

## TERMO DE REFERÊNCIA

### 1 OBJETO

Serviços de aplicação do processo biotecnológico através de Biorremediação Acelerada por Bioaugmentação de Microrganismos Autóctones na Estação de Tratamento de Esgoto do Município de Caldas Novas - GO.

### 2 JUSTIFICATIVA

A prestação de serviço se faz necessária mediante economia com redução progressiva do lodo acumulado, redução de odor e mais qualidade na operação e tratamento do esgoto.

A prestação de serviço os benefícios esperados diretamente são:

- Atender ao princípio da economicidade,
- Atendimento a todos os preceitos legais vigentes.
- Garantir a boa execução dos serviços com eficiência e sustentabilidade.
- Integração e harmonia na realização dos serviços, com a preservação da saúde, dos recursos naturais e do meio ambiente.
- Melhoria do ambiente de trabalho.
- Redução satisfatória dos odores da região da ETE.
- Redução e controle do volume de lodos nos processos de tratamento.
- Redução da matéria orgânica e nutrientes do efluente final.
- Desobstrução de rede coletora.
- Adequação do efluente descartado no corpo receptor.

### 3 DESCRIÇÃO DETALHADA DO OBJETO

#### ITENS: Descrição e quantitativos

ITEM	CODIGO	DESCRIÇÃO	QUANTIDADE
1		SERVIÇO BIOTECNOLÓGICO NO SISTEMA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO "ETE"	1

### 4 CONDIÇÕES GERAIS

#### DISPOSIÇÕES PRELIMINARES:

Trata-se da implantação do Processo de Biorremediação Acelerada por Microrganismos Autóctones no sistema de tratamento de efluentes da ETE que contemplam:

- Eliminação do odor indesejável;
- Redução dos elementos de interesse toxigênicos;
- Redução nas Demandas Bioquímicas e Química do Oxigênio (DBO & DQO);
- Redução do lodo gerado e da redução de óleos e graxas.

•

## 5 OBJETIVOS:

- Identificar presença de elementos de interesse poluentes presentes no efluente residual da ETE;
- Definir os locais dos pontos de inoculação da biomassa (agente principal da biorremediação);
- Eliminar odor desagradável;
- Reduzir sólidos decantáveis (LODO);
- Estabelecer os critérios das etapas de Bioadição e Biomanutenção exigidos pelo processo de Biorremediação Acelerada por Autóctones;
- Biorremediar as águas residuais efluentes da ETE;
  
- Redução dos elementos de interesse toxigênicos;
- Reduzir os níveis de DBO e DQO atingindo as exigências padrão; e reduzir teores de metais pesados existentes no sistema.
- Redução de óleos e graxas;
- Monitorar a entrada do efluente (medição via automação)

## PROCESSO DE BIORREMEDIAÇÃO ACELERADA POR BIOAUMENTAÇÃO DE MICRORGANISMOS AUTÓCTONES

### CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção destina-se à melhoria microbiológica no processo biotecnológico de BIORREMEDIAÇÃO POR BIOAUMENTAÇÃO DE MICRORGANISMOS AUTÓCTONES

(BABMA), especificamente na etapa de seleção microbiológica dos microrganismos autóctones de sítios poluídos (contaminados) que, ao ser implementada no referido processo biotecnológico BABMA, permitirá aumento na sua sensibilidade e especificidade, mediada pela utilização de procedimento técnico microbiológico específico para recuperação e seleção dos referidos microrganismos autóctones, o qual prevê fiel reprodução da microbiota autóctone e, conseqüentemente, manutenção de todas as etapas biotecnológicas de degradação de compostos tóxicos, propostas pelo processo biotecnológico referido.

### FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

A biorremediação é um método antigo, porém só teve um enfoque maior a partir dos anos 80, quando a população humana se deu conta do verdadeiro problema que os resíduos efluentes apresentavam ao meio ambiente. Desde então, se tornou um importante método de restauração de locais contaminados por resíduos, principalmente hidrocarbonetos, por utilizar a capacidade dos microrganismos em biodegradar ou biotransformar as mais diversas substâncias. A biodegradação ou biotransformação de compostos orgânicos contaminantes é uma das principais medidas de recuperação de ecossistemas e requer a interação de muitos grupos que trabalhem juntos ou sequencialmente na degradação dos compostos (KATAOKA, 2001).

A biorremediação é fundamentada em três aspectos principais: a existência de microrganismos com capacidade catabólica para degradar o contaminante, condições ambientais adequadas para o crescimento e atividade do agente biorremediador e se o contaminante está disponível ou acessível ao ataque microbiano ou enzimático (MELO & AZEVEDO, 1997).

A biorremediação abrange o processo de biotransformação do poluente, que pode ocorrer por processos de metabolismo (SHANNON & UNTERMAN 1993; EERD 2003). A biotransformação inclui reações de redução, oxidação, hidrólise e conjugação e as vias metabólicas de biodegradação dependem de diversos fatores, tais como a estrutura química do composto xenobiótico, a capacidade metabólica dos organismos envolvidos na degradação, as vias bioquímicas e as condições ambientais (SHANNON & UNTERMAN 1993; EERD 2003).

Alguns dos agentes primários da decomposição da matéria orgânica são bactérias heterotróficas e fungos; no entanto, o uso de bactérias em tratamentos biológicos pode ser limitado por fatores de estresse ambiental (RABINOVICH et al. 2004). Segundo o autor, o sistema enzimático bacteriano só é produzido na presença do poluente e pode ter baixa eficiência na degradação de compostos insolúveis em água ou ligados ao solo.

Microrganismos com as mais diversas capacidades metabólicas são empregados na biorremediação, sendo esses pertencentes principalmente a diversos gêneros de bactérias e fungos. A ação metabólica da degradação dependerá das características metabólicas do microrganismo envolvido e das condições ambientais. A tecnologia da biorremediação tem como objetivo inocular o local com microrganismos dotados da capacidade de metabolizar resíduos tóxicos, proporcionando

maior segurança e menos perturbações ao meio ambiente (MELO & AZEVEDO, 1997). Os mesmos autores afirmam que, para cada tipo de contaminante, são indicadas espécies diferentes de microrganismos para o processo de biorremediação, como indica a tabela abaixo:

**TABELA 1.** Relação de microrganismos para cada contaminante indicado

Contaminantes	Espécies utilizadas
Anéis aromáticos	<i>Pseudomonas, Achromobacter, Bacillus, Arthrobacter, Penicillium, Aspergillus, Fusarium, Phanerocheate</i>
Cádmio	<i>Staphylococcus, Bacillus, Pseudomonas, Citrobacter, Klebsiella, Rhodococcus</i>
Cobre	<i>Escherichia, Pseudomonas</i>
Cromo	<i>Alcaligenes, Pseudomonas</i>
Enxofre	<i>Thiobacillus</i>
Petróleo	<i>Pseudomonas, Proteus, Bacillus, Penicillium, Punninghamella</i>

Fonte: Melo & Azevedo et. al (1997)

Os fungos (bolores ou leveduras) são capazes de crescer sob as condições de estresse que

limitam o crescimento bacteriano, fazendo com que o modo de crescimento induzido quimiosstaticamente em direção à fonte de carbono, por meio do alongamento e ramificação das hifas, permita a colonização de grandes áreas, aumentando o contato superficial com o contaminante, melhorando os níveis de biodegradação (MACHADO & MATHEUS et al. 2002).

MELO & AZEVEDO (1997) afirmam que o processo de biorremediação apresenta diversas vantagens em sua execução, pelo fato de ser consideravelmente mais barato do que outros métodos utilizados na descontaminação de ambientes, beneficiando-se dos processos biogeoquímicos que ocorrem naturalmente, onde destrói ou imobiliza os contaminantes ao invés de transferi-los de um meio para outro, não removendo os compostos atóxicos da água, procedimentos esses necessários no tratamento convencional de superfície e podendo ser conduzida “in situ”, reduzindo possibilidades de contaminação para os trabalhadores.

Em meio a tantos benefícios, a desvantagem é inevitável, pois não é uma solução de prazo imediato para o problema, além do que elevadas concentrações de um determinado composto podem inibir a atividade degradativa ou o crescimento do microrganismo em questão (MELO & AZEVEDO, 1997).

Vários autores têm desenvolvidos diferentes métodos de descontaminação ambiental. Cada técnica foi desenvolvida para degradar xenobióticos de áreas contaminadas. Dentre as várias técnicas atualmente utilizadas, a seguir serão apresentadas de forma resumida três dessas técnicas.

A técnica de biorremediação apresentada por CHERNICHARO (2007) é baseada na lixiviação microbiana, particularmente no princípio da decomposição que pode ser dividido em dois estágios:

**Estágio acetogênico:** as reações de hidrólise iniciam o estágio não- metanogênico pela redução da matéria orgânica complexa a compostos solúveis menores através de enzimas extracelulares. Os produtos da hidrólise incluem ácidos graxos, açúcares simples, aminoácidos e outros compostos orgânicos de baixo peso molecular. Durante a hidrólise, os microrganismos que participam do processo despendem mais energia do que conseguem ganhar. Apesar disso, aumenta a disponibilidade energética do meio em função das alterações sofridas pela matéria orgânica, fonte de energia a ser utilizada nas reações subsequentes;

**Estágio metanogênico:** os microrganismos atuantes no estágio metanogênico são

geralmente bactérias do gênero *Methano bacterium*, habitante comum do solo, do rúmen e dos esgotos domésticos. Essas bactérias obtêm energia a partir de duas reações principais: redução do  $\text{CO}_2$  pela adição de  $\text{H}_2$  para formar  $\text{CH}_4$  e  $\text{H}_2\text{O}$ , e a partir da quebra do  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , formando metano e dióxido de carbono. Segundo ALEXANDER (1999), outros gases são também produzidos neste estágio, como, por exemplo,  $\text{N}_2$  e  $\text{H}_2\text{S}$ . O nitrogênio é produzido a partir do processo microbiano de desnitrificação, no qual o íon nitrato é reduzido ao mesmo tempo em que atua como aceptor de elétrons e a desnitrificação ocorre imediatamente após a depleção do oxigênio. O  $\text{H}_2\text{S}$  é produzido por microrganismos, redutores

de sulfato com o íon sulfeto agindo como aceptor de elétrons. O mesmo autor ainda cita que essa reação ocorre em pH neutro ou ligeiramente alcalino e também durante este estágio outros gases são produzidos,  $\text{CH}_3\text{CH}_3$ ,  $\text{CH}_3$ ,  $\text{CH}_2$ ,  $\text{CH}_3$  e  $\text{PH}_3$ , porém em quantidades insignificantes.

Durante a decomposição anaeróbia, segundo o princípio de duas fases, gases como  $\text{CO}$ ,  $\text{H}$ ,  $\text{CH}$ ,  $\text{N}$  e  $\text{H}_2\text{S}$  são produzidos por dois grupos distintos de microrganismos, os formadores de ácidos e os formadores de metano (CHERNICHARO et al. 1997).

Outra técnica apresentada por EDGEHILL (1999) cita que a metodologia de biorremediação envolve quatro fases distintas e sequenciais, nas quais permitem o efetivo tratamento do sítio contaminado e dos resíduos, respectivamente, como se segue:

Estudos preliminares. EDGEHILL (1999) cita que consistem na pesquisa e estudos técnico- científicos e no levantamento de parâmetros necessários à elaboração de uma estratégia para solução do problema. Levantamento topográfico planialtimétrico, prospecção hidrogeológica e geotécnica, avaliação preliminar de impacto ambiental, ensaios de tratabilidade, diagnóstico, formulação de modelo, projeto técnico.

Tratamento primário. O autor afirma que consiste na aplicação dos processos físicos que não alteram as características químicas e biológicas dos resíduos e dos contaminantes - Preparação de acessos, drenagem de águas pluviais, escavação e remoção de resíduos velhos, drenagem e retenção de percolados, drenagem e retenção de gases, isolamento e divisão em células, aterramento celular de resíduos velhos e novos, aumento de nutrientes

Tratamento secundário. Consiste na aplicação dos processos biotecnológicos capazes de alterar as características dos resíduos e seus contaminantes (EDGEHILL, 1999). Esta fase é também conhecida como biorremediação, como: controle de fatores físico-químicos influentes no processo, inoculação e partida dos reatores, lixiviação bacteriana acetogênica, lixiviação bacteriana metanogênica.

Tratamento terciário. Consiste no tratamento e destinação final dos resíduos e na sua inertização. Esta fase é dividida em dois passos. O primeiro passo ocorre na própria célula de aterro, ou seja, tratamento "in situ", e o segundo passo, fora da célula, "ex situ", na unidade de segregação (EDGEHILL, 1999).

E, por fim, segundo BOOPATHY et al. (2000), o processo biorremediativo pode ser executado nas formas "in situ", onde o tratamento residual é feito no próprio local, e "ex situ", onde há uma remoção física e o encaminhamento do material contaminado para o local de tratamento, utilizando diferentes técnicas de remediação, como:

**Bioestimulação:** fornecimento de nutrientes às populações de microrganismos, aumentando sua população, promovendo o crescimento e conseqüentemente o aumento da atividade metabólica na degradação de contaminantes.

**Bioaumento ou Bioenriquecimento:** introdução de microrganismos específicos para degradação de determinados contaminantes.

**Biorremediação passiva ou intrínseca:** tratamento natural via microbiota nativa.

**Landfarming (ex situ):** processo biológico aplicado a solos, sedimentos e borras contaminados. Esses resíduos são colocados em células adequadamente preparadas, geralmente impermeabilizadas para evitar percolação dos lixiviados, onde são homogeneizados periodicamente através de aragem.

**Biodegradação fúngica (ex situ ou in situ):** emprego de fungos degradadores de lignina ou sistemas enzimáticos para degradar os contaminantes presentes no solo.

**Biopilha (ex situ):** o solo escavado contaminado é colocado em pilhas ou células, cujo teor do contaminante presente é reduzido por biodegradação. Umidade, nutrientes, oxigênio, temperatura e pH podem ser controladas para estimular a atividade degradativa dos microrganismos presentes no solo.

Analisando os métodos biorremediativos, observam-se técnicas sem complexidades e incomparavelmente mais rentáveis aos governos e proprietários de determinadas áreas, assim como também ao meio ambiente, pelo fato de não ter um alto custo de execução e ser menos agressivo ecologicamente.

Nas últimas décadas, a utilização de microrganismos e seus metabólitos nos processos de biorremediação vem crescendo, em virtude do alto potencial de degradação e sorção (metais e corantes) e dos mecanismos de resistência em condições ambientais adversas.

Esses microrganismos apresentam uma série de características que os tornam interessantes para aplicação em sistemas de biorremediação. São elas:

Capacidade de crescer sob as condições de estresse ambiental que podem limitar o crescimento bacteriano; (Pereira & Freitas, 2012).

Modo de crescimento microbiano, induzido quimiostaticamente em direção à fonte de carbono orgânico, que permite a colonização de grandes áreas e o sistema de biodegradação microbiano, realizado por enzimas extracelulares.

O crescimento populacional, aliado ao consumo desenfreado de produtos e as atividades antrópicas, juntamente com a intensificação dos processos industriais, resultou em inúmeros locais contaminados pelo mundo, intensificando os crescentes problemas da poluição dos solos e da água, devido à introdução dos mais diversos contaminantes, tais como hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAHs), bifenis policlorados (PCBs), pesticidas e herbicidas, metais tóxicos, entre outros, representando uma enorme ameaça para a saúde humana e o ecossistema natural (Castelo-Grande e Barbosa, 2003; Chen, et al., 2015). A contaminação ambiental provocada pela ação do homem no meio ambiente, cujos efeitos incidem direta e indiretamente sobre a saúde da população, como nos casos da contaminação da água, do solo e do ar.

## CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA

A degradação dos recursos naturais e a contaminação da água por fertilizantes e outros químicos vêm crescendo e trazendo graves consequências para o ambiente e para a saúde humana. O crescimento da atividade agropecuária e a perda de sedimentos por meio do escoamento superficial afetam a qualidade das águas superficiais não apenas no local de origem da contaminação, mas também em outros pontos de interferência dos recursos hídricos (MARCHESAN et al., 2010). A contaminação de águas superficiais e subterrâneas tem um potencial extremamente poluente, pois se, por exemplo, o local onde for aplicado o agrotóxico for próximo a um manancial hídrico que abasteça uma cidade, a qualidade dessa água captada também deverá estar comprometida (SOARES & PORTO, 2007).

A indústria de mineração e de beneficiamento de minérios e as indústrias petroquímicas, entre outras, são responsáveis pelo despejo ou descarga de resíduos químicos letais (mercúrio, benzeno, enxofre, entre outros) nos solos e rios, causando impactos muitas vezes irreversíveis na saúde das populações residentes na região (RATTNER, 2009). Segundo RATTNER (2009), a poluição de rios, lagos, zonas costeiras e baías tem causado degradação ambiental contínua por despejo de volumes crescentes de resíduos e dejetos industriais e orgânicos. O lançamento de esgotos não tratados aumentou dramaticamente nas últimas décadas, com impactos eutróficos severos sobre a fauna, a flora e aos próprios seres humanos. Outro tipo de contaminação da água é por meio do despejo de dejetos líquidos de suínos, que servem como fonte de nutrientes às plantas. Porém, quando o seu uso é inadequado, podem causar o acúmulo de fósforo no solo, que posteriormente pode ser transferido para o meio aquático, causando eutrofização (BERWANGER et al., 2008). A elevada concentração de metais na água, sedimentos e organismos aumenta a vulnerabilidade da saúde humana por meio da

bioacumulação. Essa vulnerabilidade resulta na contaminação por metais pesados através de duas rotas:

Beber água contaminada que passou por tratamento inadequado, expondo a população à ingestão de metais em doses toleráveis, ou ingestão através de alimentos contaminados, como, por exemplo, peixe (CHIBA et al., 2017). Porém, de acordo com FERNANDES et al. (2007), a legislação brasileira, seja a ambiental ou mesmo a referente aos aspectos sanitários alimentares, ainda é pouco contundente com relação aos limites aceitáveis ou permitidos de metais pesados em solos, águas e alimentos. Existe uma carência muito grande de dados nacionais que subsidiem os legisladores e órgãos ambientais sendo, muitas vezes, utilizados valores limites verificados e utilizados em outros países. Resultados encontrados CHIBA et al. (2017) objetivaram avaliar a ocorrência espacial de metais pesados (Al, Zn, Cr, Co, Cu, Fe, Mn e Ni) na água, sedimentos e amostras de macroinvertebrados bentônicos em uma subbacia no sudeste do Brasil, na cidade de São Carlos/SP. Os autores tinham o objetivo de verificar a interação dos metais do ambiente com a comunidade bentônica quanto à bioacumulação. Anteriormente ao estudo havia a suspeita de contaminação por metais nos ambientes aquáticos do município de São Carlos devido à ausência de tratamento de efluentes industriais. Com o estudo, os autores observaram que

a bacia apresenta contaminação por metais tóxicos em águas superficiais, sedimentos e macroinvertebrados bentônicos. Foi verificado ainda que existe uma tendência para a bioacumulação de metais por organismos bentônicos para quase todas as espécies de metal. Os resultados obtidos pelos autores demonstram um potencial risco à saúde humana e ao ecossistema, contribuindo com o estudo de contaminação por metais em ambientes aquáticos de áreas urbanas. Os níveis de níquel detectados na água estão acima dos padrões estabelecidos pela legislação brasileira, sendo esta água distribuída para aproximadamente 50 mil habitantes do município de São Carlos. O objetivo da pesquisa realizada por TOBÓNMARULANDA et al. (2010) foi avaliar a qualidade da água das fontes de água na aldeia Monterredondo, devido à constante aplicação de pesticidas. Os autores verificaram que a produção agrícola, suína e de aves na área de estudo gera impactos negativos sobre os recursos hídricos, como a poluição do solo, erosão, poluição do ar, a produção de resíduos sólidos e proliferação de vetores. O tratamento de efluentes leva a um registro na qualidade da água superficial, apenas com avaliações de pH e Cloro. Além disso, não há um método, após o tratamento, para verificar a precisão dos indicadores de avaliação. O tanque de armazenamento de água do local estudado apresenta condições insalubres, uma vez que mostra a presença de lodo e mofo. Amostras de água e cirrípedes *Amphibalanus amphitrite* foram coletados por FARRAPEIRA et al. (2010) em Recife, Brasil, para avaliar se estes acumulam coliformes totais e termo-tolerantes relacionados à poluição por esgoto doméstico. Os resultados obtidos pelos autores indicam que há contaminação orgânica nas localidades de amostras e que esta espécie pode ser um bom bioindicador de poluição orgânica, uma vez encontrada uma maior concentração de coliformes dentro dos cirrípedes do que na superfície da água. Foi ainda observado no estudo que a composição de bactérias dentro do cirrípedes, com exceção de *Escherichia coli*, que também foi encontrada em amostras de água, todas as outras espécies de coliformes foram apenas amostrados nos cirrípedes, independentemente da sua ocorrência em outros rios. FERNANDES et al. (2007) realizaram estudo com objetivo de avaliar os teores totais de metais pesados (Cd, Pb, Cu, Cr, Fe, Mn, Mo, Ni e Zn), em água de irrigação provenientes de áreas com intensa atividade olerícola no Estado de Minas Gerais. As amostras de água avaliadas apresentaram-se, de forma geral, livres de contaminação significativa de metais pesados. Porém, em algumas destas foram detectados teores preocupantes de metais pesados, o que indica a necessidade de um programa de monitoramento dos pontos de coleta para identificação da possível fonte de contaminação. Porém, segundo MAYERHOFF (2007), tecnologias visando a garantir a qualidade da água dos mananciais têm sido alvo de pesquisa e desenvolvimento há várias décadas em todo o mundo. A demanda por novas tecnologias para o tratamento de efluentes industriais e municipais é cada vez maior, diante da crescente conscientização da sociedade com relação aos altos níveis de poluição e à consequente escassez da água do planeta.

## **CONTAMINAÇÃO DO SOLO**

A degradação de solos por erosão, salinização e o avanço da agricultura irrigada em



grande escala, os desmatamentos e a remoção da cobertura vegetal natural, o uso de máquinas pesadas, as monoculturas e o uso de sistemas de irrigação inadequados, além de regimes de propriedade arcaicos, contribuem para a escassez crescente de terras aráveis e, assim, comprometem a segurança alimentar da população mundial (RATTNER, 2009). No que diz respeito à contaminação no solo, o acúmulo dos agrotóxicos pode fragilizar e desencadear absorção de elementos minerais, principalmente em solos desnudos, concorrendo para a redução do grau de fertilidade do mesmo (SOARES & PORTO, 2007). Com base em sua presença no solo, alimentos, poços e ar, esses compostos podem ser absorvidos por ingestão, contato com a pele, ou inalação (ASMUS et al., 2008), já os metais pesados, que estão naturalmente presentes na constituição de solos e rochas, têm se apresentado cada vez mais próximos da cadeia alimentar dos animais e, em especial, da do homem. No tocante ao solo agrícola, recurso natural que suporta a produção de alimentos além de componente importante do ciclo hidrológico, a elevação dos teores de metais pesados vem sendo associada à aplicação de corretivos e adubos agrícolas, utilização de água de irrigação contaminada ou de produtos como lodo de esgoto, compostos de lixo urbano e resíduos diversos de indústria ou mineração. Uma vez nos solos agrícolas, esses elementos podem, ainda, sob determinadas circunstâncias, ser absorvidos pelas plantas, que fazem parte da alimentação humana ou animal (FERNANDES et al., 2007). Por fim, a contaminação do solo com ovos de helmintos pode ocorrer por meio de fezes de animais domésticos, durante as quatro estações do ano. A confirmação da presença destes parasitas de grande importância médica em ambientes onde circulam pessoas servem como aviso, uma vez que é possível aplicar políticas sanitárias com intuito de reduzir os riscos aos quais a população está exposta (GALLINA et al., 2011). GALLINA et al. (2011) estudaram a contaminação ambiental por formas parasitárias na área do campus universitário no município de Pelotas-RS, onde circulam aproximadamente 12 mil pessoas, sendo a maioria estudantes. Os autores analisaram 200 amostras de solo para identificação de formas parasitárias. A presença de ovos de nematóides foi verificada em 62% das amostras.

Entre os parasitos observados destacam-se a presença de ovos de *Toxocara* spp. e de ancilostomatídeos em todo período estudado. Em 25,5% das amostras foi detectada a presença de nematóides com capacidade de infectar o homem por meio de ingestão acidental ou penetração pericutânea. Os resultados encontrados pelos autores demonstram que há contaminação ambiental significativa, o que representa risco de infecção zoonótica aos humanos que frequentam a região estudada. O objetivo do trabalho realizado por MATTIAS et al. (2010) foi avaliar a acumulação de Cu, Zn e Mn em solos sob aplicação sistemática de dejetos líquidos de suínos. Os autores coletaram amostras de solos de duas das mais representativas microbacias. Os autores verificaram que sucessivas aplicações de dejetos suíno aumentam a disponibilidade de Cu, Zn e Mn no solo, o que requer um monitoramento constante do seu conteúdo. Foi possível observar que o cobre pode chegar ao conteúdo total do solo acima de valores críticos mais rapidamente do que o zinco. Foi mostrado ainda pelos autores que alguns tipos de solos são mais propensos a possíveis contaminações, uma vez que podem alcançar hidrográficas de Santa Catarina, onde a atividade predominante é a suinocultura. Em cada microbacia foram escolhidas 12

propriedades que representassem os diferentes sistemas de criação de suínos. Estes resultados indicam que o tipo de solo pode ser um atributo subjacente à determinação das políticas públicas relativas à criação de suínos e de gestão de resíduos. SAKUMA et al. (2010) realizaram trabalho cujo objetivo foi avaliar a exposição de 398 crianças, com idade entre sete e 14 anos, ao arsênio proveniente de fontes ambientais na região dos municípios de Cerro Azul-PR,

Adrianópolis-PR, Ribeira-SP e Iporanga-SP. As análises foram realizadas por meio de detecção de substâncias tóxicas na urina. Os autores observaram que as crianças da população estudada mostraram diferentes níveis de exposição ao arsênio, considerando o local em que moram como a única variável significativa apresentada. O grupo que morava nas vizinhanças de Iporanga foi o único que apresentou altos níveis de arsênio na urina, sendo seguido pelos grupos que moram em Adrianópolis/Ribeira e Vila Mota, respectivamente. A presença natural de arsênio em Iporanga, aliada à contaminação antrópica resultante da atividade na mina, pode explicar os altos níveis de arsênio na urina das crianças avaliadas. Porém, os valores médios de arsênio encontrados nos grupos populacionais avaliados não carecem de preocupação imediata. Entretanto, é necessário o estabelecimento de um monitoramento regular do nível de arsênio na urina da população da região, por ainda existirem duas fontes ambientais de contaminação no meio ambiente: arsênio residual antropogênico proveniente de atividades na mina e arsênio geológico naturalmente contaminante do solo, devendo receber maior atenção o desmatamento e a erosão do solo. SILVA et al. (2009) realizaram estudo com o objetivo de avaliar a contaminação da areia das praias de Porto de Galinhas-PE, Muro Alto-PE e Maracaípe-PE.

Os resultados dos autores indicaram que a contaminação mais alta ocorreu na praia de Porto de Galinhas, na qual 42% das amostras estavam contaminadas com larvas de *Ancylostoma* e 13% com ovos de *Trichuris* sp. Na praia de Muro Alto, 30% das amostras estavam contaminadas com larvas de *Ancylostoma* e 13% com *Ascaris lumbricoides*. Não foram encontrados parasitas patogênicos na praia de Maracaípe, provavelmente porque existe a dificuldade no acesso a esta praia, mais comumente frequentada por surfistas, e também por não haver a presença de cães na área. FERNANDES et al. (2007). Os autores observaram que algumas amostras realizaram estudo com objetivo de avaliar a presença dos metais pesados Cd, Pb, Cu, Cr, Fe, Mn, Mo, Ni e Zn, em solos provenientes de áreas olerícolas do estado de Minas Gerais. Específicas de solo apresentavam-se com teores totais mais expressivos de metais pesados, sendo que a baixa disponibilidade desses elementos sugere que tal verificação não constitui problema de maior magnitude. Em diversos estudos realizados com a finalidade de buscar alternativas para revegetação de ambientes contaminados, a *Brachiaria decumbens* Stapf. tem sido utilizada. Essa espécie pode ser utilizada em programas de recuperação/revegetação de áreas degradadas e contaminadas com arsênio (As), sendo este considerado o elemento mais tóxico à saúde humana (ARAÚJO et al., 2011).

## **DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO**

A biorremediação é uma das abordagens tecnológicas mais promissoras para dos resíduos perigosos, que conta com microrganismos como bactérias ou fungos para transformar produtos químicos perigosos em substâncias menos tóxicas ou não tóxicas. Tal transformação biológica é mais atraente do que o tratamento químico ou físico direto. Os microrganismos degradam diretamente os contaminantes em vez de simplesmente transferi-los de um meio para outro, empregam vias de degradação metabólica e podem ser usados in situ com perturbação mínima para o local de limpeza. Assim, os microrganismos podem ser ferramentas eficazes, econômicas e sem interrupções para eliminar produtos químicos perigosos. Não há dúvida de que a biorremediação é uma tecnologia que lidera o caminho para um futuro planeta mais limpo.

A invenção, que chamamos de BABMA, é um processo biológico natural para remediar e tratar resíduos tóxicos com perturbação mínima do local, através da bioaugmentação de microrganismos autóctones presentes na área contaminada. Quando esse processo é aplicado a uma área contaminada, o resultado é a degradação de todos os elementos tóxicos abaixo dos níveis aceitáveis exigidos por lei, independentemente de esses contaminantes surgirem, como resultado da atividade industrial, química ou orgânica. Esse processo pode ser aplicado com sucesso em água, lodo e efluentes industriais (inorgânicos) e orgânicos, incluindo, mas não se limitando, a laticínios, suínos e avicultura, fossas sépticas, resíduos de shopping centers, restaurantes, hotéis, supermercados, matadouros e resíduos de resíduos de suas atividades, metais pesados de efluentes, curtumes, refinarias de petróleo, comestíveis, fábricas de farinha, cervejarias, indústria de processamento de alimentos, indústria da borracharia, indústria de mineração, indústria de reciclagem de óleo vegetal, além de entidades municipais de tratamento de água e esgoto, incluindo fossas poluídas e estuários.

A invenção, que é um processo acelerado de biorremediação por bioaugmentação de microrganismos autóctones, é um tipo de engenharia biotecnológica ambiental que, quando aplicada a consórcios microbianos identificados que existem naturalmente na área antes da contaminação, fornece potencial para que eles ataquem, desistam e degradem os poluentes particulares que foram introduzidos ao seu ambiente.

Especificamente, o modelo de BABMA baseia-se na ocorrência das chamadas "Proteínas de Choque Térmico" (TSP), também conhecidas como "Proteínas de Choque térmico" (HSP) ou "Proteínas de Estresse" (SP), que são codificadas no DNA cromossômico de alguns microrganismos. Muitos tipos de estresse, incluindo o calor, induzem a expressão desses genes para produzir proteínas de choque térmico. Esta família de genes foi originalmente nomeada por causa de sua expressão após a exposição ao calor. No entanto, esses genes são agora conhecidos por serem induzidos por uma grande variedade de estresses ambientais ou metabólicos que incluem: anoxia, isquemia, exposição a íons metais pesados, etanol, nicotina, estresse cirúrgico, alta concentração de compostos orgânicos e agentes virais, entre outros. Assim, o termo "proteína de choque térmico" é um equívoco porque muitos outros agentes, além do calor, induzem a expressão dos genes da proteína de choque térmico. Consequentemente, "proteína do estresse" é o termo preferido. Proteínas de estresse são criticamente

importantes porque parecem ser necessárias na etapa crítica e dimensionais de algumas proteínas recém- formadas dentro da célula. Na verdade, eles garantem que os polipeptídeos recém-formados prossigam corretamente através da parede celular e alcançar uma forma funcional (RICHTER, HASLBECK, BUCHNER, 2010). Esses microrganismos expressam uma proteína específica (enzima) de forma intensificada que é expressa na parede externa da célula microbiana quando exposta a diferentes tensões.

Esse fenômeno ocorre no ambiente natural quando microrganismos portadores de genes de HSP são capazes de se proteger e sobreviver quando expostos a elementos tóxicos. Por exemplo, quando elementos tóxicos são introduzidos em um bioma saudável não poluído, eles destroem quase todos os microrganismos. No entanto, alguns microrganismos que carregam genes de HSP são capazes de detectar esses elementos tóxicos em seu ambiente. Eles reagem ao estresse desencadeado pelo poluente ativando a expressão de genes que geram proteínas de estresse que atuam como acompanhantes e permitem que as proteínas existentes mantenham sua estrutura 3d dentro da célula, ajudando a expressar a proteína na parede celular. Estabilizam peptídeos dando tempo para a célula reparar ou sintetizar proteínas danificadas. Isso fornece proteção contra o invasor tóxico e permite que a célula entre em um tipo de modo de vida latente. De fato, em resposta a diferentes estresses, as bactérias regulam o crescimento e entram em dormência, um estado reversível de atividade metabólica reduzida (JONES & LENNON, 2010).

A maioria dos microrganismos, mesmo aqueles portadores genes de HSP, podem ser destruídos, como resultado da exposição a elementos tóxicos, mas a chave para a aplicação bem sucedida da invenção BABMA é a busca, identificação e propagação desses microrganismos autóctones com o gene HSP que sobreviveram e estão em dormência.

Até esta invenção, a busca e identificação desses microrganismos era realizada por meio do isolamento de culturas puras. A presente invenção consiste inicialmente de um método de microbiologia de enriquecimento clássico. A seleção desses tipos microbianos (autóctones) no ambiente poluído forma a base para a produção de uma BIOMASSA MICROBIANA AUTÓCTONES. A subsequente inoculação do nicho poluído na forma dessa biomassa fornece uma carga microbiana que permite um processo acelerado de degradação de todos os compostos tóxicos presentes. Isso é conhecido como fase inicial de adaptação microbiana ao nicho poluído, conhecido como fase de LAG. Situações desequilibradas no processo biológico ocorrem comumente em estações de tratamento de efluentes (ETP), rios, lagos, lagoas de equalização quando expostas a resíduos tóxicos. Isso resulta em consequências negativas, tais como: diminuição da eficiência da redução da demanda bioquímica e química de oxigênio, permitindo assim reações de redução de oxidação, odores desagradáveis, saída de nitrogênio amoniacal, acúmulo de sólidos, depósito de gorduras, etc. Esse desequilíbrio pode ser causado pelo excesso de resíduos tóxicos, como detergentes, metais pesados, produtos químicos urbanos, pesticidas, fertilizantes sintéticos, incluindo resíduos orgânicos, entre outros. Sua presença pode causar mudanças bruscas de pH, levando a uma redução da população microbiana e, conseqüentemente, da atividade biológica. A aplicação da invenção BABMA a efluentes tóxicos líquidos e sólidos demonstra resultados satisfatórios tanto na redução do H<sub>2</sub>S,

nitrogênio amoniacal e sulfetos, resultando na eliminação do odor desagradável, e na redução da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e da Demanda Química de Oxigênio (DQO).

Deve-se mencionar que somente a invenção e a manutenção da invenção são aplicadas ao tratamento de elementos tóxicos. Nenhum outro método precisa ser usado para tratar a área poluída. O acompanhamento de aplicação e manutenção deste processo de biotecnologia mantém uma redução da Demanda Bioquímica de Oxigênio em até 90%, cumprindo assim os padrões de qualidade da água para liberações de efluentes estabelecidos na Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Esta resolução fornece as diretrizes ambientais para os órgãos de água, bem como estabelece condições e normas de liberação de efluentes para uma proteção ambiental ecologicamente equilibrada. Isso leva em conta os usos prioritários e classes de qualidade ambiental necessárias para um determinado corpo d'água. Em suma, essa água tratada não contém mais elementos tóxicos, sendo adequada para reutilização em áreas críticas e superfícies, sem risco para o meio ambiente. O processo de BIORREMEDIAÇÃO ACELERADO PELA BIOAUMENTAÇÃO DE MICRORGANISMOS

AUTÓCTONES utiliza apenas microrganismos autóctones representativos (autóctones específicos) que já estão participando da microbiota do local poluído (EFLUENTE RESIDUAL) como base para criar uma biomassa (com uma concentração de 108 microrganismos autóctones por mililitro) para degradar compostos orgânicos e inorgânicos e "intoxicantes" (principalmente responsáveis pelo odor indesejável) naquele local poluído.

Esse processo de biorremediação em curso promove e sustenta a recuperação e manutenção do equilíbrio biológico do ecossistema e mantém a ausência de COMPOSTOS TÓXICOS. Reduz a NÍVEIS ACEITÁVEIS quaisquer elementos tóxicos presentes em todos os efluentes residuais que resultem em água e às vezes um lodo inerte como subproduto, tornando esta água adequada para reutilização.

O processo acelerado de biorremediação por microrganismos autógenos é dividido em 5 (cinco) estágios:

- Coleta e transporte das amostras
- Bioprospecção de microrganismos autóctones nas amostras
- Bioaumentação
- Bioadição
- Biomanutenção

## **ESTÁGIO 1 - Coleta e transporte das amostras**

A primeira etapa do tratamento biotecnológico envolve a recuperação da microbiota presente na água e lodo do ambiente poluído selecionado. O passo a seguir é realizado para identificar os microrganismos que sobreviveram e se adaptaram às condições ambientais, ou seja, em "vida latente". Deve-se notar aqui que todos os nichos poluídos devem ser estudados separadamente, pois os tipos de microrganismos que sobrevivem em diferentes ambientes poluídos podem variar, dependendo dos tipos de elementos tóxicos presentes.

Alguns desses microrganismos identificados apresentam o potencial de uma reação degradante para atuar como catalisador para as reações de biodegradação de compostos orgânicos como gorduras e proteínas, pigmentos, anéis aromáticos, metais pesados, que podem estar presentes em grandes quantidades no nicho poluído.

Aproximadamente 1 litro de água e 1 kg de lodo são coletados ao mesmo tempo da área poluída em dois frascos de vidro de boca larga estéril separados de 1 litro, lacrados e transportados para o laboratório em temperatura ambiente.

## **ESTÁGIO 2 - Bioprospecção e bioensaio de microrganismos autochtonosos nas amostras**

As amostras (250mL de água e 250mg de lodo) já contêm os microrganismos resistentes latentes, naturalmente selecionados pelas condições adversas tóxicas. Estas suspensões são misturadas em uma proporção qsp a 5 litros com água destilada em uma cultura médium feita de Peptone, extrato de levedura e sacarose (PYS) em uma proporção de 1:2:1: percentual W/V proporção. 1 Kg Peptone 2kg Levedura Extrato 1 kg sacarose. O pH é ajustado para 7.0 e a cultura é incubada em constante agitação por um período de aproximadamente 6-8 horas em temperatura ambiente.

As amostras de lodo e água retiradas da área contaminada contêm microrganismos que sobreviveram em "vida latente". O meio de cultura PYS fornece a nutrição para o reavivamento desses microrganismos. Uma vez revividos, ao se acostumarem com seu novo ambiente, produzem enzimas que atacam e degradam os elementos tóxicos da lama e amostras de água presentes no meio. Isso é conhecido como a fase de adaptação. Essa adaptação ao meio cultural ocorre durante um período de 6 a 8 horas e é conhecida como a Fase de Lag do crescimento microbiano. Após esta fase de atraso de 6 horas, é obtida uma biomassa inicial de 5 litros, que se adaptou ao meio da cultura.

## **ETAPA 3 - BIOAUMENTAÇÃO**

Estes 5 litros são agora transferidos para um reator em um qsp 100 litros de um meio de cultura PYS, o pH é ajustado para 7.0 e é agitado por 96 horas à temperatura ambiente. Após 96 horas de incubação, este bioreator de 100 litros contém uma Biomassa Microbiana Autochtonous Microchtonous (AMB) com uma concentração de aproximadamente 108 microrganismos/ml. Para otimizar o uso da AMB, sua desidratação é alcançada através da ventilação de ar quente.

## **ESTÁGIO 4 - BIOADDIÇÃO**

Esta fase consiste na adição da AMB preparada ao local poluído (lagoas de equalização, tanques de equalização, caixas de gordura, solo, águas subterrâneas, rios, etc). Para obter resultados ideais, é necessário que a AMB seja produzida in loco, ao lado do local poluído, por exemplo, a partir de um reator microbiano de 5.000 litros (5kg de água destilada AMB seca de 5.000L, pH7.0 e 96 horas de agitação em R.T.), 4.000 litros são liberados no local contaminado, a uma taxa de 200 litros/hora durante 20 horas. Os 1.000 L restantes serão utilizados como inóculo para a próxima cultura de 5.000 L, juntamente com

outros 5kg de AMB, durante a noite em R.T. Esses ciclos são repetidos diariamente durante um período de um ano. De acordo com o tamanho do local poluído, as proporções acima apresentadas são mantidas.

Isso implica a aplicação da biomassa específica (AMB) em uma concentração de aproximadamente 108 microrganismos/mL nos pontos escolhidos do nicho poluído, permitindo até mesmo a difusão dos microrganismos e, assim, o início da fase Lag para o nicho poluído, eventualmente levando à repopulação microbiana saudável do nicho pela microbiota adaptativa.

As aplicações da AMB em pontos estratégicos são realizadas de forma serial e consecutiva, a cada hora/24 horas. O volume de aplicação depende dos resultados do estudo de viabilidade realizado anteriormente no nicho poluído. A BABMA recomendará o volume de AMB necessário para a biorremediação bem-sucedida.

Isso constituirá a fase inicial de colonização microbiana pelos autóctones após a aplicação. Isso é conhecido como a fase Lag. Esta etapa é monitorada por testes microbiológicos: Contagem de Placas Padrão (SPC), para determinação da UFC (Unidade formadora de colônias), testes de manutenção da atividade enzimática por meio de neutralização in vitro, que determina um Índice de Controle de Qualidade (QCI). Isso é útil para possíveis ajustes em concentrações específicas de biomassa para aplicações futuras.

O tempo estimado para o início da resarcimento (fase de tronco do crescimento microbiano) do rio é de aproximadamente 2 meses, após o início das inoculações. Esta fase é evidenciada por um aumento diário progressivo no índice ufc, caracterizado por resultados que variam entre 10<sup>4</sup> e 10<sup>5</sup> autoclones/mL, tanto em águas quanto em lodo (autoclones/mg). Outro sinal da recolonização supracitada é uma diminuição acentuada do odor desagradável emanando do nicho poluído. .

Em seguida, segue um cronograma com acompanhamento evolutivo que será diretamente proporcional à recolonização microbiana do efluente residual, que poderia evoluir até 10<sup>8</sup> UFC, e isso é mantido até a redução total dos elementos tóxicos.

Durante o período de obtenção da marca de redução dos elementos tóxicos, de acordo com a atual carga microbiana, outros dois processos biotecnológicos são iniciados em paralelo. Estes, reconhecidos pelo início da diminuição do volume de lodo, depositados na parte inferior do equalizador de um determinado TEE, comprovados pelos resultados do Teste de Elementos Sólidos Suspensos (TSS) e pela redução dos índices de demanda de oxigênio bioquímico e químico (DDM, COD ) medidos em águas residuais.

Assim, a etapa de bioadição é concluída à medida que os resultados dos índices laboratoriais (BOD, COD, TSS e Óleos e Graxas) se estabilizam em níveis aceitáveis como resultado da aplicação da Invenção BABMA. Esses índices estão de acordo com os exigidos pelas agências reguladoras nacionais. A estabilização dos índices BOD e COD depende da manutenção do crescimento contínuo dos microrganismos autóctones participantes da nova microbiota do Rio Pinheiros. Isso é conseguido com a implementação da sexta etapa de Biorremediação, conhecida como Biomaintenance.

## **ESTÁGIO 5 - ETAPA DE DETENÂNCIA DE BIOMASSA**

A etapa consiste na manutenção diária do processo de biotecnologia, testes microbiológicos e bioquímicos de controle de qualidade interna, para manutenção do processo proposto e/ou para eventuais ajustes nas concentrações e tipos microbianos, de forma que o processo de purificação do efluente tóxico permaneça estável e alinhado com o nível de desempenho esperado. Para isso, o volume de AMB que deve ser inoculado no site sob remediação é exatamente metade do volume utilizado na fase de adição. No caso acima mencionado, o volume inóculo é de apenas 2.000 L por dia, durante mais um ano. A estratégia microbiológica empregada para a recuperação de microrganismos indígenas de interesse corretivo, as áreas contaminadas propostas na fase bioprospectiva do processo biotecnológico proposto, permitem a reprodução fiel, qualitativa e quantitativa, da microbiota anfílica nativa, dada a especificidade do primeiro e único cultivo, que oferece ambientes aeróbicos, microaerófilos e anaeróbicos simultâneos, que somaram ao tempo de cultivo (96 horas) e à temperatura de incubação (temperatura ambiente = 22C) , nos permitiu concluir favoravelmente o sucesso alcançado na remediação de áreas poluídas.

## **VANTAGENS E DESVANTAGENS**

A invenção ora apresentada acrescenta as seguintes VANTAGENS:

- Elevada especificidade, promovida e mantida pela estratégia microbiológica, ora apresentada, de recuperação dos microrganismos autóctones, cultiváveis, presentes em um determinado sítio poluído.
- Elevada sensibilidade, proporcionado pela manutenção do seguimento sequencial (“em cascata”) das duas reações enzimáticas (fermentação e catálise).
- Não gera resíduos tóxicos ou de qual quer outra natureza.
- Estequiometria das reações biotecnológicas é balanceada automaticamente
- Permite REUSO de água, destinada a áreas e superfícies críticas.
- Favorece processo de obtenção de bioenergia
- Baixo custo.

## **PROTEÇÃO DE OBRAS**

A CONTRATADA deverá tomar as providências necessárias para prevenir possíveis acidentes, que possam ocorrer por falta ou deficiência de sinalização e/ou proteção das obras, assumindo total responsabilidade nessas ocorrências. A DEMAE se eximirá de toda e qualquer responsabilidade sobre eventuais acidentes.

A CONTRATADA deverá seguir as orientações da fiscalização em todas as etapas dos serviços e deverão se ater as boas práticas para garantir a medição deles.

## **QUALIFICAÇÃO TÉCNICA**

A licitante deverá apresentar certificado emitido por entidade competente, atestando exclusividade, dentro do território nacional, pela prestação de serviços para implantação



do processo de Biorremediação Acelerado por Bioaugmentação de Microorganismos Autóctones no sistema de tratamento de efluentes de Estações de Tratamento de Esgoto.

## DA SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO

1. A contratada deverá fornecer a todos os trabalhadores o tipo adequado de equipamento de proteção individual - EPI.
2. A contratada deverá treinar e tornar obrigatório o uso do EPI.
3. O equipamento de proteção individual fornecido ao empregado deverá, obrigatoriamente, conter a identificação da contratada.
4. A contratada, em qualquer hipótese, não se eximirá da total responsabilidade culposa quanto às legislações trabalhista e previdenciária, bem como suas portarias e normas, nem quanto à segurança individual e coletiva de seus trabalhadores.
5. Somente está autorizada a executar os serviços para a contratante a contratada que possuir profissionais qualificados e que estejam instruídos quanto às precauções relativas ao seu trabalho e apresentem estado de saúde compatível com as atividades desenvolvidas; portanto, os trabalhos nunca deverão ser executados sem que sejam analisados os riscos previstos, os sistemas de proteção individual e coletiva.

## 6 DO FUNDAMENTO LEGAL

A contratação direta por inviabilidade de competição, com fundamento no Art. 74, inciso I c/c § 1º, da Lei Nacional nº 14.133/2021. “Art. 74. É inexigível a licitação quando inviável a competição, em especial nos casos de:

I - aquisição de materiais, de equipamentos ou de gêneros ou contratação de serviços que só possam ser fornecidos por produtor, empresa ou representante comercial exclusivos;(…)

§ 1º Para fins do disposto no inciso I do caput deste artigo, a Administração deverá demonstrar a inviabilidade de competição mediante atestado de exclusividade, contrato de exclusividade, declaração do fabricante ou outro documento idôneo capaz de comprovar que o objeto é fornecido ou prestado por produtor, empresa ou representante comercial exclusivos, vedada a preferência por marca específica.

## 7 DA VIGÊNCIA E DO VALOR E FORMA DE PAGAMENTO

**Valor total médio mensal encontrado:** R\$ 179.548,62 (cento e setenta e nove mil quinhentos e quarenta e oito reais e sessenta e dois centavos).

**Valor total anual a ser considerado:** R\$ 2.154.583,44 (Dois milhões, cento e cinquenta e quatro mil, quinhentos e oitenta e três reais e quarenta e quatro centavo)

**Prazo de vigência:** cinco anos conforme ao Artº 106 da lei 14133/21 por se tratar de serviço e fornecimento contínuo.

O pagamento será efetuado em até 30 (trinta) dias após a conferência da execução dos serviços e serão contados a partir da liquidação da nota fiscal eletrônica/fatura na Secretaria de Finanças, desde que tenha ocorrido a total e efetiva execução dos serviços/fornecimento dos produtos, relacionados na ordem de serviços/autorização de compras, bem como tenha sido emitido o Termo de Recebimento Definitivo (no caso do inciso I, do artigo 75, da lei nº 14. A apresentação da Nota Fiscal Eletrônica deverá informar a modalidade e número da licitação, empenho e dados bancários;

Por ocasião dos pagamentos deverá ser apresentado:

a) Fatura discriminada (Nota Fiscal Eletrônica) devidamente atestada pelo(s) fiscal(ais)

designado(s) pela Secretaria:

b) CND da União;

c) CND Estadual;

d) CND do FGTS;

e) CND Trabalhista;

f) CND Municipal.

Nenhum pagamento será efetuado sem apresentação dos documentos a que alude o item anterior, bem como enquanto estiver pendente de liquidação qualquer obrigação financeira que for imposta à adjudicatária, em virtude de penalidade ou inadimplemento das obrigações assumidas pela adjudicatária ou decorrente do Contrato;

O pagamento somente efetuar-se-á mediante a tempestividade das certidões anteriormente mencionadas. Caso a contratada entregue certidão com data expirada ou que venha expirar-se antes da liquidação da despesa, ela será comunicada para substituir a certidão irregular por uma atualizada;

Durante a vigência do Contrato, os preços registrados só poderão ser reajustados após 12 meses do início da vigência hipóteses, devidamente comprovadas, de ocorrência de situação prevista na alínea “d”, do inciso II, do art. 124, da Lei Federal nº 14.133/2021 ou de redução dos preços praticados no mercado;

Mesmo comprovada a ocorrência de situação prevista na alínea “d”, do inciso II, do art.124, da Lei Federal nº 14.133/2021, a Administração, se julgar conveniente, poderá optar por cancelar o contrato e iniciar outro processo licitatório.

## 8 DOTAÇÃO ORÇAMENTÁRIA

Os créditos necessários à cobertura da Licitação estão contidos no orçamento da Autarquia na rubrica **xxxxxxxxxxxx**, para o presente exercício.

## **9 DAS OBRIGAÇÕES DA CONTRATADA**

A Contratada reconhece por este instrumento que é a única e exclusiva responsável por danos e prejuízos que causar à DEMAE, coisa ou pessoa de terceiros em decorrência da entrega dos produtos, correndo às suas expensas, sem quaisquer ônus para a DEMAE, ressarcimento ou indenização que tais danos ou prejuízos possam causar.

A substituição dos produtos não exime a Contratada do recebimento de penalidades por descumprimento de obrigação.

A contratada fica obrigada a dar garantia integral a contar da data de entrega, contra qualquer defeito de fabricação que os produtos venham a apresentar, incluindo avarias no transporte até o local de entrega, mesmo após sua aceitação/aprovação pela DEMAE. O tempo de garantia, quando não estiver especificado na descrição do item, deverá ser a garantia padrão do fabricante.

Atender prontamente a Contratante, no prazo da garantia, quando solicitado.

A garantia inclui a substituição dos produtos em desconformidade com a especificação, no prazo máximo estipulado, a contar da comunicação do fato, sem qualquer ônus para a DEMAE.

Fica a Contratada desobrigada de qualquer garantia quando se constatar que o problema decorre de mau uso do mesmo ou negligência do preposto da DEMAE.

Assumir toda responsabilidade pelos encargos, inclusive de natureza tributária e comercial, incidente sobre o objeto deste Termo de Referência, cabendo-lhe também a responsabilidade total e exclusiva pela reparação de danos ou prejuízos causados a pessoas, bens ou serviços da contratante ou de terceiros, pela ação de prepostos (inclusive no ato da entrega) ou em virtude de manuseio ou utilização do produto fornecido.

Responder por todas e quaisquer obrigações relativas a direitos de marcas e patentes, isentando a Contratante de qualquer imputação nesse sentido.

Comunicar à DEMAE, por escrito, qualquer anormalidade de caráter urgente e prestar os esclarecimentos necessários.

A Contratada fica, nos termos da legislação vigente, obrigada a aceitar, nas mesmas condições da proposta, os acréscimos e supressões que se fizerem necessários, a juízo da Administração, até o limite de 25% (vinte e cinco por cento), conforme a Lei Federal nº 14.133/21.

Caberá ainda à CONTRATADA:

- a) Respeitar as normas e procedimentos de controle e acesso às dependências do DEMAÉ;
- b) Manter-se, durante toda a contratação, em compatibilidade com as obrigações assumidas, todas as condições de habilitação e qualificação exigidas na licitação;
- c) Efetuar a entrega dos materiais no prazo estipulado para a entrega;
- d) Assumir a responsabilidade por todos os encargos fiscais e comerciais resultantes da adjudicação do processo de contratação;
- e) Cumprir demais obrigações presentes no TERMO DE REFERENCIA E NO ESTUDO TECNICO PRÉLIMINAR.

## 10 OBRIGAÇÕES DA CONTRATANTE

São obrigações da CONTRATANTE:

- a) Proporcionar todas as facilidades necessárias, para que a **CONTRATADA** possa cumprir as condições estabelecidas neste Termo de Referência.
- b) Efetuar, no prazo e nas condições estabelecidas neste Termo de Referência, o pagamento devido à **CONTRATADA**.
- c) Conferir e receber, definitivamente, os materiais fornecidos.
- d) Notificar, por escrito, prontamente à **CONTRATADA** toda e qualquer anormalidade durante a entrega dos produtos, bem como prestar as informações e os esclarecimentos que sejam solicitados pelos técnicos da **CONTRATADA**.

## 11 GESTÃO E FISCALIZAÇÃO

A gestão do contrato ficará em cargo da gerência de operação tendo a equipe de fiscalização com o supervisor de ETE e Técnico químico vistoriando e aplicando todas as exigências necessárias afim de ter a conformidade e qualidade no serviço a ser entregue.

## 12 FORMA DE PAGAMENTO

1. Os itens deste termo serão pagos através de recursos próprios da DEMAÉ com medições periódicas a cada mês.

## 13 DISPOSIÇÕES COMPLEMENTARES

A contratada, no desenvolvimento dos trabalhos, deverá manter e facilitar informações indispensáveis à perfeita interpretação do andamento deles.

Os direitos autorais, bem como todas as peças componentes do trabalho executado pela contratada, inclusive originais serão de propriedade da DEMAE, para efeitos legais.

A DEMAE se reserva no direito de aplicação de multa pecuniária de 10% do valor global do contrato caso não seja cumprida as cláusulas abaixo:

- A partir do 5º mês de vigência do contrato – Redução mínima de DBO: 60%.
- A partir do 6º mês de vigência do contrato – Redução mínima de DBO: 65%.
- A partir do 7º mês de vigência do contrato – Redução mínima de DBO: 70%.
- A partir do 11º mês de vigência do contrato – Redução mínima de DBO: 75%.

Atendimento das normas vigentes, onde o nitrogênio amoniacal total deve ficar abaixo de 20 miligramas/litro após 6 meses do início do serviço.

Atendimento dos demais parâmetros da legislação do COPAM e CONAMA após 6 meses do início do serviço.

A DEMAE se reserva no direito de rescisão de contrato unilateral sem ônus algum de ambas as partes caso não seja cumprida a cláusula abaixo:

- Estabilização ou redução de lodo após 9 meses do início do serviço.

## 14 SUBCONTRATAÇÃO

É vedada a subcontratação de outra empresa para o fornecimento do objeto deste Termo de Referência, salvo se justificável e aprovado pelo gestor da CONTRATANTE.

## 15 DA EXTINÇÃO DO CONTRATO (Arts. 137 e 138 da Lei nº 14.133/2021)

1. Constituirão motivos para extinção do contrato, a qual deverá ser formalmente motivada nos autos do processo, assegurados o contraditório e a ampla defesa, as seguintes situações:
  - I - Não cumprimento ou cumprimento irregular de normas editalícias ou de cláusulas contratuais, de especificações, de projetos ou de prazos;
  - II - Desatendimento das determinações regulares emitidas pela autoridade designada para acompanhar e fiscalizar sua execução ou por autoridade superior;
  - III - Alteração social ou modificação da finalidade ou da estrutura da empresa que restrinja sua capacidade de concluir o contrato;
  - IV - Decretação de falência ou de insolvência civil, dissolução da sociedade ou falecimento do contratado;
  - V - Caso fortuito ou força maior, regularmente comprovados, impeditivos da

execução do contrato;

**VI** - Atraso na obtenção da licença ambiental, ou impossibilidade de obtê-la, ou alteração substancial do anteprojeto que dela resultar, ainda que obtida no prazo previsto, quando for o caso;

**VII** - Atraso na liberação das áreas sujeitas a desapropriação, a desocupação ou a servidão administrativa, ou impossibilidade de liberação dessas áreas, quando for o caso;

**VIII** - Razões de interesse público, justificadas pela autoridade máxima do órgão ou da entidade contratante;

**IX** - Não cumprimento das obrigações relativas à reserva de cargos prevista em lei, bem como em outras normas específicas, para pessoa com deficiência, para reabilitado da Previdência Social ou para aprendiz;

**X** - A subcontratação total ou parcial de seu objeto, a associação do contrato com outrem, bem como a sua cessão ou transferência a outrem, total ou parcial, sem a prévia autorização da Administração.

2. O contratado terá direito à extinção do contrato nas seguintes hipóteses:

**I** - Supressão, por parte da Administração, de obras, serviços ou compras que acarrete modificação do valor inicial do contrato além do limite permitido no art. 125 da Lei nº 14.133/2021;

**II** - Suspensão de execução do contrato, por ordem escrita da Administração, por prazo superior a 3 (três) meses;

**III** - Repetidas suspensões que totalizem 90 (noventa) dias úteis, independentemente do pagamento obrigatório de indenização pelas sucessivas e contratualmente imprevistas desmobilizações e mobilizações e outras previstas;

**IV** - Atraso superior a 2 (dois) meses, contado da emissão da nota fiscal, dos pagamentos ou de parcelas de pagamentos devidos pela Administração por despesas de obras, serviços ou fornecimentos;

**V** - Não liberação pela Administração, nos prazos contratuais, de área, local ou objeto, para execução de obra, serviço ou fornecimento, e de fontes de materiais naturais especificadas no projeto, inclusive devido a atraso ou descumprimento das obrigações atribuídas pelo contrato à Administração relacionadas a desapropriação, a desocupação de áreas públicas ou a licenciamento ambiental, quando for o caso.

## 16 CONDIÇÕES DE PAGAMENTO

Pela perfeita e fiel execução dos serviços, objeto desta licitação, a DEMAE fará o pagamento em parcelas mensais, conforme condições abaixo:

§1º O pagamento será efetuado mediante a apresentação, até o terceiro dia útil do mês subsequente, da relação dos serviços prestados, para aprovação prévia da DEMAE, para

posterior emissão das Notas Fiscais, que deverá ser até o 10º (décimo) dia útil do mês subsequente ao do fornecimento, demonstrando a quantidade total de cada serviço prestado / produto fornecido até aquela data, com os respectivos preços unitários e totais, sendo que o pagamento será efetuado, em até 10 (dez) dias após a aprovação das Notas Fiscais por parte do gestor do contrato.

**§2º. O pagamento ficará totalmente condicionado à avaliação técnica e liberação por parte da Área de Operação.** O prazo ficará suspenso, na hipótese de constatação de erros e/ou irregularidades na Nota Fiscal, e somente voltará a fluir após a apresentação da Nota Fiscal correta. **Verificado algo que obste a liberação dos recursos financeiros citados, o contrato torna-se lícito de revogação em razão de fato superveniente, não ensejando reparação/indenização alguma à CONTRATADA.**

**§3º.** Não será permitida previsão de sinal ou qualquer outra forma de antecipação de pagamento, na formulação das propostas, devendo ser desclassificado, de imediato, o proponente que assim o fizer.

**§4º** Somente será feito o pagamento após apresentação de nota fiscal de prestação de serviços acompanhada do cumprimento da obrigação da **CONTRATADA** de manter, durante toda a execução do contrato, em compatibilidade com as obrigações por ele assumidas, todas as condições exigidas para a qualificação, na contratação direta, conforme art 92, XVI c/c art. 68 da Lei 14.133/21, quais sejam:

- i.- inscrição no Cadastro de Pessoas Físicas (CPF) ou no Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica (CNPJ);
- ii.- a inscrição no cadastro de contribuintes estadual e/ou municipal, se houver, relativo ao domicílio ou sede do licitante, pertinente ao seu ramo de atividade e compatível com o objeto contratual;
- iii.- a regularidade perante a Fazenda federal, estadual e/ou municipal do domicílio ou sede do licitante, ou outra equivalente, na forma da lei;
- iv.- a regularidade relativa à Seguridade Social e ao FGTS, que demonstre cumprimento dos encargos sociais instituídos por lei;
- v.- a regularidade perante a Justiça do Trabalho;
- vi.- o cumprimento do disposto no [inciso XXXIII do art. 7º da Constituição Federal](#).

**§4º.** A DEMAÉ reserva-se o direito de recusar o pagamento se os serviços prestados não estiverem de acordo com as especificações apresentadas e aceitas.

**§5º.** A DEMAÉ poderá deduzir do montante a pagar, os valores correspondentes a multas ou indenizações devidas pela contratada.

**§6º.** A DEMAÉ só poderá receber mercadoria ou bem acobertado por Nota Fiscal Eletrônica NF-e, modelo 55, conforme inciso I da cláusula segunda do Protocolo ICMS 42, de 3 de julho de 2009.

## **CONDIÇÕES DE FORNECIMENTO E ENTREGA:**

1. A Ordem de Serviço será dada pela Superintendência de Água e Esgotos de Ituiutaba, sendo que o prazo para início da execução do serviço deverá ser de no máximo 10 dias (dez) a contar da data da referida ordem de serviço.
2. O cronograma de datas a ser seguido será acordado entre a Contratante e Contratada e deverá obedecer ao prazo estipulado.
3. O prazo do Contrato poderá ser prorrogado, a critério da autarquia, mediante acordo entre as partes, nos termos da legislação vigente.
4. O CONTRATADO deverá possuir e/ou disponibilizar estrutura adequada e suficiente para a prestação dos serviços na cidade de Ituiutaba-MG.
5. Os serviços devem atender rigorosamente as características exigidas pelo DEMAE.

## 17 DOTAÇÃO ORÇAMENTÁRIA

Os créditos necessários à cobertura da Licitação estão contidos no orçamento da Autarquia na rubrica **05.0521.17.512.7016.8068.339039**, para o presente exercício.

## 18 PENALIDADES

- a. Pela inexecução total ou parcial do objeto e demais condições resultantes do Processo, o DEMAE poderá, garantida a prévia defesa, aplicar à licitante vencedora as penalidades descritas na Lei 14133/21.
- b. Além das sanções relacionadas nesta Portaria, poderão ainda ser aplicadas as penalidades de advertência e suspensão temporária de participar em licitação e impedimento de contratar com a DEMAE, por até 02 anos.
- c. Ficará impedida de licitar e de contratar com a Administração Pública, pelo período de até 05 (cinco) anos ou enquanto perdurarem os motivos determinantes da punição, ou até que seja promovida a reabilitação perante a DEMAE, a licitante que:
  - a) Ensejar o retardamento da execução do objeto do certame;
  - b) Deixar de apresentar documentação exigida para o certame ou entregar documentação falsa;
  - c) Não mantiver a proposta, lance ou oferta;
  - d) Convocado dentro do prazo de validade de sua proposta, recusar-se a celebrar o contrato;
  - e) Falhar ou fraudar na execução do contrato;
  - f) Cometer fraude fiscal;
  - g) Comportar-se de modo inidôneo.
- d. As penalidades de advertência e de impedimento de contratar com a DEMAE ou Administração Pública poderão ser aplicadas à licitante vencedora juntamente com a de multa, descontando- a dos pagamentos a serem efetuados.
- e. As penalidades previstas nesta cláusula, com exceção da penalidade de advertência, serão impostas após regular procedimento administrativo, garantida ampla defesa e contraditório.



- f. As penalidades previstas nesta cláusula serão obrigatoriamente registradas no cadastro de fornecedores, sem prejuízo das multas previstas no Edital, no contrato e demais cominações legais.

## **19. FORMA E CRITÉRIOS DE SELEÇÃO DO FORNECEDOR MEDIANTE O USO DO SISTEMA DE INEXIGIBILIDADE**

O fornecedor será selecionado por meio da realização de procedimento de inexigibilidade de licitação, com fundamento na hipótese do art. 74, inciso §1º da Lei nº 14.133/2021.

Previamente à celebração do contrato, a Administração verificará o eventual descumprimento das condições para contratação, especialmente quanto à existência de sanção que a impeça, mediante a consulta a cadastros informativos oficiais, tais como:

- a) SICAF;
- b) Cadastro Nacional de Empresas Inidôneas e Suspensas - CEIS, mantido pela Controladoria-Geral da União ([www.portaldatransparencia.gov.br/ceis](http://www.portaldatransparencia.gov.br/ceis));
- c) Cadastro Nacional de Empresas Punidas – CNEP, mantido pela Controladoria-Geral da União (<https://www.portaltransparencia.gov.br/sancoes/cnep>).

A consulta aos cadastros será realizada em nome da empresa fornecedora e também de seu sócio majoritário, por força do artigo 12 da Lei nº 8.429, de 1992, que prevê, dentre as sanções impostas ao responsável pela prática de ato de improbidade administrativa, a proibição de contratar com o Poder Público, inclusive por intermédio de pessoa jurídica da qual seja sócio majoritário.

Caso conste na Consulta de Situação do Fornecedor a existência de Ocorrências Impeditivas Indiretas, o gestor diligenciará para verificar se houve fraude por parte das empresas apontadas no Relatório de Ocorrências Impeditivas Indiretas.

A tentativa de burla será verificada por meio dos vínculos societários, linhas de fornecimento similares, dentre outros.

O fornecedor será convocado para manifestação previamente a uma eventual negativa de contratação.

Caso atendidas as condições para contratação, a habilitação do fornecedor será verificada por meio do SICAF, nos documentos por ele abrangidos.

É dever do fornecedor manter atualizada a respectiva documentação constante do SICAF, ou encaminhar, quando solicitado pela Administração, a respectiva documentação atualizada.

Não serão aceitos documentos de habilitação com indicação de CNPJ/CPF diferentes, salvo aqueles legalmente permitidos.

Se o fornecedor for a matriz, todos os documentos deverão estar em nome da matriz, e se o fornecedor for a filial, todos os documentos deverão estar em nome da filial, exceto

para atestados de capacidade técnica, caso exigidos, e no caso daqueles documentos que, pela própria natureza, comprovadamente, forem emitidos somente em nome da matriz.

Serão aceitos registros de CNPJ de fornecedor matriz e filial com diferenças de números de documentos pertinentes ao CND e ao CRF/FGTS, quando for comprovada a centralização do recolhimento dessas contribuições.

Para fins de contratação, deverá o fornecedor comprovar os seguintes requisitos de habilitação:

#### **Habilitação Jurídica:**

- a) registro comercial, no caso de empresário individual;
- b) ato constitutivo, estatuto ou contrato social em vigor, devidamente registrado, em se tratando de sociedades empresárias e, no caso de sociedades por ações, acompanhado de documento de eleição de seus administradores;
- c) ato constitutivo/contrato social, no caso de sociedades simples, acompanhado de prova de diretoria em exercício;
- d) decreto de autorização, em se tratando de empresa ou sociedade estrangeira em funcionamento no País, e ato de registro ou autorização para funcionamento expedido pelo órgão competente, quando a atividade assim o exigir.

#### **Regularidade fiscal, social e trabalhista:**

- e) provas de inscrição no Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica (CNPJ);
- f) provas de inscrição no cadastro de contribuinte municipal, relativo ao domicílio ou sede da licitante, pertinente ao seu ramo de atividade e compatível com o objeto contratual;
- g) prova de regularidade fiscal perante a Fazenda Nacional, mediante apresentação de certidão expedida conjuntamente pela Secretaria da Receita Federal do Brasil (RFB) e pela Procuradoria-Geral da Fazenda Nacional (PGFN), referente a todos os créditos tributários federais e à Dívida Ativa da União (DAU) por elas administrados, inclusive aqueles relativos à Seguridade Social, nos termos da Portaria Conjunta nº 1.751, de 02/10/2014, do Secretário da Receita Federal do Brasil e da Procuradora-Geral da Fazenda Nacional;
- h) prova de regularidade com o Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS);
- i) prova de inexistência de débitos inadimplidos perante a Justiça do Trabalho, mediante a apresentação de certidão negativa ou positiva, com efeito de negativa, nos termos do Título VII-A da Consolidação das Leis do Trabalho, aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943;
- j) prova de regularidade com a Fazenda Municipal do domicílio ou sede do fornecedor, relativa à atividade em cujo exercício contrata ou concorre;
- k) caso o fornecedor seja considerado isento dos tributos municipais relacionados ao objeto contratual, deverá comprovar tal condição mediante a apresentação de declaração da

Fazenda respectiva do seu domicílio ou sede, ou outra equivalente, na forma da lei;

l) declaração, firmada pela contratada de que não possui em seu quadro funcional menores de dezoito anos, em trabalho noturno, perigoso ou insalubre, e nem menores de dezesseis anos em qualquer trabalho, salvo na condição de aprendiz a partir de catorze. (Anexo II).

**Declarações e outros documentos:**

m) declaração de que não emprega e não empregará cônjuges, companheiros ou parentes em linha reta, colateral ou por afinidade, até o terceiro grau, de membros, juízes e servidores ocupantes de cargos de direção e assessoramento vinculados ao TRT 19ª Região, na forma da resolução do Conselho Nacional da Justiça nº 09/2005 (Anexo III);

n) atestado de exclusividade, contrato de exclusividade, declaração de fabricante ou outro documento idôneo capaz de comprovar que o objeto é fornecido por representante exclusivo.

o) Cadastro Nacional de Empresas Inidôneas e Suspensas - CEIS, mantido pela Controladoria-Geral da União ([www.portaldatransparencia.gov.br/ceis](http://www.portaldatransparencia.gov.br/ceis));

p) Cadastro Nacional de Condenações Cíveis por Atos de Improbidade Administrativa, mantido pelo Conselho Nacional de Justiça ([www.cnj.jus.br/improbidade\\_adm/consultar\\_requerido.php](http://www.cnj.jus.br/improbidade_adm/consultar_requerido.php));

q) lista de inidôneos mantida pelo Tribunal de Contas da União - TCU;

r) para a consulta de fornecedores pessoa jurídica poderá haver a substituição das consultas das alíneas “c”, “d” e “e” acima pela Consulta Consolidada de Pessoa Jurídica do TCU (<https://certidoesapf.apps.tcu.gov.br/>);

s) a consulta aos cadastros será realizada em nome da empresa fornecedora e também de seu sócio majoritário, por força do artigo 12 da Lei nº 8.429, de 1992, que prevê, dentre as sanções impostas ao responsável pela prática de ato de improbidade administrativa, a proibição de contratar com o Poder Público, inclusive por intermédio de pessoa jurídica da qual seja sócio majoritário.

Caldas Novas 20 de janeiro 2025

---

**FRANKLIN DA SILVA RODRIGUES**

Diretor de Compras