



## Modelamento de Zona de Mistura para Lançamento de Efluentes de Cava em Corpo d'Água

### *Mixing Zone Modeling for Release of Open Pit Effluents Into Water Body*

Flávio de Moraes Vasconcelos Ph.D.; Marcelo Pereira; Igo Souza; Clarice Galhardi/Hidrogeo Eng. & Gest. de Proj. Ltda;  
Rodrigo D. Santos/ Equinox Gold;  
Luiz Fregadolli/Equinox Gold.

Belo Horizonte, 25 de Novembro de 2021



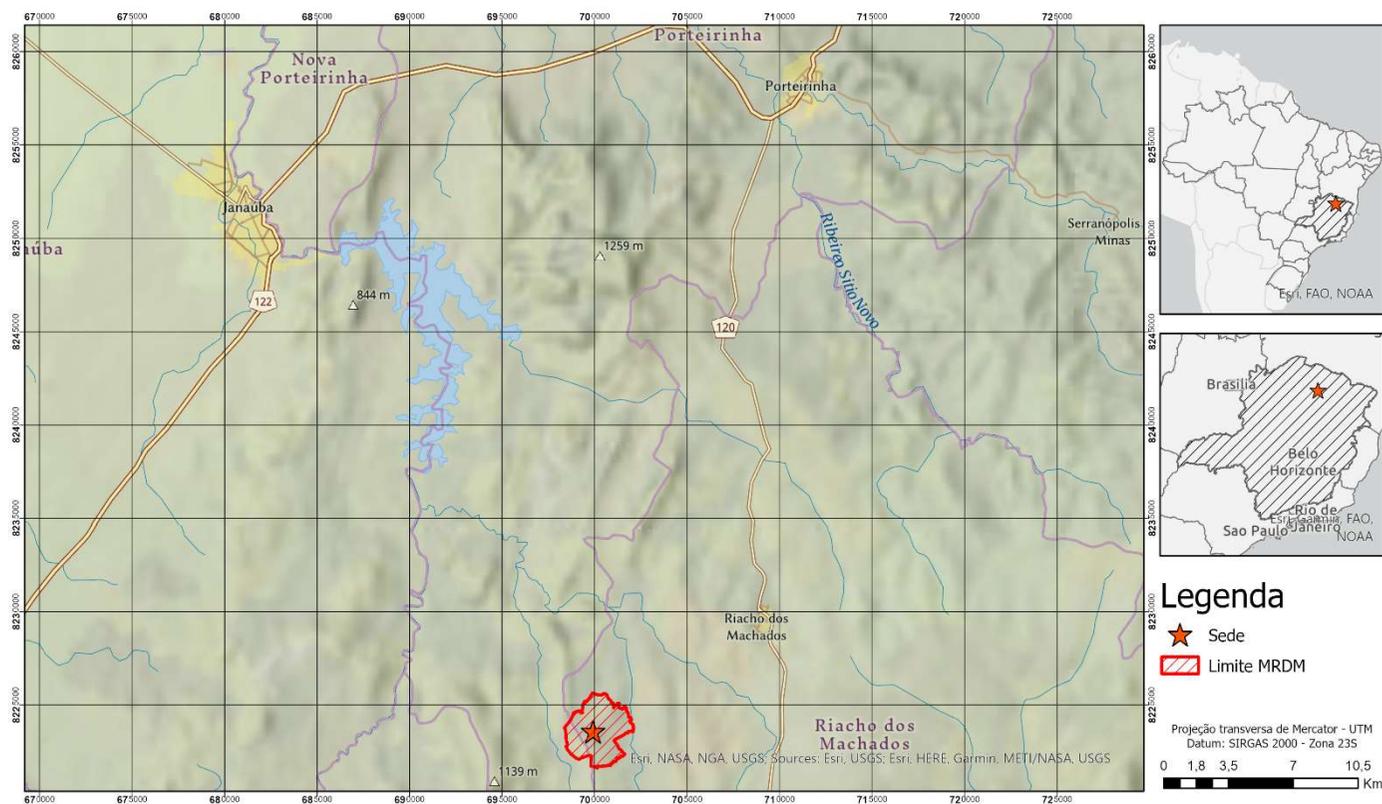


1º CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE DRENAGEM ÁCIDA DE MINA  
1<sup>ST</sup> LATIN AMERICAN ACID MINE DRAINAGE CONGRESS  
1<sup>ER</sup> CONGRESSO LATINOAMERICANO DE DRENAJE ÁCIDO DE MINA

**HidroGe**  
Engenharia e Gestão de Projetos

## 1. INTRODUÇÃO

A Mineração Riacho dos Machados está localizada a cerca de 580 km de Belo Horizonte, ao norte do Estado de Minas Gerais.



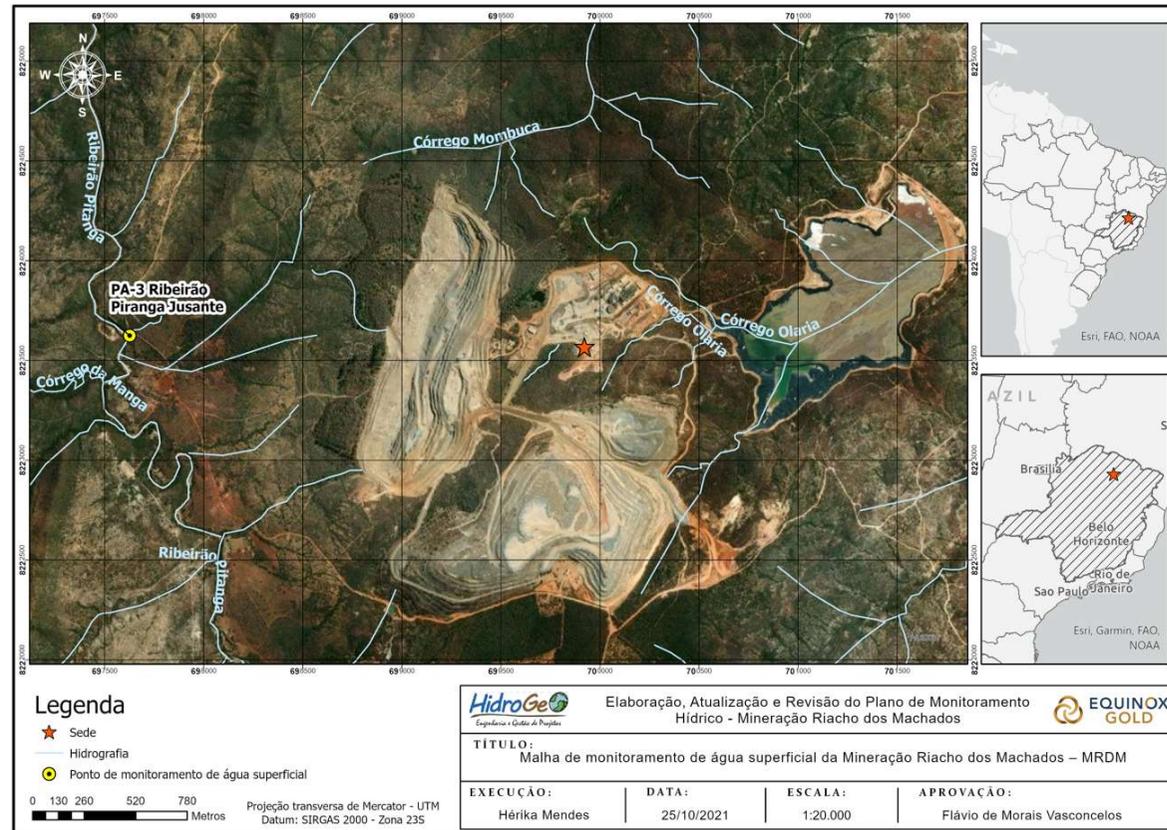


1º CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE DRENAGEM ÁCIDA DE MINA  
1<sup>ST</sup> LATIN AMERICAN ACID MINE DRAINAGE CONGRESS  
1<sup>ER</sup> CONGRESSO LATINOAMERICANO DE DRENAJE ÁCIDO DE MINA



## 1. INTRODUÇÃO

- MRDM Lay out da operação apresentado cava, pilha de estéril, barragem de rejeito e área industrial e de apoio.





## 1. INTRODUÇÃO

- O lançamento de efluente pós tratamento é facultado ao empreendedor desde que este realize um estudo da futura **zona de mistura** do efluente no corpo receptor;
- Definição segundo a DN COPAM Nº 01/2008 - zona de mistura: região do corpo receptor onde ocorre a diluição inicial de um efluente.
- A **zona de mistura** é a área onde o efluente entra em contato com o corpo receptor. Nela, serão admitidas concentrações de substâncias em desacordo com os padrões de qualidade estabelecidos para o corpo receptor (Classe 2), desde que não comprometam os usos previstos para este.

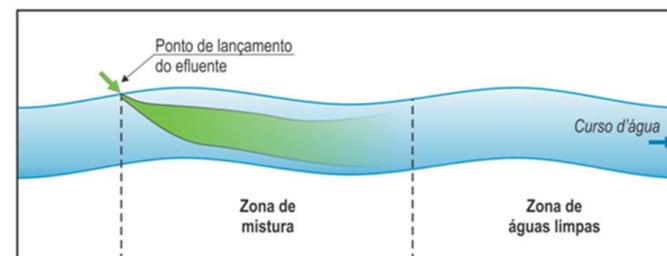


Fig. 1: Representação esquemática de uma zona de mistura.



## 1. INTRODUÇÃO

- Devido à alta descarga pluviométrica em fevereiro e março de 2021 na Mineração Riacho dos Machados – MRDM, foi realizado um estudo de zona de mistura visando possibilitar o descarte do efluente presente na cava para o Rio Piranga.



Fig. 2: Imagem da cava da MRD em março de 2021.



1º CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE DRENAGEM ÁCIDA DE MINA  
1<sup>ST</sup> LATIN AMERICAN ACID MINE DRAINAGE CONGRESS  
1<sup>ER</sup> CONGRESO LATINOAMERICANO DE DRENAJE ÁCIDO DE MINA



## 2. OBJETIVOS

- Caracterizar a qualidade da água da cava e do corpo receptor (Rio Piranga);
- Desenvolver um estudo de zona de mistura da água da cava;
- Apresentar a geometria da zona de mistura e avaliar possíveis impactos ambientais considerando a uso preponderante da drenagem.



### 3. METODOLOGIA

- *Coleta de amostras de água* para análise qualidade da água e de ecotoxicidade
- Medição da vazão do rio Piranga pelo método do corpo flutuador

**Tabela 1: Localização dos pontos de coleta de água para análises laboratoriais.**

<b>Amostra</b>	<b>Localização</b>	<b>Cota (metros)</b>
PA 03	Rio Piranga	810
PA 06	Cava	830
PA 15	Dique de finos	844



### 3. METODOLOGIA

#### Amostragem

- Um ponto na cava norte
- Um ponto na cava sul
- Profundidade de 0,50 m
- Equipamento: Garrafa de Van Dorn.
- Ensaios físico-químicos in situ com o multiparâmetro Hanna Modelo HI 98.194

#### Caracterização química do efluente bruto

- Parâmetros inorgânicos da resolução CONAMA 430/2011





### 3. METODOLOGIA

- *Vazão e dimensão do corpo receptor:*

- A equipe de Saúde, Segurança, Meio Ambiente e Comunidades (SSMAC) da MRDM forneceu informações referentes as dimensões e vazões do corpo receptor no ponto de descarte e do efluente a ser lançado;

- Para a vazão do Rio Piranga foi utilizada a metodologia do corpo flutuador;

- As estimativas de vazão foram realizadas para duas seções e de uma seção até a outra. Os dados foram obtidos em março de 2021 (vazão atual da drenagem na época de realização do estudo).



### 3. METODOLOGIA

- *Software CORMIX:*

Apresenta a classificação do fluxo de lançamento e permite uma visualização espacial do comportamento de parâmetros específicos no corpo receptor;

*In put* dos dados do efluente (concentração, vazão, densidade e entre outros);

*In put* dos dados do corpo receptor (profundidade média, profundidade, vazão, largura, e coeficiente de *Manning*);

*In put* dos dados da descarga do efluente (diâmetro da confluência, ângulo horizontal SIGMA do receptor, ângulo vertical THETA da tubulação, distância do lançamento até a margem e altura em relação ao nível de água).



### 3. METODOLOGIA

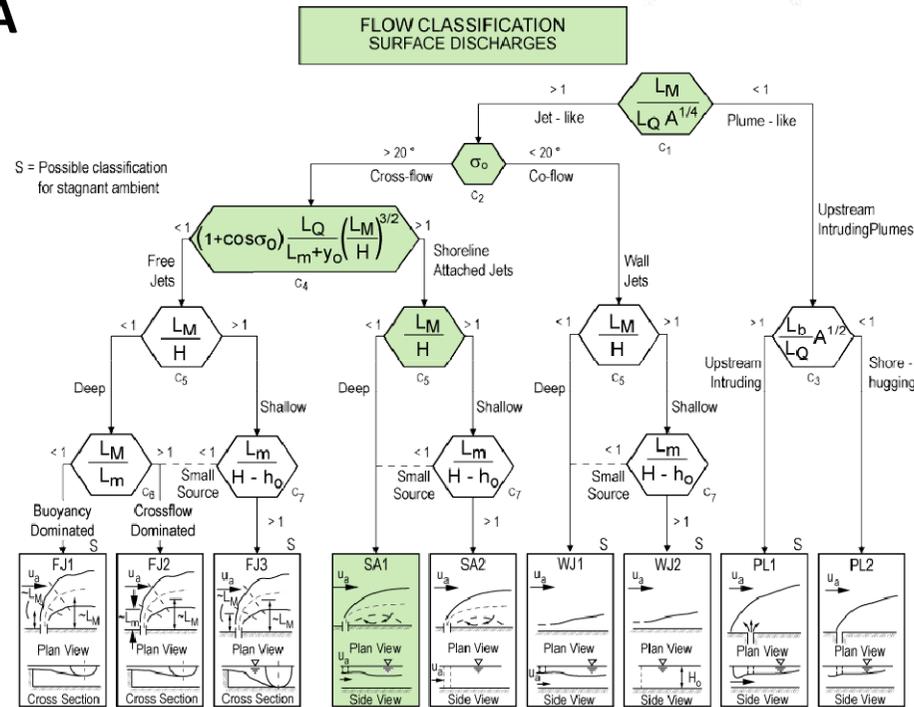


Fig. 3: Classificação da ZM em função das características físicas do corpo receptor e do efluente.



## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

- *Modelamento da zona de mistura*

Foram utilizados somente os parâmetros zinco dissolvido ( $Zn_{diss}$ ) e manganês total ( $Mn_{total}$ ), pois os demais parâmetros apresentaram concentrações baixas;

O parâmetro  $Zn_{diss}$ , apesar de não ter limite na legislação, foi utilizado por apresentar maior concentração da fração dissolvida de metais, que é a fração de maior impacto ambiental;

O  $Mn_{total}$  foi utilizado, pois apresentou a concentração mais elevada dentro da cava (2,8 mg/L).

**Tabela 2: Parâmetros físico químicos de laboratório coletados na cava.**

Parâmetro	Média das concentrações efluente (mg/L)	Rio Piranga (mg/L)
$Zn_{diss}$	0,47	0,09
$Mn_{total}$	1,47	0,02



## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

- *Modelamento da pluma de dispersão*

Corpo receptor:

Profundidade média = 0,35 metros;

Largura média = 4,0 metros;

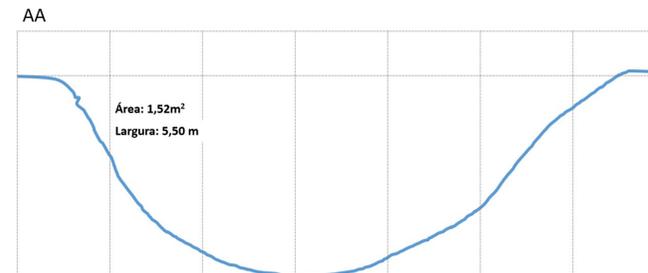
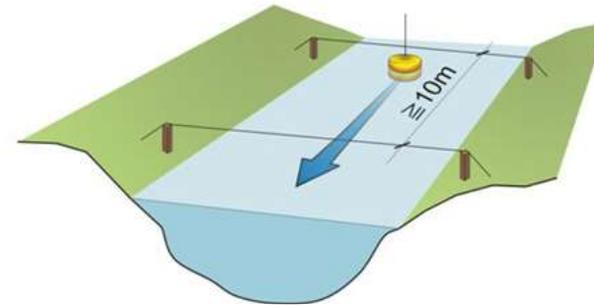
Vazão = 87,6 L/s;

Velocidade do vento = 2 m/s (sugerido pelo *software*);

Densidade da água = 1.000 kg/m<sup>3</sup>;

Coefficiente de *Manning* = 0,02 (referente a um canal de terra sem vegetação).

A localização do lançamento foi prevista para a margem direita do rio Piranga, com ângulo horizontal SIGMA de 90° e ângulo vertical THETA de 0°. O descarte foi previsto como sendo pontual e superficial.

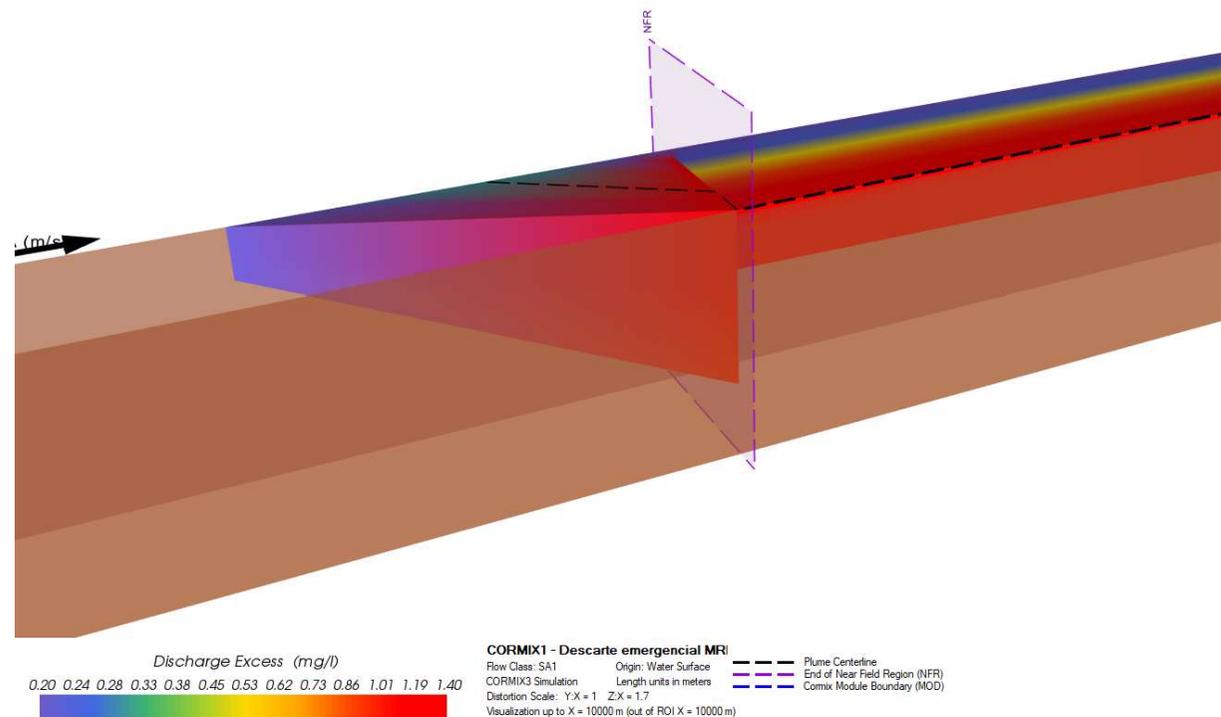




## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

- *Pluma de dispersão para  $Mn_{total}$*

Dimensão máxima de comprimento da zona de mistura para o  $Mn_{total}$  será de aproximadamente **500 m**. A seção do rio impactada é menor que 1/3 de sua largura.

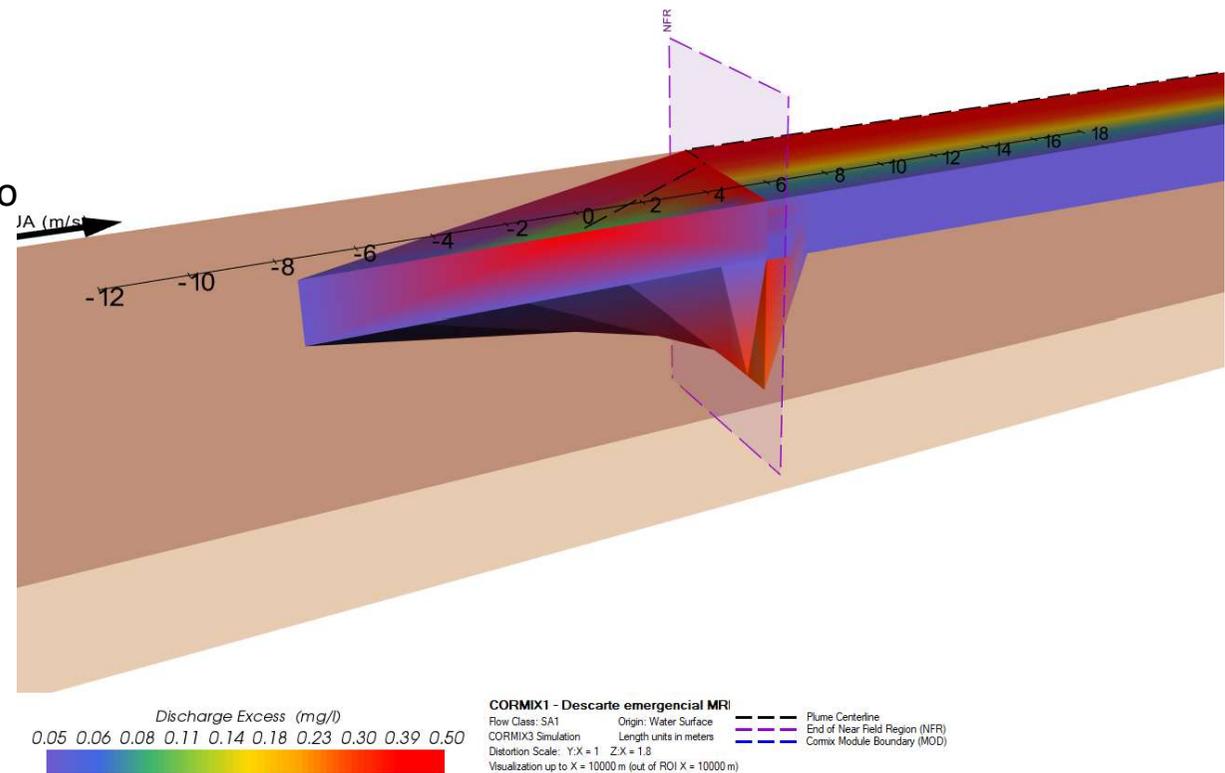




## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

- *Pluma de dispersão para  $Zn_{diss}$*

Dimensão máxima de comprimento da zona de mistura para o  $Zn_{diss}$  será de aproximadamente **500 m**. A seção do rio impactada é menor que 1/3 de sua largura.





## 5. CONCLUSÕES

- O modelamento da zona de mistura no Rio Piranga foi realizada com sucesso utilizando o *software* CORMIX, considerando os resultados das análises da água do corpo receptor (Rio Piranga) e do efluente (cava e dique de finos) bem como características da geometria do corpo e da vazão do efluente no ponto de descarte;
- A dimensão máxima de comprimento da zona de mistura será de aproximadamente 500 metros, considerando que todos os demais parâmetros já estariam enquadrados em relação à norma ambiental até esta distância em relação ao ponto de descarte;
- Assim, pode-se concluir que não ocorreria impactos ambientais agudos na comunidade aquática local e, portanto, a ação de gestão de efluente pode ser considerada plausível e justificada.



1º CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE DRENAGEM ÁCIDA DE MINA  
1<sup>ST</sup> LATIN AMERICAN ACID MINE DRAINAGE CONGRESS  
1<sup>ER</sup> CONGRESO LATINOAMERICANO DE DRENAJE ÁCIDO DE MINA



## 6. AGRADECIMENTOS

- A Mineração Riacho dos Machados (Equinox Gold) por permitir a apresentação deste trabalho;
- A todos os técnicos que participaram da elaboração desta consultoria;
- A comissão técnica e científica do CLADAM que aprovou o trabalho para ser apresentado.