



**PG-023 – PROGRAMA DE MANEJO DE REJEITOS**



FUNDAÇÃO  
**renova**

**Árvore de Indicadores - Meio**

**Dezembro/2019**

## CONTROLE DE MUDANÇAS DO PROGRAMA

---

Data	Id	Resumo da mudança
Dezembro/2019	00	Emissão Inicial

---

## **SUMÁRIO**

Apresentação .....	4
1 Introdução.....	5
2 Indicadores.....	7
2.1 Considerações Gerais.....	7
2.2 Indicadores Meios .....	8
3 Fichas dos indicadores.....	10

## APRESENTAÇÃO

Desde o início de suas atividades, a Renova vem desenvolvendo e acompanhando as ações implantadas e em implantação na área do rio Gualaxo do Norte. Com base nessas ações foi elaborada uma "Árvore de Indicadores" que visam o acompanhamento da evolução dessas ações. Esses indicadores, denominados indicadores meios darão suporte ao indicador fim do Programa.

Nesse sentido, considerando à necessidade de discussão com a CT-GRSA sobre a maturidade das análises referentes à estruturação do indicador do Programa (indicador fim - onde chegar? e como chegar?), bem como as reuniões agendadas para janeiro de 2020, o presente relatório, tem como principal objetivo a descrição dos indicadores de acompanhamento das ações (indicadores meios).

# 1 INTRODUÇÃO

O Programa de Manejo de Rejeito, estabelecido com base nas cláusulas 150, 151, 152 e 153. O Programa tem como objetivo geral a recuperação das áreas afetadas pelo rompimento da barragem de Fundão a partir de soluções de manejo sempre considerando as alternativas de menor impacto socioambiental, de forma a respeitar o uso do solo e a participação dos atingidos no processo de tomada de decisão.

Devido ao lançamento de uma grande quantidade de material (rejeito) no ambiente houve uma alteração no sistema ambiental causando impactos cujas magnitudes variaram ao longo da calha do rio Doce. Para a recuperação desse ambiente se faz necessária a elaboração e implantação de projetos que proporcionem o retorno as condições anteriores ao rompimento, sem se restringir a isso.

Entretanto, para retomar às condições anteriores ao rompimento da barragem, há a necessidade de entender como se encontrava o meio ambiente nesse período, situação essa que acarreta um maior nível de complexidade considerando a inexistência de estudos em algumas porções geográficas da bacia.

De acordo com Souza (2014), *apud* NT nº10/2018<sup>1</sup>, um cenário anterior ao impacto corresponde ao entendimento dos fatores ambientais, suas interações e correlações. Dessa forma, com base em um cenário de base, poder-se-á entender a perturbação ocorrida. A partir desse ponto e com base na caracterização realizada após o impacto é possível a definição de ações que visem a recuperação ambiental.

Uma forma de acompanhar a efetividade e eficiência das ações implantadas para recuperação do ambiente é por meio da definição e utilização de indicadores. Com a definição dos mesmos, de suas metas e objetivos poder-se-á acompanhar o avanço da recuperação, bem como a necessidade de correção ou implantação de novas ações que permitam garantir a efetividade da recuperação do sistema alterado.

Em um primeiro momento foi submetido à Câmara Técnica de Gestão de Rejeitos e Segurança Ambiental (GT-GRSA), no âmbito do Plano de Manejo de Rejeitos – PMR uma proposta de indicadores para o Programa de Manejo. A referida proposta não foi validada ficando a discussão sobre os indicadores a serem aplicados no Programa de Manejo de Rejeitos para posteriori.

---

<sup>1</sup> Nota Técnica nº 10/2018 emitida pela Câmara Técnica de Gestão de Rejeitos e Segurança Ambiental em 06 de novembro de 2018.

Ao longo desse período, foram emitidas Notas Técnicas e Ofícios, por parte da CT-GRSA, com definições e orientações sobre o desenvolvimento dos indicadores para o Programa<sup>2</sup>. Paralelamente a esse processo, a Renova vem desenvolvendo um aprofundamento dos estudos da área ambiental afetada de forma a permitir um maior conhecimento da complexidade do sistema ambiental. Os referidos estudos oferecem maturidade técnica para a definição de um indicador fim que possibilite representar, efetivamente, a recuperação ambiental da área impactada.

Desde a submissão da proposta inicial de indicadores, a Renova vem desenvolvendo e acompanhando as ações implantadas na área do rio Gualaxo do Norte e elaborando indicadores de acompanhamento – também denominados de indicadores meios. Ou seja, indicadores que permitem o acompanhamento das ações em desenvolvimento. É importante destacar que esses indicadores ajudarão na recuperação ambiental, dado que se trata de acompanhamento das ações definidas no âmbito do PMR, mas não podem ser considerados como indicadores fim – o qual permitiria uma visualização mais efetiva de avanço da recuperação, bem como de fechamento de cláusula do Programa.

Nesse sentido, considerando à necessidade de discussão com a CT-GRSA sobre a maturidade das análises referentes à estruturação do indicador do Programa (indicador fim - onde chegar? e como chegar?), bem como as reuniões agendadas para janeiro de 2020, o presente relatório, tem como principal objetivo a descrição dos indicadores de acompanhamento das ações (indicadores meios).

---

<sup>2</sup> NT nº48/2019; NT nº14/2019; NT nº 15/2019; Ofício nº 66/2019 – CT Rejeitos.

## 2 INDICADORES

### 2.1 Considerações Gerais

De acordo com Machado *et. al* (2002)<sup>3</sup> os indicadores são instrumentos que permitem mensurar as modificações nas características de um sistema. Conforme Camino; Müller (1993, p. 49-50), Maserá; Astier; Lopez-Ridaura (2000, p. 47) e Marzall (1999, p. 38-39)- *apud* Machado *et. al.* (2002) quando da definição de um indicador se faz necessário considerar que o mesmo precisa:

"...

- ✓ *Ser significativo para a avaliação do sistema;*
- ✓ *Ter validade, objetividade e consistência;*
- ✓ *Ter coerência e ser sensível a mudanças no tempo e no sistema;*
- ✓ *Ser centrado em aspectos práticos e claros, fácil de entender;*
- ✓ *Permitir um enfoque integrador, ou seja, fornecer informações condensadas sobre vários aspectos do sistema;*
- ✓ *Ser de fácil mensuração, baseado em informações facilmente disponíveis e de baixo custo;*
- ✓ *Permitir a relação com outros indicadores, facilitando a interação entre eles."*

De acordo com Hatchuel & Poquet (1992)<sup>4</sup>, um indicador tem como principal característica a de poder sintetizar um conjunto complexo de informações, retendo apenas o significado essencial dos aspectos analisados. Com base nessas premissas é importante definir inicialmente:

- ✓ O que avaliar? Como avaliar? Por quanto tempo avaliar? Por que avaliar?
- ✓ De que elementos consta a avaliação?
- ✓ De que maneira serão expostos, integrados e aplicados os resultados da avaliação para o melhoramento do perfil dos sistemas analisados?

O indicador é um recurso metodológico para auxiliar a interpretação da realidade de uma forma sintética e operacional. Pode ser utilizado para o diagnóstico de determinada condição (ambiental, econômica, social,

---

<sup>3</sup> Deponti, Cidonea Machado; Eckert, Córdula, Azambuja, José Luiz Bortoli de. "Estratégia para construção de indicadores para avaliação da sustentabilidade e monitoramento de sistemas". Agroecol. e Desenvol. Rur. Sustent. Porto Alegre, v.3, n.4, out/dez 2002.

<sup>4</sup> HATCHUEL, G.; POQUET, G. Indicateurs sur la qualité de vie urbaine et sur l'environnement. Paris: Credoc, 1992. 58p. (Document Intermédiaire).

educacional, etc.), para o monitoramento e avaliação de políticas públicas e para a pesquisa de um modo geral.

Gomes e Figueira (2013)<sup>5</sup> definem o indicador fim como uma forma de medição do desempenho do processo em função do seu objetivo e o indicador meio a contribuição de cada recurso (meio) para se obter o objetivo final do processo.

Os indicadores aqui apresentados são indicadores que contribuem para o indicador fim. Ou seja, a composição de cada ação monitorada irá refletir no objetivo final de recuperação ambiental.

## 2.2 Indicadores Meios

Como mencionado anteriormente, o presente documento vem descrever os indicadores meios os quais são indicadores de andamento das ações implantadas para controle da deposição da camada de rejeito ao longo do rio Gualaxo do Norte. Os mesmos são indicadores de efetividade que visam avaliar a eficácia na realização das ações ao longo do tempo;

A Figura 1 apresenta um exemplo da estruturação dos indicadores, denominada árvore de indicadores, a qual permite uma visualização da estruturação de como os indicadores das ações (meios) irá servir de entrada para o indicador fim do Programa.

É importante destacar apenas os indicadores extracalha se encontram detalhados nesse documento, estando os demais em processo de elaboração, os quais serão discutidos em reunião já agendada para janeiro de 2020.

Na tabela seguinte estão os indicadores propostos para os programas.

Tabela 1: Indicadores de Ações

CLASSE	INDICADOR	UNIDADE	META
	Índice de redução de perda de solo	%	>80%
	Índice de solo exposto	%	<10%
	Índice de Controle de drenagens	%	<15%
Efetividade	Índice de cobertura vegetal	%	>90%
	Índice de execução de revegetação	%	100%
	Índice de proteção de margens	%	<15%
	Índice de controle de tributários	%	<15%

<sup>5</sup> Gomes, F. J; Figueira, R. M. "Método de desdobramento e análise de indicadores". UFMG, 2013. Solicitação de patente. Nº BR 10 2012 007003 0 A8.

Volume de rejeitos  
 Trechos 6 a 11  
 Intracalha: 2.952.783m  
 Extracalha: 7.698.369m<sup>3</sup>

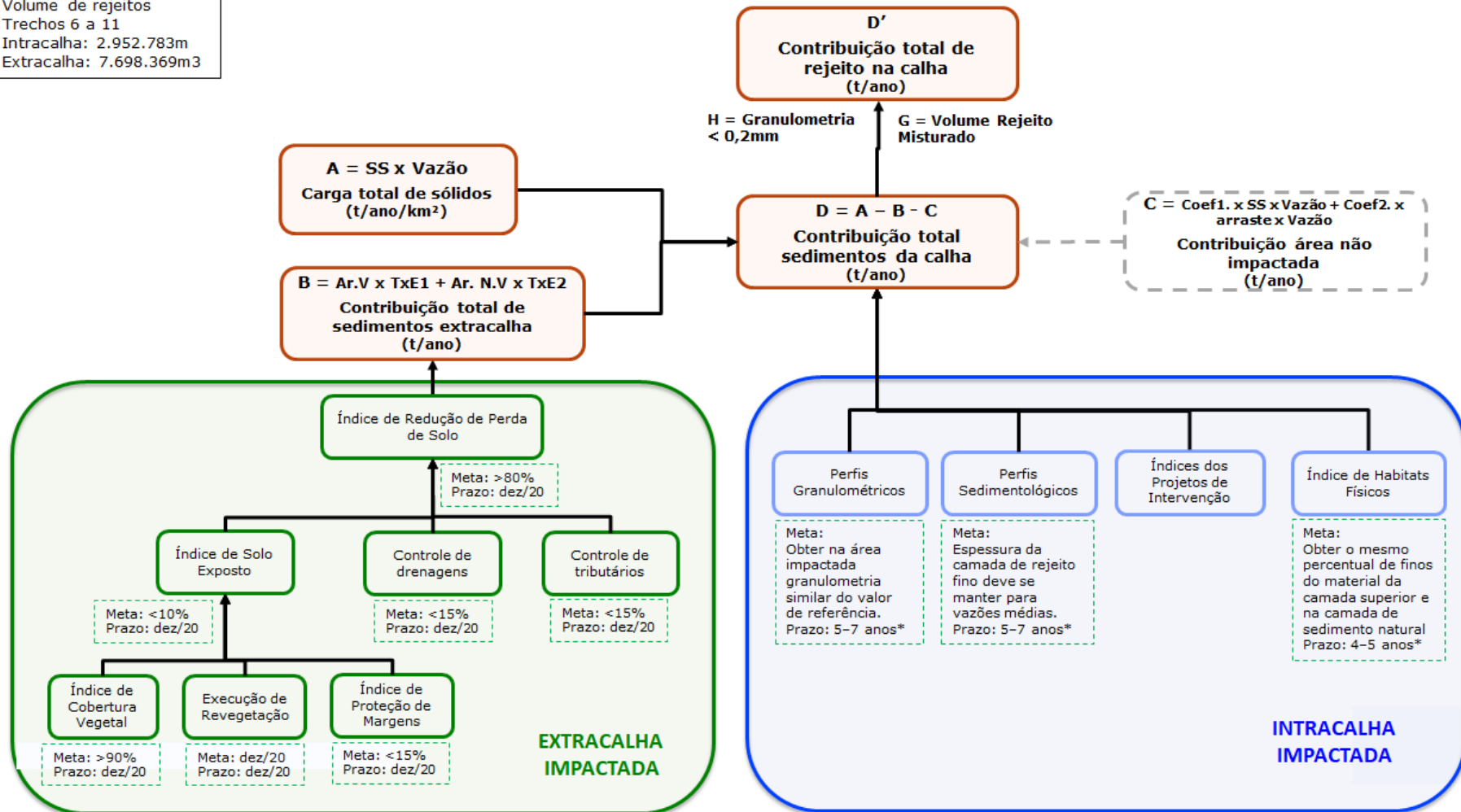


Figura 1 – Árvore de indicadores.

### 3 FICHAS DOS INDICADORES

As descrições detalhadas dos indicadores meio estão nas fichas a seguir.

#### Índice de Redução de Perda de Solo

##### Trechos 1 ao 11 do Plano de Manejo de Rejeitos

<b>Tipo</b>	<b>Resultados esperados</b>		
Efetividade	Reduzir a perda de solo (taxa de erosão) na área impactada comparando-se as áreas revegetadas e exposta.		
<b>Unidade</b>	<b>Polaridade</b>	<b>Período associado</b>	<b>Valor meta</b>
% de redução	Maior melhor	12 meses	>80%
<b>Frequência de medição</b>	<b>Data início medição</b>		<b>Data fim medição</b>
Semestral	Janeiro/2017		Dez/2020
<b>Fórmula de cálculo</b>			

Calculado comparando-se o percentual de redução do aporte de sedimentos entre as parcelas com e sem tratamento por meio de bioengenharia.

#### **Redução de perda de solo**

Definição	Mede a redução dos aportes de solo das planícies, margens e encostas em direção aos cursos d'água impactados.
Fonte e método de medição/coleta do parâmetro	Fontes: Levantamento de campo – campanhas de medição. Métodos: medição direta com base em parcelas de monitoramento, realizadas a cada evento chuvoso para composição da série amostral.

## Índice de Solo Exposto

### Trechos 1 ao 11 do Plano de Manejo de Rejeitos

<b>Tipo</b>	<b>Resultados esperados</b>		
Efetividade	Redução da área de solo exposto na área impactada pela deposição de rejeito, evitando a erosão.		
<b>Unidade</b>	<b>Polaridade</b>	<b>Período associado</b>	<b>Valor meta</b>
% de cobertura	Menor melhor	Semestre	< 10%
<b>Frequência de medição</b>	<b>Data início medição</b>		<b>Data fim medição</b>
Semestral	Janeiro/2017		Dez/2020
<b>Fórmula de cálculo</b>			

Este indicador será obtido por meio da análise do geoprocessamento para cada período de aquisição das imagens de satélite ou por meio de veículo aéreo não tripulado (VANT).

## Índice de Solo Exposto

Definição	Mede o percentual de áreas impactadas expostas e passíveis de revegetação.
Fonte e método de medição/coleta do parâmetro	Fontes: Imagens de satélite e sobrevoos de VANT. Métodos: medição direta.

## Índice de Controle de Drenagens

### Trechos 1 ao 11 do Plano de Manejo de Rejeitos

<b>Tipo</b>	<b>Resultados esperados</b>		
Efetividade	Ação que visa minimizar os impactos do carreamento de solo para o rio, por meio da execução de drenagens.		
<b>Unidade</b>	<b>Polaridade</b>	<b>Período associado</b>	<b>Valor meta</b>
% de obras	Menor melhor	Trimestre	<15%
<b>Frequência de medição</b>	<b>Data início medição</b>		<b>Data fim medição</b>
Trimestral	Outubro/2019		Dez/2020
<b>Fórmula de cálculo</b>			
$\frac{N^{\circ} \text{ de Drenagens recuperadas}}{N^{\circ} \text{ de Drenagens total}} \times 100\%$			

## Índice de Controle de Drenagens

Definição	Manutenção das drenagens ao longo do rio Gualaxo do Norte de forma a evitar processos erosivos
Fonte e método de medição/coleta do parâmetro	Levantamento de campo

## Índice de Proteção de Margens

### Trechos 1 ao 11 do Plano de Manejo de Rejeitos

<b>Tipo</b>	<b>Resultados esperados</b>		
Efetividade	Proteção das margens do rio para evitar o carreamento de sólidos, bem como erosões marginais		
<b>Unidade</b>	<b>Polaridade</b>	<b>Período associado</b>	<b>Valor meta</b>
%	Menor melhor	Trimestre	< 15%
<b>Frequência de medição</b>	<b>Data início medição</b>		<b>Data fim medição</b>
Trimestral	Janeiro/2018		Dez/2020

#### **Fórmula de cálculo**

$$\frac{n^{\circ} \text{ de margens protegidas}}{N^{\circ} \text{ total das margens a serem monitoradas}}$$

#### **Índice de proteção das margens**

Definição	Trata-se de ação que visa o controle de das margens do rio Gualaxo do Norte de forma a evitar processos erosivos e o carreamento de sólidos para o rio
Fonte e método de medição/coleta do parâmetro	Levantamento de campo

## Índice de Controle de tributários

### Trechos 1 ao 11 do Plano de Manejo de Rejeitos

<b>Tipo</b>	<b>Resultados esperados</b>		
Efetividade	Implantação de obras de bioengenharia, objetivando o controle de erosão e, conseqüentemente, o carreamento de sedimentos para o rio.		
<b>Unidade</b>	<b>Polaridade</b>	<b>Período associado</b>	<b>Valor meta</b>
%	Menor melhor	Trimestre	<15%
<b>Frequência de medição</b>	<b>Data início medição</b>		<b>Data fim medição</b>
Trimestral	Janeiro/2018		Dez/2020
<b>Fórmula de cálculo</b>			

Relação entre o número de tributários mantidos e o número de tributários executados em projeto.

### ***Índice de Controle de Tributários***

Definição	Implantação de obras de bioengenharia, objetivando o controle de erosão e, conseqüentemente, o carreamento de sedimentos para o rio.
Fonte e método de medição/coleta do parâmetro	Levantamento de campo

## Índice de Cobertura Vegetal

### Trechos 1 ao 11 do Plano de Manejo de Rejeitos

<b>Tipo</b>	<b>Resultados esperados</b>		
Efetividade	Levantamento da quantidade de área com cobertura vegetal		
<b>Unidade</b>	<b>Polaridade</b>	<b>Período associado</b>	<b>Valor meta</b>
%	Maior melhor	Semestre	> 90%
<b>Frequência de medição</b>	<b>Data início medição</b>		<b>Data fim medição</b>
Semestral	Janeiro/2018		Dez/2020
<b>Fórmula de cálculo</b>			
$\frac{\text{Área total com cobertura vegetal}}{\text{Área total levantada}}$			

## Índice de Cobertura Vegetal

Definição	Mede o percentual de área recoberta por vegetação nas áreas impactadas em relação à área total de vegetação pré-acidente.
Fonte e método de medição/coleta do parâmetro	Fontes: Imagens de satélite e sobrevoos de VANT. Métodos: medição direta.

## Execução de Revegetação

### Trechos 1 ao 11 do Plano de Manejo de Rejeitos

<b>Tipo</b>	<b>Resultados esperados</b>		
Efetividade	Execução de semeio de mix de espécies de rápido crescimento, visando preencher as áreas expostas impactadas passíveis de revegetação		
<b>Unidade</b>	<b>Polaridade</b>	<b>Período associado</b>	<b>Valor meta</b>
%	Menor melhor	Mês	100%
<b>Frequência de medição</b>	<b>Data início medição</b>		<b>Data fim medição</b>
Mensal	Outubro/2019		Dez/2020
<b>Fórmula de cálculo</b>			

$$\frac{\text{Quantidade de área revegetada}}{\text{Quantidade de área exposta}}$$

### ***Índice de execução de revegetação***

Definição	Mede o percentual da execução de semeio de mix de espécies de rápido crescimento, visando preencher as áreas expostas impactadas passíveis de revegetação
Fonte e método de medição/coleta do parâmetro	Levantamento de campo