$  = ocupação média por veículo (passageiros/veículo).

## PÚBLICO FLUTUANTE ACUMULADO

O público acumulado ( $A_{\Delta t}$ ) corresponde ao total de pessoas distintas que atravessaram o conjunto dos trechos no intervalo  $\Delta t$ :

$$A_{\Delta t} = \sum_c Q_{c,\Delta t} * \overline{occ}_c$$

## RESULTADOS

A consolidação das informações obtidas no levantamento de dados sociais da ZAS da barragem B1 – Mina Ipê, aliada à aplicação da metodologia descrita e nos dados referentes ao dia 01/11/2024 às 16h da BR-381, possibilitou a obtenção do número de público flutuante da área de estudo.

Com base na abordagem metodológica adotada, que envolveu a identificação e classificação de edificações com potencial de aglomeração e a realização de entrevistas com responsáveis pelos estabelecimentos, foram identificadas 5 edificações na ZAS com capacidade máxima de ocupação estimada em 63 pessoas. Desse total, 3 são residentes permanentes, 21 são trabalhadores regulares e 39 foram classificados como público flutuante – isto é, indivíduos que frequentam os locais de forma temporária, não estando domiciliados ou laboralmente vinculados permanentemente a esses espaços.

As edificações foram tipificadas conforme seu uso predominante, distribuídas da seguinte forma:

- 1 edificação de uso misto (residencial e econômico – agrícola);
- 1 edificação de uso misto (residencial e econômico – agropecuária);
- 1 edificação de uso misto (residencial e econômico – serviços);
- 1 edificação de uso econômico – mineração; e

- 1 edificação de uso público estatal – ambiental.

Em relação ao funcionamento, 2 das 5 edificações operam em regime de 24 horas. Dentre estas, 1 funciona diariamente (de segunda a domingo) e 1 opera de segunda a sábado. Ressalta-se que para 1 edificação não foi informado o horário de funcionamento.

A sistematização das informações relacionadas às edificações levantadas, incluindo a identificação dos locais com presença significativa de público flutuante por dia da semana e faixa horária, encontra-se apresentada na Tabela 1.

Tabela 1: Edificações com público flutuante na Zona de Autossalvamento (ZAS) da barragem B1 – Mina Ipê

Código Propriedade / Edificação	Latitude	Longitude	Análise Mancha de Inundação	Uso Edificação	Nome Estabelecimento	Dia de Funcionamento	Horário de Funcionamento	Número de Residentes	Número de Estudantes	Número de Trabalhadores	Capacidade Máxima	Público Flutuante
4	-20,1196704	-44,3098481	Dentro da Mancha de Inundação (ZAS)	Econômico - Mineração	Mineração Morro do Ipê - Estação Total Robótica (ETR)	Segunda-Feira a Domingo	24h	0	NA	4	10	6
19	-20,1314276	-44,3161694	Dentro da Mancha de Inundação (ZAS)	Misto (Residencial e Econômico) - Agrícola	Não Possui Nome	Segunda-Feira a Sábado	24h	1	NA	2	6	3
26	-20,1356674	-44,3208989	Dentro da Mancha de Inundação (ZAS)	Misto (Residencial e Econômico) - Serviços	Não Possui Nome	Segunda-Feira a Domingo	Não Informado	0	NA	1	20	19
46	-20,1579947	-44,3274457	Dentro da Mancha de Inundação (ZAS)	Misto (Residencial e Econômico) - Agropecuária	Fazenda Água Limpa	Segunda-Feira a Domingo	15:30h as 19:30h	2	NA	2	10	6
47	-20,16580455	-44,32881018	Dentro da Mancha de Inundação (ZAS)	Público Estatal - Ambiental	COPASA S/A	Segunda-Feira a Domingo	08:00h as 18:00h	0	NA	12	17	5
Total								3	0	21	63	39

Fonte: Amplo, 2025.

Além das informações referentes às edificações, foi estimado o número de pessoas classificadas como público flutuante nos trechos da BR-381 interceptados pela mancha de inundação.

Considerando:

- Fluxo horário: 4.036 veículos/h;
- Passageiros totais: 23.117 ocupantes/h;
- Ocupação média observada: 5,73 ocupantes/veículo;
- Extensão total interceptada pela ZAS: 0,258 km;
- Velocidade média considerada: 60 km/h.

Tem-se que o tempo de travessia dos trechos da BR-381 que podem ser interceptados pela mancha de inundação é igual a:

$$T = \frac{0,258}{60} = 0,0043h \approx 15,5s$$

O número de veículos simultaneamente nos trechos da BR-381 que podem ser interceptados pela mancha de inundação é igual a:

$$n^{veic} = 4036 * 0,0043 \approx 17 \text{ veículos}$$

Logo, o público flutuante simultaneamente presente nos trechos da BR-381 que podem ser interceptados pela mancha de inundação é igual a:

$$N_t = 17 * 5,73 \approx 97 \text{ pessoas}$$

Como resultado, aproximadamente 97 pessoas (público flutuante) poderão simultaneamente estar presentes nos três trechos da BR-381 que podem ser interceptados pela ZAS, no horário de pico analisado.

Ressalta-se que o resultado representa o público flutuante simultâneo exposto em condição média de fluxo e velocidade. Em cenários de congestionamento, o tempo de travessia aumenta e, conseqüentemente, o público instantâneo cresce.

Além disso, a distribuição da composição veicular e os fatores de ocupação adotados constituem premissas críticas. Recomenda-se considerar cenários conservadores no PAEBM, como o realizado por esta metodologia.

Ademais, como os trechos são descontínuos, a estimativa foi realizada de forma agregada, somando as extensões interceptadas.

Portanto, na ZAS da barragem B1 – Mina Ipê foram identificados como público flutuante um total de 136 pessoas (39 pessoas em edificações e 97 pessoas em trechos da BR-381 que podem ser interceptados pela mancha de inundação).