



# KENTHERM TECHNOLOGIES

## Tecnologias Não Térmicas de Pasteurização de Sucos Naturais

HIGIENIZAÇÃO DE SUCOS DE FRUTAS NATURAIS COM EMPREGO DE FOTOCATÁLISE HETEROGÊNEA E PLASMA À FRIO SEPARADAMENTE E ACOPLADOS.

**2025**

## PERDAS DE ALIMENTOS E SUCOS DE FRUTAS NATURAIS

---

A FAO estima que um terço dos alimentos produzidos no mundo para consumo humano são perdidos ou desperdiçados ao longo da cadeia de produção e abastecimento.

O mercado de sucos naturais movimentou R\$ 5,3 bilhões no Brasil. De acordo com a Euromonitor, laranja foi o sabor mais vendido no ano passado. Maçã e uva ocuparam a segunda e terceira posições, respectivamente. Mas um dado chama atenção: a consultoria rastreou um crescimento de 27% na disponibilidade de sucos mistos em 2023 em comparação com o ano anterior.

O suco de laranja é um produto complexo cuja vida-de-prateleira é influenciada por fatores como o desenvolvimento de microrganismos deteriorantes, ação de enzimas e reações químicas, que comprometem as características de cor, aroma e sabor, e também, provocam perdas nutricionais.



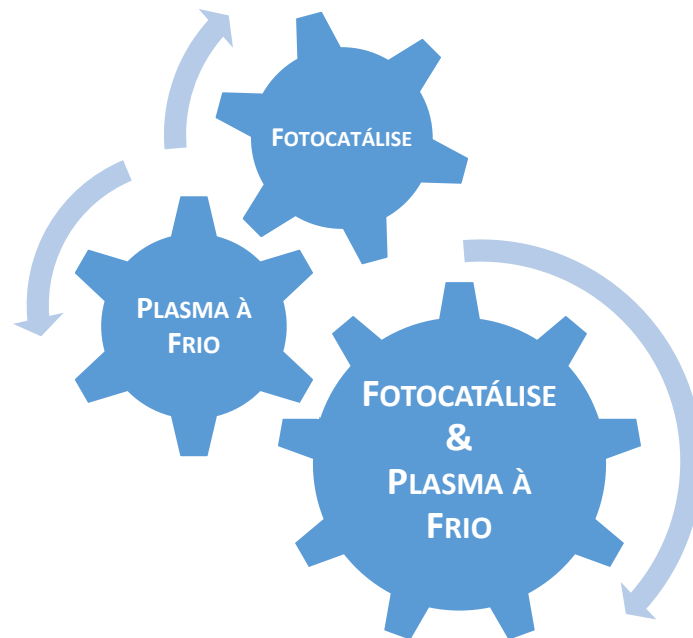
Os estoques brasileiros de suco de laranja (FCOJ Equivalente a 66 graus Brix) em 30 de junho, período que marca a passagem da safra 2022/2023 para a 2023/24, registraram um volume de 84.745 toneladas, uma queda de 40,7% em relação às *143.104 toneladas existentes no mesmo período do ano anterior*.

Entre os principais motivos para a forte queda destacam-se a diminuição de 2,7 milhões de caixas entre as estimativas iniciais e finais divulgadas pelo Fundecitrus, cerca de oito milhões de caixas perdidas devido a problemas durante o processo de colheita e a *deterioração do rendimento industrial de suco na fruta*.

## KENTHERM – Sumário Fotocatálise Heterogênea e Plasma à Frio

KENTHERM TECHNOLOGIES

### Higienização de Sucos de Frutas Naturais com emprego de Fotocatálise Heterogênea e Plasma à Frio separadamente e acoplados.



3

→ O PCO **PROCESSO FOTOCATALÍTICO HETEROGÊNIO** É ESPECIALMENTE AVALIADO COMO UM DOS MAIS COMPLETOS, EFICAZ E DE MAIOR AMPLITUDE:

POA – PROCESSOS OXIDATIVOS AVANÇADOS.

→ É reconhecido Efetivo em Superfícies, Ar e Líquidos e na Inativação e eliminação de Contaminantes nas Instalações, nas superfícies e nos Produtos Alimentícios, especialmente Sucos de Frutas Naturais.

→ A **Fotocatálise Heterogênea** tem surgido como a técnica alternativa mais promissora para Desinfecção da água e sucos com nenhum risco de subprodutos nocivos.

→ O **PLASMA À FRIO DE DESCARGA DE BARREIRA DIELÉTRICA (DBD)** é uma tecnologia avançada de oxidação efetiva para degradar poluentes orgânicos no ar e na água em condições amenas.

→ Têm as vantagens da universalidade, simples condições de reação e sem poluição secundária. No entanto, a luz, os elétrons e a baixa reatividade das substâncias geradas durante o processo de descarga não podem ser totalmente utilizadas, o que limita a aplicação de plasma DBD.

→ O sistema DBD **acoplado à Catálise Fotocalítica** pode não apenas resolver o problema acima, mas também transforma as substâncias pouco ativas em substâncias altamente ativas e melhora a taxa de degradação de poluentes orgânicos.

→ Especialmente, o catalisador pode resolver o problema relacionado à formação de subprodutos indesejados enquanto o plasma faz para os pontos fracos do catalisador, como desativação e baixa atividade em baixas temperaturas.

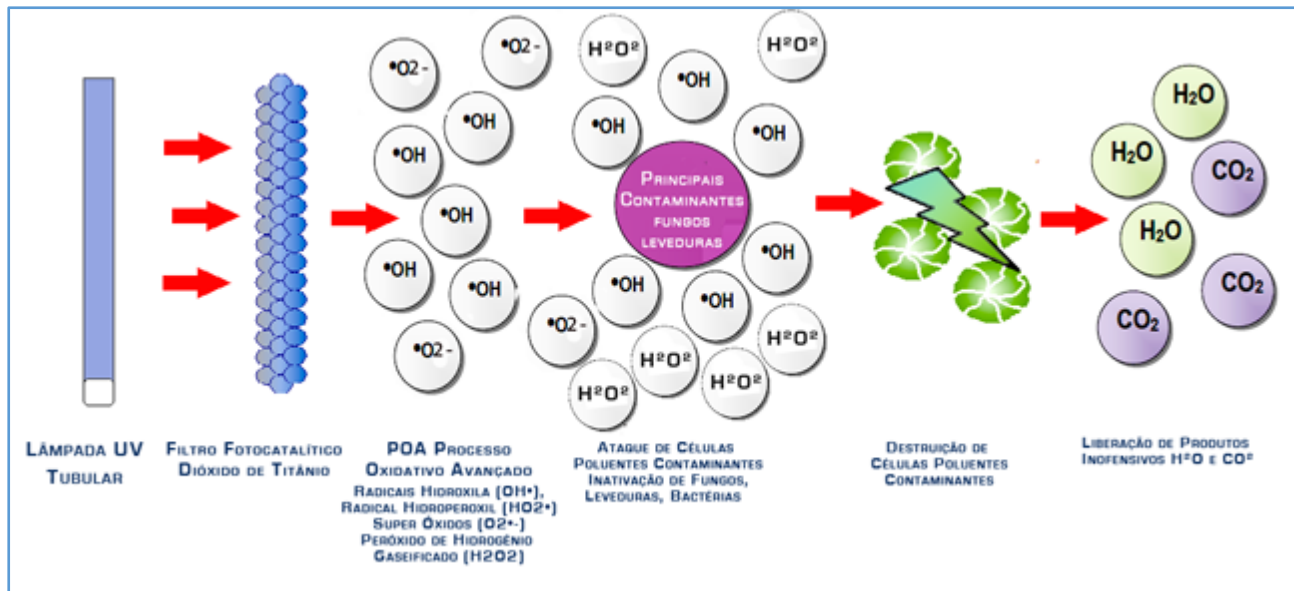


Figura 1 - Modelo Fotocatalise Heterogenea



## FOTOCATÁLISE HETEROGÊNEA

A FOTOCATÁLISE É UMA TECNOLOGIA RECONHECIDA PARA PURIFICAÇÃO DO AR, LÍQUIDOS E SUPERFÍCIES DEVIDO À SUA CAPACIDADE DE DECOMPOR UMA AMPLA GAMA DE POLUENTES EM PRODUTOS FINAIS NÃO TÓXICOS, COMO CO<sub>2</sub> E H<sub>2</sub>O EM CONDIÇÕES AMBIENTAIS.

ESTES PROCESSOS SÃO BASEADOS EM FOTOREAÇÕES QUE OCORREM NA SUPERFÍCIE DE UM SEMICONDUTOR, GERALMENTE DIÓXIDO DE TITÂNIO (TiO<sub>2</sub>) SOB IRRADIAÇÃO ULTRAVIOLETA (UV).

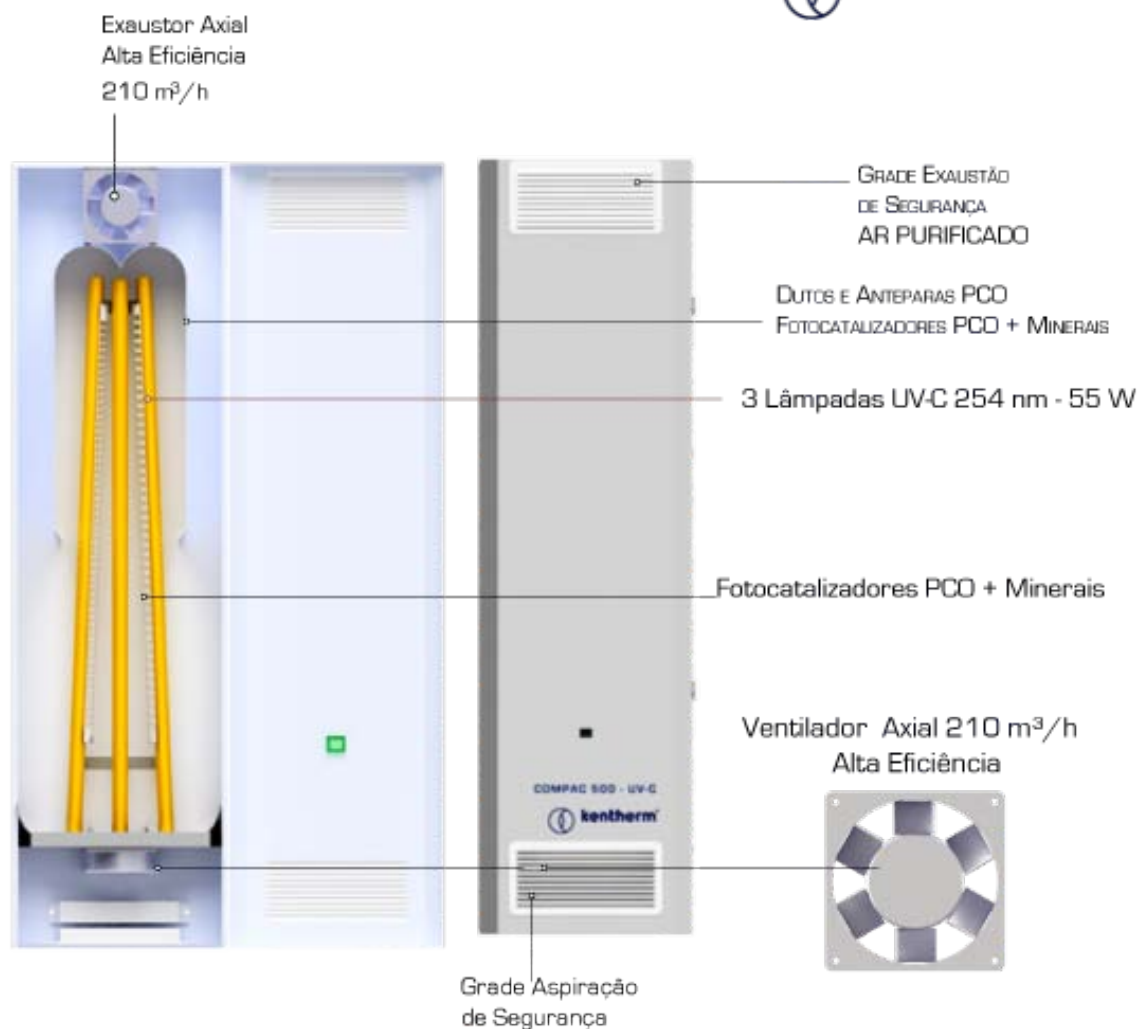
A REAÇÃO FOTOCATALÍTICA PODE SER ATIVADA POR IRRADIAÇÃO DE FÓTONS (UV) E OPERAR À TEMPERATURA AMBIENTE E PRESSÃO ATMOSFÉRICA COM REQUISITOS DE INSTALAÇÃO RAZOÁVEIS.

CONSIDERANDO A CAPACIDADE DA FOTOCATÁLISE DE ATINGIR UMA ALTA TAXA DE MINERALIZAÇÃO, RESULTADOS SIGNIFICATIVOS SÃO ALCANÇADOS NA OXIDAÇÃO FOTOCATALÍTICA DE COMPOSTOS ORGÂNICOS E INORGÂNICOS.

FOTOCATÁLISE (TUV) COM (TiO<sub>2</sub>) DIÓXIDO DE TITÂNIO - E LUZ UV-C É UMA NOVA TÉCNICA NÃO TÉRMICA QUE PODE INATIVAR PATÓGENOS SOB CONDIÇÕES AQUOSAS ATRAVÉS DA GERAÇÃO DE FORTE OXIDAÇÃO DOS AGENTES DA SUPERFÍCIE TRATADA COM TiO<sub>2</sub> NA PRESENÇA DE LUZ UV.

TUV É O MAIS EFICAZ PROCESSO PARA INATIVAÇÃO MICROBIANA, E UM AUMENTO NA ÁREA SUPERFICIAL TRATADA COM TiO<sub>2</sub> EM UM REATOR TUV E USO DE LUZ UVC PODE MELHORAR A EFICIÊNCIA BACTERICIDA POR CAUSA DA GERAÇÃO DE MAIS RADICAIS LIVRES E MELHOR EXPOSIÇÃO DAS AMOSTRAS LÍQUIDAS NO LOCAL DA REAÇÃO.

## PURIFICADOR DE AR PREMIUM PCO



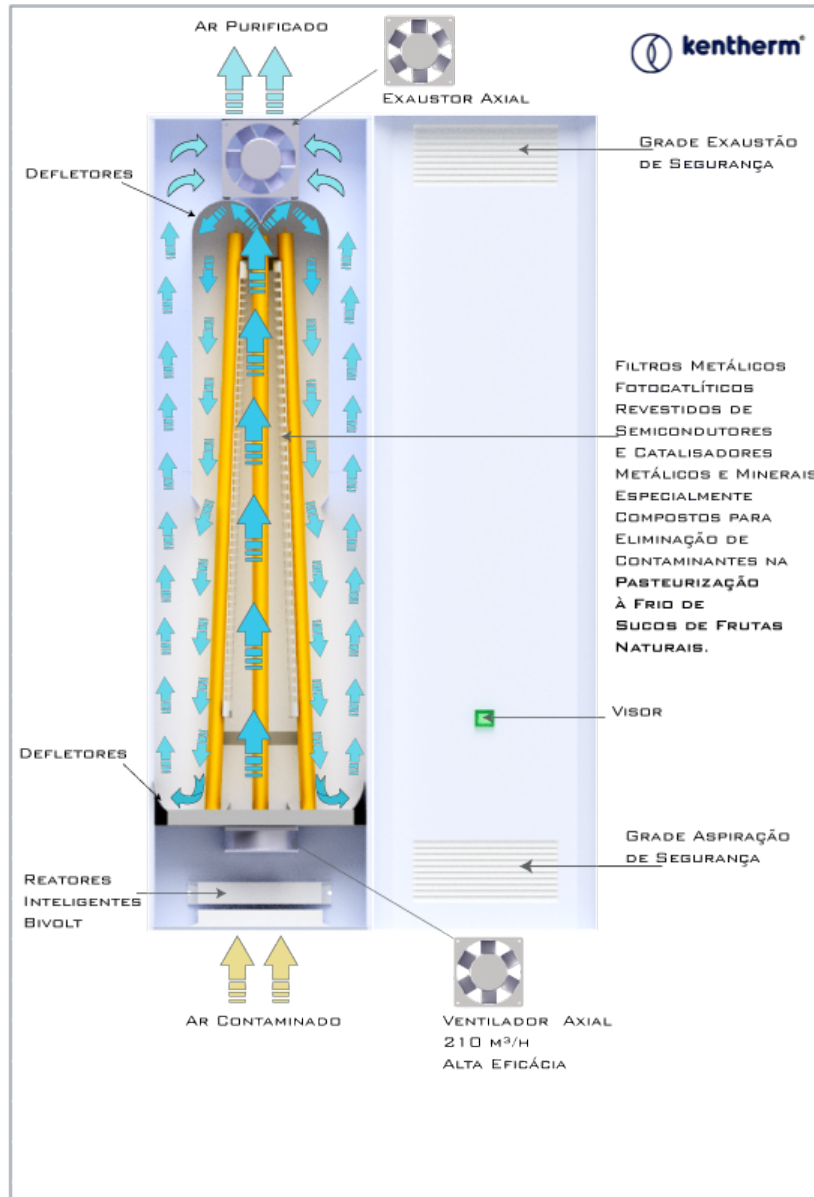
5

## PURIFICADORES KENTHERM PREMIUM UV-C PCO FOTOCATALÍTICOS

**PROCESSO FOTOCATALÍTICO HETEROGÊNEO** – COM ORIGEM HÁ MAIS DE 50 ANOS, SIGNIFICA A **IRRADIAÇÃO COM LUZ ULTRAVIOLETA UV-C** DE **FILTROS REVESTIDOS DE CAMADA DE SEMI-CONDUTOR E CATALISADORES MINERAIS E METÁLICOS**, GERANDO RECONHECIDA IONIZAÇÃO DESCONTAMINANTE E **PLASMA NÃO TÉRMICO DE BAIXA VOLTAGEM**.

ESTES EQUIPAMENTOS TÊM A FINALIDADE DE PURIFICAR E DESCONTAMINAR O **AR AMBIENTE, SUPERFÍCIES E LÍQUIDOS**, PRESERVAR OS ORGANISMOS ESSENCIAIS À VIDA AMBIENTE.

- **FILTROS FOTOCATALÍTICOS PCO HETEROGÊNEOS** NOS PROCESSOS ALIMENTÍCIOS DE SUCOS ELIMINAM:
- **BOLOR, LEVEDURAS, FUNGOS E ESPOROS CAUSADORES DE CONTAMINAÇÃO, ALÉM DOS MICRORGANISMOS PATOGÊNICOS MAIS PRESENTES NOS ALIMENTOS QUE SÃO AS BACTÉRIAS, DENTRE ELES, DESTACAM-SE:**
- **ENTEROCOCCUS; SALMONELLA; BACILLUS CEREUS; COLIFORMES, LISTERIA MONOCYTOGENES**. COM ISSO AUMENTAM SEGURAMENTE A VIDA ÚTIL DOS ALIMENTOS EM ATÉ MÚLTIPLAS VEZES, SEM QUAISQUER MODIFICAÇÕES DAS QUALIDADES DOS SABORES NATURAIS, ODOR, TEXTURA, MANTENDO O ELEVADO SABOR NATURAL.



## FOTOCATÁLISE HETEROGÊNEA

OS PRINCIPAIS OXIDANTES CRIADOS DIRETAMENTE PELOS POA PROCESSOS OXIDATIVOS AVANÇADOS SÃO:

- **RADICAIS HIDROXILA (HO•)**
- **ÂNION RADICAL SUPERÓXIDO (O<sub>2</sub>•-),**
- **RADICAL HIDROPEROXIL (HO<sub>2</sub>•)**
- **PERÓXIDO DE HIDRÓGENO GASEIFICADO (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)**
- **PLASMA NÃO TÉRMICO DE BAIXA VOLTAGEM.**

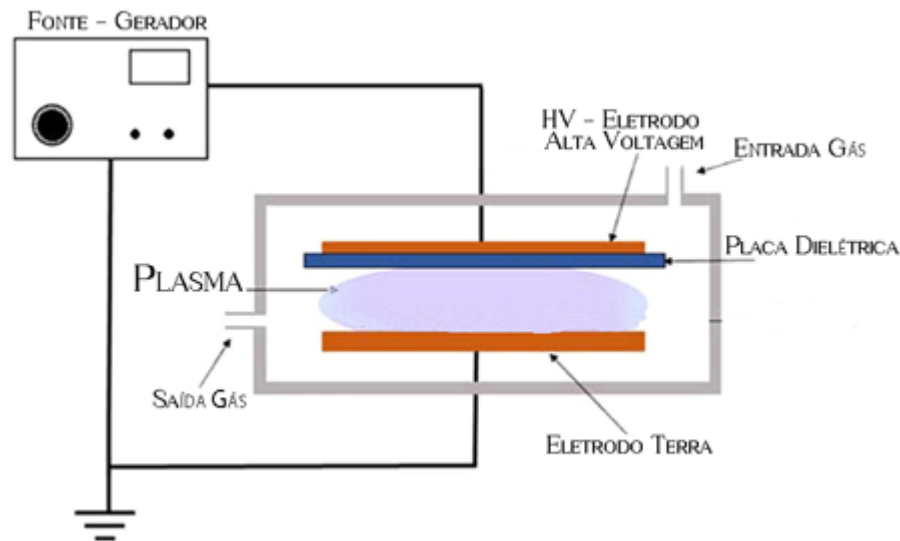
→ ESSES ÍONS DE AGLOMERADO, CONSISTINDO DE OXIGÊNIO CARREGADO NEGATIVAMENTE E HIDRÓGENO CARREGADO POSITIVAMENTE, **VIAJAM POR TODO O ESPAÇO VENTILADO**, CRIANDO PRODUTOS DE OXIDAÇÃO AVANÇADOS ADICIONAIS NO AMBIENTE: - PLASMA NÃO TÉRMICO DERIVADOS DO PROCESSO

### FOTOCATALÍTICO HETEROGÊNEO,

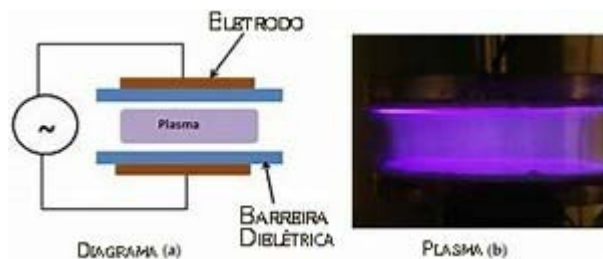
BEM COMO INATIVANDO CONTAMINANTES NOCIVOS ATRAVÉS DO CONTATO DIRETO NO AR E NOS PRODUTOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS, SUPERFÍCIES, EQUIPAMENTOS, INSTALAÇÕES E EMBALAGENS.

- **PROCESSO DE OXIDAÇÃO NATURAL, NÃO ALTERA NENHUMA QUALIDADE ORGANOLÉPTICA DOS PRODUTOS ALIMENTÍCIOS ( SABOR, ODOR, TEXTURA).**
- **NENHUM PRODUTO QUÍMICO ESTÁ ENVOLVIDO E, PORTANTO, NENHUM RESÍDUO QUÍMICO PERMANECE.**
- **PROCESSO “SECO” – O PROCESSAMENTO DE AMBIENTES SE DÁ ABAIXO DA LINHA DE SATURAÇÃO (PONTO DE ORVALHO) DO AMBIENTE, OU SEJA, NÃO MOLHA.**

## PLASMA NÃO TÉRMICO DBD – DESCARGA DE BARREIRA DIELÉTRICA



7



### → PLASMA NÃO TÉRMICO DBD DE DESCARGA DE BARREIRA DIELÉTRICA

- RECONHECIDO COMO PLASMA NÃO TÉRMICO DBD DE ALTA VOLTAGEM, POSSUI MUITO BAIXA AMPERAGEM E BAIXA POTÊNCIA (100 W), QUE **NÃO REPRESENTA NENHUM RISCO OPERACIONAL**.
- A PRODUÇÃO DE PLASMA COM DBD ESTÁ CRESCENDO EM IMPORTÂNCIA DEVIDO A SEU BAIXO CUSTO NA ESCALA INDUSTRIAL.
- ESTA TECNOLOGIA É UMA DAS FORMAS MAIS CONVENIENTES DE GERAÇÃO DE PLASMA NÃO TÉRMICO DBD HV DE ALTA VOLTAGEM QUE FORNECEM VÁRIAS APLICAÇÕES DEVIDO À SUA CONFIGURAÇÃO E FLEXIBILIDADE PARA A FORMA DO ELETRODO E O MATERIAL DIELÉTRICO USADO.
- O PLASMA DBD É GERADO POR UMA ALTA TENSÃO APLICADA ENTRE DOIS ELETRODOS DE METAL (UM ELETRODO ENERGIZADO E UM ELETRODO DE ATERRAMENTO).
- UM OU AMBOS OS ELETRODOS SÃO COBERTOS COM UM MATERIAL DIELÉTRICO, COMO UM POLÍMERO, VIDRO, QUARTZO OU CERÂMICA,
- O PLASMA À FRIO DE DESCARGA DE BARREIRA DIELÉTRICA (**DBD**) É UMA TECNOLOGIA AVANÇADA DE OXIDAÇÃO EFETIVA PARA DEGRADAR POLUENTES ORGÂNICOS NO AR E NA ÁGUA EM CONDIÇÕES AMENAS.
- TÊM AS VANTAGENS DA UNIVERSALIDADE, SIMPLES CONDIÇÕES DE REAÇÃO E SEM POLUIÇÃO SECUNDÁRIA. NO ENTANTO, A LUZ, OS ELÉTRONS E A BAIXA REATIVIDADE DAS SUBSTÂNCIAS GERADAS DURANTE O PROCESSO DE DESCARGA NÃO PODEM SER TOTALMENTE UTILIZADAS.



KENTHERM – PROCESSO FOTOCATALÍTICO ULTRAVIOLETA UV-C PCO FOTOCATALÍTICO ACOPLADO A PLASMA NÃO TÉRMICO DE ALTA VOLTAGEM (DBD-HV).



MODELO ESQUEMÁTICO PROCESSO FOTOCATALÍTICO ACOPLADO PLASMA À FRIO

- PLASMA À FRIO É UM GÁS IONIZADO NEUTRO COMPOSTO DE ÍONS, RADICAIS LIVRES, ÁTOMOS EXCITADOS E NÃO EXCITADOS, E MOLÉCULAS COM CARGA ELÉTRICA LÍQUIDA APROXIMADAMENTE ZERO.  
O ACP TEM CAPACIDADE DE INATIVAR MICRORGANISMOS COM REDUÇÃO DE ATÉ 7,4 LOG NOS SUCOS.
- O TRATAMENTO COM PLASMA FRIO É UMA TÉCNICA PROMISSORA QUE AUXILIA NA PRESERVAÇÃO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS, PROPORCIONANDO MELHOR QUALIDADE COM AUMENTO MÍNIMO DE TEMPERATURA.
- ESSA TECNOLOGIA VERSÁTIL TEM APLICAÇÕES NO TRATAMENTO DE SUCOS, ÁGUA, CONTROLE DE BIOFILME, EMBALAGEM DE ALIMENTOS E ESTERILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS. OS MICRÓBIOS FORMADORES DE ESPOROS SÃO O PRINCIPAL DESAFIO ENFRENTADO PELOS FABRICANTES DE ALIMENTOS.
- O PLASMA FRIO (CP), NO ENTANTO, TEM MAIOR EFETIVIDADE DE DESTRUIR DIRETAMENTE AS CÉLULAS DOS ESPOROS EM VEZ DE INDUZIR A GERMINAÇÃO. COMO RESULTADO, O TRATAMENTO COM CP TORNOU-SE CADA VEZ MAIS POPULAR PARA INATIVAÇÃO MICROBIANA NA PRESERVAÇÃO DE ALIMENTOS E SUCOS NATURAIS.
- CONCLUSIVAMENTE, O SISTEMA DBD ACOPLADO À CATÁLISE FOTOCALÍTICA TRANSFORMA AS SUBSTÂNCIAS POUCO ATIVAS EM SUBSTÂNCIAS ALTAMENTE ATIVAS E MELHORA A TAXA DE DEGRADAÇÃO DE POLUENTES ORGÂNICOS.
- ESPECIALMENTE, A FOTOCATÁLISE PODE RESOLVER O PROBLEMA RELACIONADO À FORMAÇÃO DE SUBPRODUTOS INDESEJADOS ENQUANTO O PLASMA FAZ PARA OS PONTOS FRACOS DO CATALISADOR, COMO DESATIVAÇÃO E BAIXA ATIVIDADE EM BAIXAS TEMPERATURAS.



- CATÁLISE DE PLASMA HÍBRIDO COMBINA AS VANTAGENS DE ALTA SELETIVIDADE DA CATÁLISE E TAXA DE REAÇÃO RÁPIDA DO NTP PLASMA NÃO TÉRMICO.
- A FOTOCATÁLISE HETEROGÊNEA É UM DOS PROCESSOS OXIDATIVOS AVANÇADOS MAIS ESTUDADOS PARA FINS AMBIENTAIS.  $TiO_2$  É AMPLAMENTE UTILIZADO COMO FOTOCATALISADOR NESTAS APLICAÇÕES DEVIDO AO SEU BAIXO CUSTO, NÃO TOXICIDADE, ESTABILIDADE E ALTA ATIVIDADE.
- RESUMIDAMENTE, SOB IRRADIAÇÃO DE COMPRIMENTO DE ONDA ADEQUADO, ELÉTRONS E INTERVALOS SÃO GERADOS NAS BANDAS DE CONDUÇÃO E VALÊNCIA DE  $TiO_2$ , RESPECTIVAMENTE.
- **A TRANSFERÊNCIA INTERFACIAL DE ELÉTRONS COM ESPÉCIES ADSORVIDAS OU PRÓXIMAS À SUPERFÍCIE DO  $TiO_2$  INDUZ A FORMAÇÃO DE ESPÉCIES DE RADICAIS ALTAMENTE OXIDANTES, COMO HIDROXILA ( $HO\bullet$ ), RADICAL HIDROPEROXIL ( $HO_2\bullet$ ) E ÂNION RADICAL SUPERÓXIDO ( $O_2\bullet^-$ ), QUE SÃO OS PRINCIPAIS RESPONSÁVEIS PELA DEGRADAÇÃO E MINERALIZAÇÃO DE POLUENTES E PARA INATIVAÇÃO DE PATÓGENOS COMO BACTÉRIAS, FUNGOS, LEVEDURAS, ALGAS, VÍRUS E TOXINAS MICROBIANAS.**
- ESSA TECNOLOGIA VERSÁTIL TEM APLICAÇÕES NO TRATAMENTO DE SUCOS, CONTROLE DE BIOFILME, EMBALAGEM DE ALIMENTOS E ESTERILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS. OS MICRÓBIOS FORMADORES DE ESPOROS SÃO O PRINCIPAL DESAFIO ENFRENTADO PELOS FABRICANTES DE ALIMENTOS E SUCOS NATURAIS.
- O PLASMA FRIO (CP), NO ENTANTO, TEM MAIOR PROBABILIDADE DE DESTRUIR DIRETAMENTE AS CÉLULAS DOS ESPOROS EM VEZ DE INDUZIR A GERMINAÇÃO. COMO RESULTADO, O TRATAMENTO COM CP TORNOU-SE CADA VEZ MAIS POPULAR PARA INATIVAÇÃO MICROBIANA NA PRESERVAÇÃO DE ALIMENTOS.
- CONSEQÜENTEMENTE, O SISTEMA DBD ACOPLADO À CATÁLISE FOTOCALÍTICA TRANSFORMA AS SUBSTÂNCIAS POUCO ATIVAS EM SUBSTÂNCIAS ALTAMENTE ATIVAS E MELHORA A TAXA DE DEGRADAÇÃO DE POLUENTES ORGÂNICOS.

- O TRATAMENTO COM PLASMA FRIO É UMA TÉCNICA PROMISSORA QUE AUXILIA NA PRESERVAÇÃO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS, PROPORCIONANDO MELHOR QUALIDADE COM AUMENTO MÍNIMO DE TEMPERATURA.
- O PLASMA NÃO TÉRMICO (OU PLASMA FRIO) É UMA DAS TECNOLOGIAS DE PROCESSAMENTO NÃO TÉRMICO QUE GANHOU POPULARIDADE NOS ÚLTIMOS ANOS E QUE PODE SUBSTITUIR O PROCESSAMENTO TÉRMICO DE SUCOS DE FRUTAS.
- PODE OBTER UM MÍNIMO DE 5 LOG<sub>10</sub> DE REDUÇÃO MICROBIANA, AO MESMO TEMPO EM QUE DÁ EFEITOS MÍNIMOS À QUALIDADE DOS SUCOS DE FRUTAS. O PLASMA FRIO É UMA NOVA TECNOLOGIA QUE MOSTROU POTENCIAL PARA DESCONTAMINAÇÃO DE ALIMENTOS, EXTENSÃO DA VIDA ÚTIL E PROCESSAMENTO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS SENSÍVEIS AO CALOR.
- A APLICAÇÃO DE PLASMA FRIO NO PROCESSAMENTO DE SUCOS DE FRUTAS É UMA ABORDAGEM INOVADORA PARA A SEGURANÇA E RETENÇÃO DE QUALIDADE DE SUCOS DE FRUTAS COM POTENCIAIS PERSPECTIVAS COMERCIAIS. O PLASMA FRIO PROVU SUA EFICÁCIA NA INATIVAÇÃO DE VÁRIOS ORGANISMOS PATOGENICOS E DETERIORANTES ENCONTRADOS EM SUCOS DE FRUTAS. O DESIGN SIMPLES, BAIXO CUSTO, FÁCIL EXPANSÃO, CONFIGURAÇÃO FLEXÍVEL E NATUREZA ECOLÓGICA DO PLASMA FRIO OFERECEM VANTAGENS EXCLUSIVAS SOBRE AS TECNOLOGIAS DE PROCESSAMENTO TRADICIONAIS.



- MICRORGANISMOS, COMO BACTÉRIAS SAPRÓFITAS, DETERIORADORAS E PATOGENICAS, PODEM CONTAMINAR FRUTAS, IMPACTANDO NA SUA QUALIDADE E NA DOS PRODUTOS DERIVADOS, COMO POLPAS E SUCOS.
- A PRESENÇA DE MICRORGANISMOS NAS FRUTAS, ASSIM COMO O MANEJO INADEQUADO, PREJUDICA O PROCESSAMENTO E A OBTENÇÃO DE POLPAS, RESULTANDO EM PERDAS ECONÔMICAS E CONTAMINAÇÕES PREJUDICIAIS QUE SE TRADUZEM EM RISCOS À SAÚDE PÚBLICA.
- AS POLPAS E SUCOS SÃO SUSCETÍVEIS AOS MESMOS CONTAMINANTES, COMO BACTÉRIAS DO GRUPO COLIFORMES, ESCHERICHIA COLI, SALMONELLA, OS QUAIS REPRESENTAM DESAFIOS PARA A INDÚSTRIA NA GARANTIA DA SEGURANÇA E QUALIDADE DOS PRODUTOS. ASSIM, A ATENÇÃO DESDE O PLANTIO ATÉ A ENTREGA AO CONSUMIDOR É CRUCIAL, ENVOLVENDO PRÁTICAS RIGOROSAS DE HIGIENIZAÇÃO .
- ATENÇÃO ESPECIAL DEVE SER DADA AOS BOLORES E LEVEDURAS PRODUTORES DE ESPOROS RESISTENTES AO CALOR E AS BACTÉRIAS LÁTICAS, QUE PODEM RESISTIR EM TRATAMENTOS TÉRMICOS TÍPICOS APLICADOS PELA INDÚSTRIA, LEVANDO A ESTUFAMENTO DE BAGS E BOMBONAS ARMAZENADAS A TEMPERATURA AMBIENTE. E DEVIDO À PRESENÇA SIGNIFICATIVA DE LEVEDURAS, AS QUAIS SÃO RESPONSÁVEIS PELA FERMENTAÇÃO.
- AS POLPAS E SUCOS SÃO SUSCETÍVEIS AOS MESMOS CONTAMINANTES, COMO BACTÉRIAS DO GRUPO COLIFORMES, ESCHERICHIA COLI, SALMONELLA, QUE REPRESENTAM DESAFIOS PARA A INDÚSTRIA NA GARANTIA DA SEGURANÇA E QUALIDADE DOS PRODUTOS.
- A DESCONTAMINAÇÃO DE FRUTAS FRESCAS CORTADAS NO PROCESSO DE LAVAGEM DE FRUTAS E POLPAS APRESENTA VÁRIOS PROBLEMAS DE SEGURANÇA E É DESAFIADORA DEVIDO À ENORME QUANTIDADE DE ÁGUA POTÁVEL NECESSÁRIA (CERCA DE 40 M<sup>3</sup> POR TONELADA DE PRODUTO), COM CUSTOS RELEVANTES E REQUISIÇÕES DE DESCONTAMINAÇÃO QUE O PROCESSO PCO E PLASMA À FRIO FAZEM REDUZIR SUBSTANCIALMENTE.
-

## FOTOCATÁLISE ACOPLADA A PLASMA A FRIO

- FOTOCATÁLISE ACOPLADA A PLASMA À FRIO É A MAIS AVANÇADA TECNOLOGIA NA DESCONTAMINAÇÃO E INCREMENTO NOTÁVEL DA VIDA DE PRATELEIRA DE SUCOS NATURAIS.
- ATENÇÃO ESPECIAL DEVE SER DADA QUE AMBAS AS TECNOLOGIAS ESTÃO EXAUSTIVAMENTE TESTADAS O ACOPLADAS OFERECERAM O CONJUNTO DE SOLUÇÕES REQUERIDAS PELO SETOR DIANTE DA CRISE DE ESTOQUES.
- **AS PRINCIPAIS MICOTOXINAS E CONTAMINANTES DOS SUCOS DE FRUTAS NATURAIS SÃO ELIMINADAS PELO PROCESSO FOTOCATALÍTICO, PELO PLASMA À FRIO OU POR AMBOS OS PROCESSOS ACOPLADOS COMO LISTADOS ANEXOS.**

## CONTAMINANTES ELIMINADOS

- ALGUMAS MICOTOXINAS SÃO RELATIVAMENTE TERMO RESISTENTES E PODEM APRESENTAR-SE ATIVAS, MESMO APÓS O PROCESSAMENTO TÉRMICO, SENDO MAIS SENSÍVEIS AO TRATAMENTO QUÍMICO, A EXEMPLO DA PATULINA QUE NÃO É DESTRUÍDA APÓS PASTEURIZAÇÃO DE SUCOS E BEBIDAS.
- A PATULINA É UMA MICOTOXINA PODE CONTAMINAR DIFERENTES GÊNEROS ALIMENTÍCIOS, E SUCOS COMO LARANJA, MAÇÃS, PERAS, TOMATES, FIGOS, ABACAXI, PÊSSEGO, ROMÃ, SUCO DE UVA BRANCA E UVA VERMELHA.
- BYSSOCHLAMYS NÍVEA E ALICYCLOBACILLUS ACIDOTERRESTRIS SÃO MICRO-ORGANISMOS DETERIORADORES DE GRANDE IMPORTÂNCIA PARA A INDÚSTRIA DE SUCO DE FRUTAS, POR SEREM CAPAZES DE PRODUIR ESPOROS QUE POR SUA VEZ SUPTAM OS TRATAMENTOS TÉRMICOS, NORMALMENTE UTILIZADOS NA PASTEURIZAÇÃO DE SUCOS.
- OS FUNGOS FILAMENTOSOS TERMO RESISTENTES SÃO UM DOS PRINCIPAIS CONTAMINANTES DE SUCOS PROCESSADOS TERMICAMENTE. ESTUDOS EVIDENCIAM QUE O SOLO É A PRINCIPAL FONTE DE CONTAMINAÇÃO DAS FRUTAS POR ESTES FUNGOS.
- CONSEQÜENTEMENTE, FRUTAS E VEGETAIS QUE ESTIVEREM EM CONTATO OU PRÓXIMOS DO SOLO SÃO MAIS SUSCEPTÍVEIS À CONTAMINAÇÃO POR ESTES MICROORGANISMOS QUE, ALÉM DE PRODUIREM ENZIMAS QUE DEGRADAM AS FRUTAS E SEUS PRODUTOS DERIVADOS, PODEM PRODUIR MICOTOXINAS.
- LEVEDURAS SÃO COMUMENTE ENCONTRADAS NA INDÚSTRIA DE BEBIDAS, DETERIORANDO SUCOS DE FRUTAS COM FACILIDADE, MUITAS VEZES PERSISTINDO APÓS OS TRATAMENTOS TÉRMICOS. A FOTOCATÁLISE TEM SIDO COMPROVADO O MAIS EFETIVO PROCESSO NA DESCONTAMINAÇÃO DE LEVEDURAS EM SUCOS DE FRUTAS NATURAIS.

- OS PROCESSAMENTOS TÉRMICOS SÃO UTILIZADOS TRADICIONALMENTE NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS COM O OBJETIVO DE PRODUIR ALIMENTOS SEGUROS DO PONTO DE VISTA MICROBIOLÓGICO. ENTRETANTO, A TEMPERATURA E O TEMPO EMPREGADOS PODEM AFETAR PROPRIEDADES ORGANOLÉPTICAS E NUTRICIONAIS DOS ALIMENTOS. DEVIDO A ESTE PROBLEMA DO TRATAMENTO TÉRMICO E ÀS RECENTES EXIGÊNCIAS DOS CONSUMIDORES, AS NOVAS TECNOLOGIAS ENVOLVENDO PROCESSAMENTOS NÃO TÉRMICOS POA TÊM SIDO AVALIADOS E APLICADOS EM ESCALA RELEVANTE.
- OS PRINCIPAIS CONTAMINANTES DOS SUCOS DE LARANJA TERMO RESISTENTES SÃO ALICYCLOBACILLUS, PATULIN, E. COLI, ELIMINADOS POR PLASMA À FRIO OU AMBOS PROCESSOS ACOPLADOS.
- ATENÇÃO ESPECIAL DEVE SER DADA AOS BOLORES E LEVEDURAS PRODUTORES DE ESPOROS RESISTENTES AO CALOR E AS BACTÉRIAS LÁTICAS, QUE PODEM RESISTIR EM TRATAMENTOS TÉRMICOS TÍPICOS APLICADOS PELA INDÚSTRIA, LEVANDO A ESTUFAMENTO DE BAGS E BOMBONAS ARMAZENADAS A TEMPERATURA AMBIENTE. E DEVIDO À PRESENÇA SIGNIFICATIVA DE LEVEDURAS, AS QUAIS SÃO RESPONSÁVEIS PELA FERMENTAÇÃO.
- AS POLPAS E SUCOS SÃO SUSCETÍVEIS AOS MESMOS CONTAMINANTES, COMO BACTÉRIAS DO GRUPO COLIFORMES, ESCHERICHIA COLI, SALMONELLA, OS QUAIS REPRESENTAM DESAFIOS PARA A INDÚSTRIA NA GARANTIA DA SEGURANÇA E QUALIDADE DOS PRODUTOS.
- **SUCO DE ABACAXI E SUCO DE MARACUJÁ**  
- OS FUNGOS TERMO RESISTENTES BYSSOCHLAMYS FULVA E NEOSARTORYA FISCHERI SÃO MICROORGANISMOS CUJA PRINCIPAL CARACTERÍSTICA É A PRESENÇA DE ASCÓSPOROS QUE SOBREVIVEM AOS PROCESSOS DE PASTEURIZAÇÃO COM CALOR APLICADO A SUCOS DE FRUTAS. ALÉM DISSO, TOLERAM BAIXAS TENSÕES DE OXIGÊNIO E SEU CRESCIMENTO NOS PRODUTOS À BASE DE FRUTA RESULTA EM GRANDE DEGRADAÇÃO E PERDA DE SUA CONSISTÊNCIA DEVIDO À AÇÃO DE ENZIMAS PECTINOLÍTICAS. SÃO ELIMINADOS NO PROCESSO.

EQUIPAMENTO PURIFICADOR COMPACTO ULTRAVIOLETA UV-C PCO FOTOCATALÍTICO ACOPLADO A PLASMA À FRIO



## PROCESSOS COMPLEMENTARES

- O ETILENO É BASTANTE USADO NA AGRICULTURA PARA GARANTIR O AMADURECIMENTO ADEQUADO DE FRUTOS, UMA VEZ QUE **DESENCADEIA UMA SÉRIE DE REAÇÕES QUE ALTERAM A COLORAÇÃO DO FRUTO, PROVOCAM O AMOLECIMENTO DA PARTE CARNOSA E AUMENTAM A QUANTIDADE DE AÇÚCARES.**
- FOTOCATÁLISE HETEROGÊNEA USANDO DIÓXIDO DE TITÂNIO ( $\text{TiO}_2$ ) TEM SIDO EMPREGADO COMO UM MÉTODO PARA DEGRADAR O ETILENO NO ARMAZENAMENTO DE FRUTAS E VEGETAIS, EVITANDO O AMADURECIMENTO PRECOCE. A EFICÁCIA DESTES PROCESSO FOI CONFIRMADA POR MEIO DE ANÁLISES QUÍMICAS E TESTES DE ARMAZENAMENTO DE FRUTAS.
- A VIABILIDADE DE PRESERVAR A QUALIDADE DOS FRUTOS POR MEIO DE FOTOCATÁLISE FOI OBTIDA REMOVENDO O ETILENO DO AMBIENTE DE ARMAZENAMENTO. PODE SER USADO DE FORMA EFICAZ PARA REMOVER O ETILENO DAS FRUTAS.
- A ELABORAÇÃO DE PRODUTOS DE FRUTAS A PARTIR DE MATÉRIA-PRIMA CONTAMINADA POR ESPOROS TERMO RESISTENTES COMPROMETE A VIDA DE PRATELEIRA DO PRODUTO, UMA VEZ QUE ESTE SERÁ DETERIORADO ANTES DO PRAZO DE VALIDADE PREVISTO. ESTES FUNGOS SOBREVIVEM ÀS TEMPERATURAS NORMAIS DE PASTEURIZAÇÃO E SE DESENVOLVEM NO PRODUTO FINAL.
- VERIFICOU-SE QUE SE SUCOS TROPICAIS COMO OS DE ABACAXI E MARACUJÁ ESTIVEREM CONTAMINADOS COM N. FISCHER E B. NÍVEA, A DETERIORAÇÃO DOS MESMOS SERÁ INICIADA EM, NO MÁXIMO, UM DIA E MEIO SE A TEMPERATURA DE ESTOCAGEM FOR  $30^\circ\text{C}$ . SE A TEMPERATURA DE ESTOCAGEM FOR DIMINUÍDA PARA  $20^\circ\text{C}$ , A VIDA DE PRATELEIRA PODERÁ SER ESTENDIDA PARA APROXIMADAMENTE TRÊS DIAS PARA SUCO DE ABACAXI OU PARA QUATRO DIAS SE O SUCO FOR DE MARACUJÁ. OS PROCESSOS POA FOTOCATALÍTICOS E PLASMA FRIO ELIMINAM ESTES CONTAMINANTES.

- O PLASMA DE DESCARGA DE BARREIRA DIELÉTRICA E A FOTOCATÁLISE TÊM SIDO PREFERENCIALMENTE INDICADOS COMO FERRAMENTAS ESSENCIAIS PARA DESCONTAMINAÇÃO DE ÁGUA DE PROCESSO, ESPECIALMENTE NA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA DE SUCOS NATURAIS.
- FOTOCATÁLISE E PLASMA NÃO TÉRMICO SÃO OS MAIS SEGUROS PROCESSOS POA – PROCESSOS OXIDATIVOS AVANÇADOS, PARA A ELIMINAÇÃO DOS CONTAMINANTES COM MINERALIZAÇÃO CONSISTENTEMENTE COMPLETA.
- A FOTOCATÁLISE É UMA TECNOLOGIA PROMISSORA PARA PURIFICAÇÃO DO AR AMBIENTE DO SETOR DE PRODUÇÃO DE SUCOS NATURAIS DEVIDO À SUA CAPACIDADE PARA DECOMPOR UMA AMPLA GAMA DE POLUENTES EM PRODUTOS FINAIS NÃO TÓXICOS, COMO  $\text{CO}_2$  E  $\text{H}_2\text{O}$  EM CONDIÇÕES AMBIENTAIS, INCLUINDO GASES VOC.
- ESTES ÚLTIMOS PROCESSOS BASEADOS EM FOTOREAÇÕES QUE OCORREM NA SUPERFÍCIE DE UM SEMICONDUTOR, GERALMENTE DIÓXIDO DE TITÂNIO ( $\text{TiO}_2$ ) SOB IRRADIAÇÃO ULTRAVIOLETA (UV).
- A INTERAÇÃO ENTRE A FOTOCATÁLISE E A DESCARGA PLASMÁTICA GERADA ACIMA DA SUSPENSÃO LÍQUIDA POR MEIO DE UM DISPOSITIVO DBD FOI AMPLAMENTE INVESTIGADA MONITORANDO A DEGRADAÇÃO DOS CONTAMINANTES NA FASE AQUOSA COMO UMA REAÇÃO MODELO DE ALTA EFICÁCIA.
- RESULTADOS MOSTRARAM UMA ÓTIMA EFICIÊNCIA DE DEGRADAÇÃO DOS CONTAMINANTES OBTIDA PELO ACOPLAMENTO DE PLASMA E FOTOCATÁLISE PARA CONCENTRAÇÕES DE  $\text{TiO}_2$  DESDE  $0,5 \text{ g L}^{-1}$ .
- OS PURIFICADORES KENTHERM PREMIUM ULTRAVIOLETA UV-C PCO FOTOCATALÍTICOS SÃO REATORES COM QUATRO PROCESSOS:
  - RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA UV-C 254 NM,
  - FOTOCATÁLISE
  - PUV – LUZ ULTRAVIOLETA PULSADA
  - PLASMA NÃO TÉRMICO DE BAIXA VOLTAGEM.



OS PROCESSOS PCO E PLASMA DBD DEVEM PROVISIONAR OS TANQUES QUE CONTEMHAM AGITADORES/MISTURADORES DE SUCOS PARA MISCIGENAREM A MISTURA.

