Aplicações em Vidro

Aplicações de Oxi-combustão em fornos de vidro – uma renovação e efetiva solução para melhoria energética bem como redução das emissões

Outubro/2016

Propriedade da Air Products

O que é a combustão?

- AR-COMBUSTÍVEL

$CH_4 + 2O_2 + 7.5N_2 \rightarrow 2H_2O + CO_2 + 7.5N_2$ (+ NO + NO_2 + N_2O) + . . .

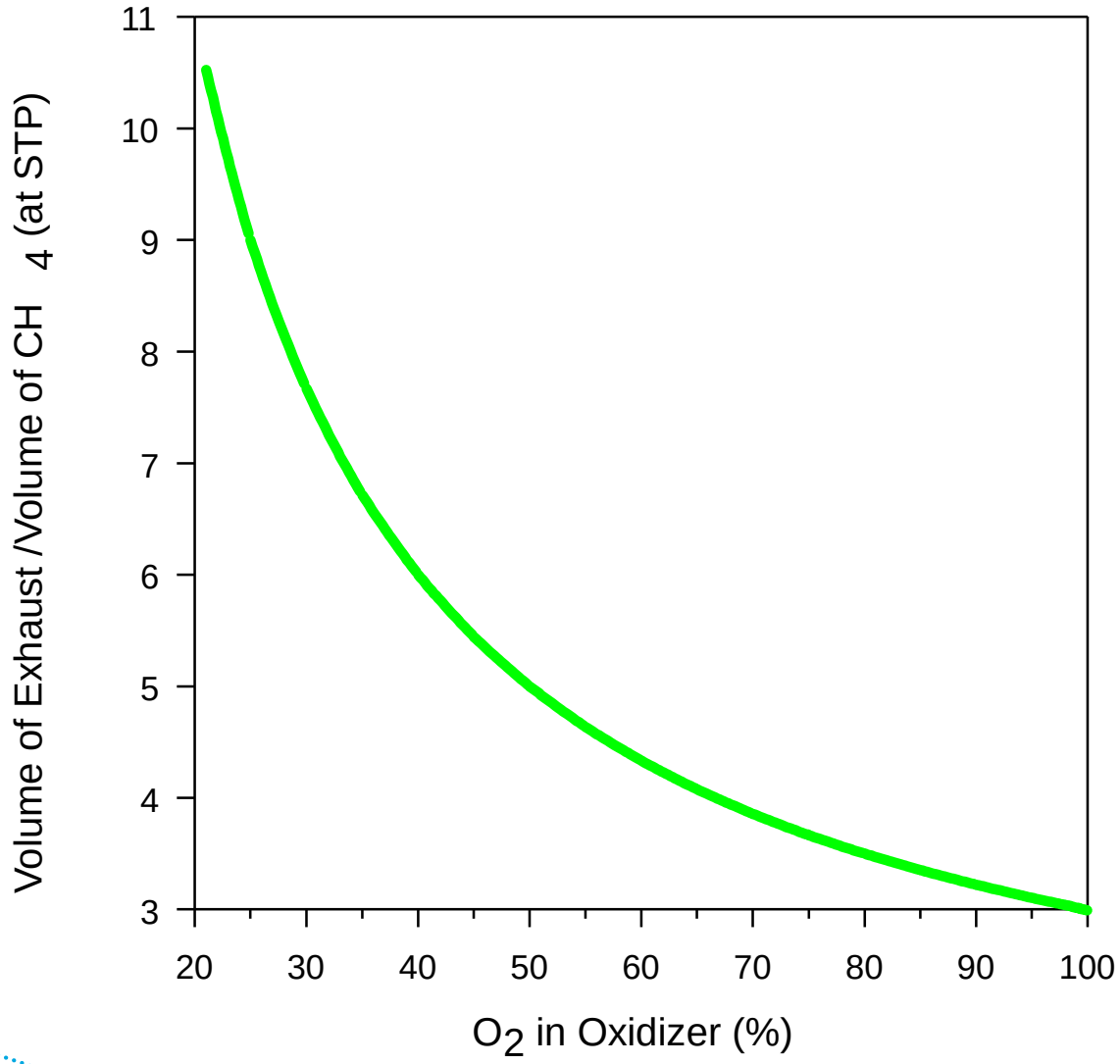
- OXI-COMBUSTÍVEL

$CH_4 + 2O_2 \rightarrow 2H_2O + CO_2$

- NITROGÊNIO E O NOX PODEM SER ELIMINADOS
- GRANDE REDUÇÃO NOS GASES DE EXAUSTÃO
- REDUÇÃO DE VOLÁTEIS E PARTICULADOS

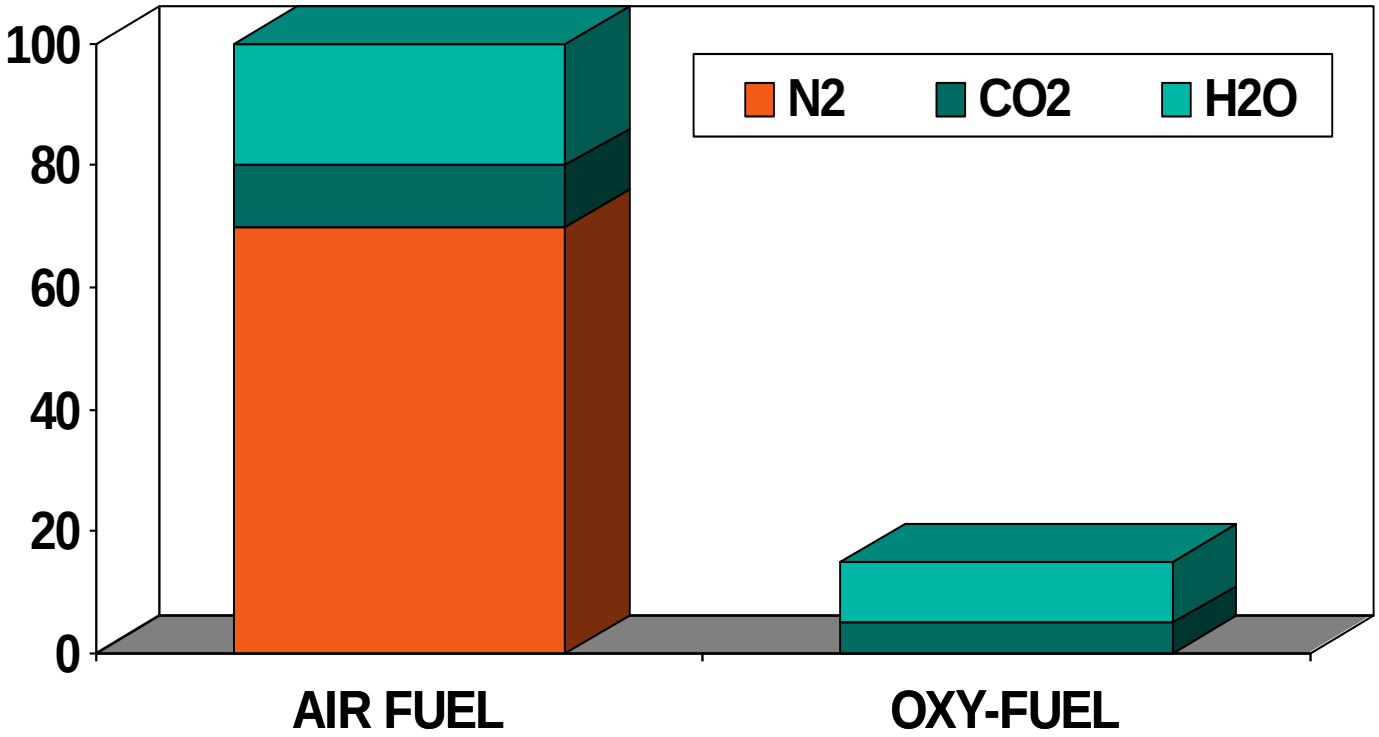
Propriedade da Air Products

Redução nos volumes de exaustão



Propriedade da Air Products

Comparativo dos gases de exaustão



Potenciais efeitos da combustão na emissão de poluentes

- NOx ($NO+NO_2+N_2O+\ldots$)
- Particulados
- CO_2
- SOx

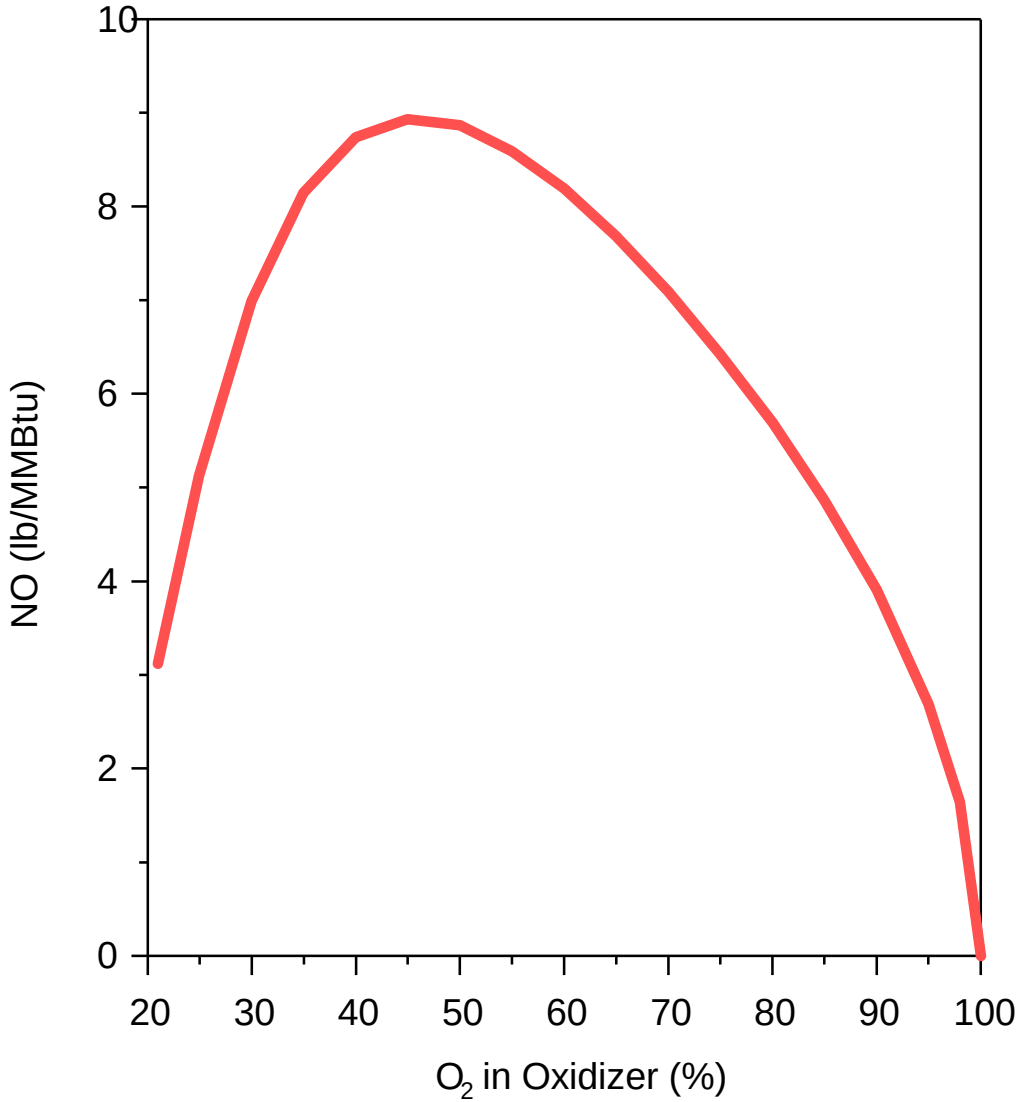
Propriedade da Air Products

Formação do NOx

- NOx Térmico (N2 presente no ar)
  - Aumenta exponencialmente com a temperatura
  - Geralmente, o mecanismo predominante em processos de combustão é o Nox térmico
  - Dominante em combustíveis gasosos de alta qualidade (CH4 or C3H8)
- NOx do Combustível (N presente no combustível)
  - É importante para óleo, coque e combustíveis alternativos, mas também presente no GN da Bolívia
- NOx da matéria prima

Propriedade da Air Products

Curva de geração de NOx



Propriedade da Air Products

Estratégias para redução de Nox

- Pré tratamento
- Combustão modificada
- Pós tratamento

Propriedade da Air Products

Estratégias para redução de Nox

- Pré tratamento
  - Troca do combustível (ex. óleo → gás natural)
  - Tratamento do combustível (ex. Remoção do N presente no óleo ou no gás natural)
  - Substituição do Oxidante (ex. uso de 100% oxi-combustível) – 100% NOx reduction
- Combustão modificada
  - Queimadores Low-NOx com técnicas incorporadas:
    - Recirculação dos gases de exaustão (T↓)
    - Estagiamento (T↓ & combustível rico)
    - Combustão por Pulso (combustível rico / combustível pobre)
    - Injeção de vapor ou água na chama

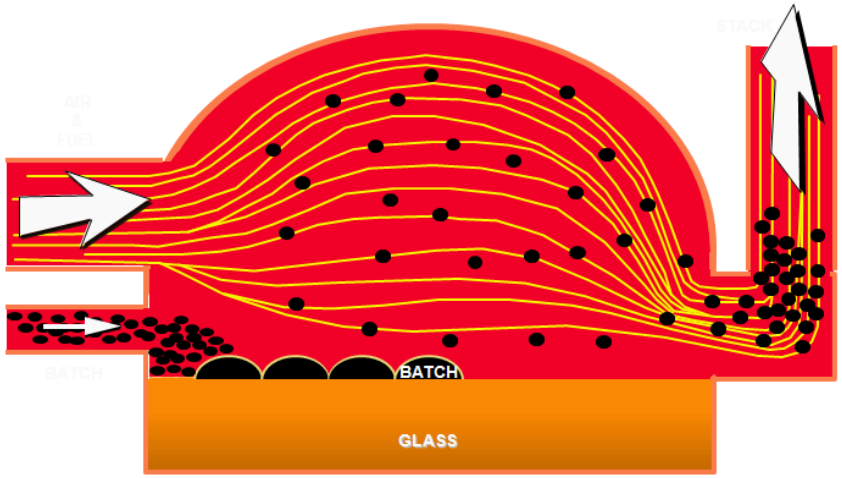
Propriedade da Air Products

Estratégias para redução de Nox

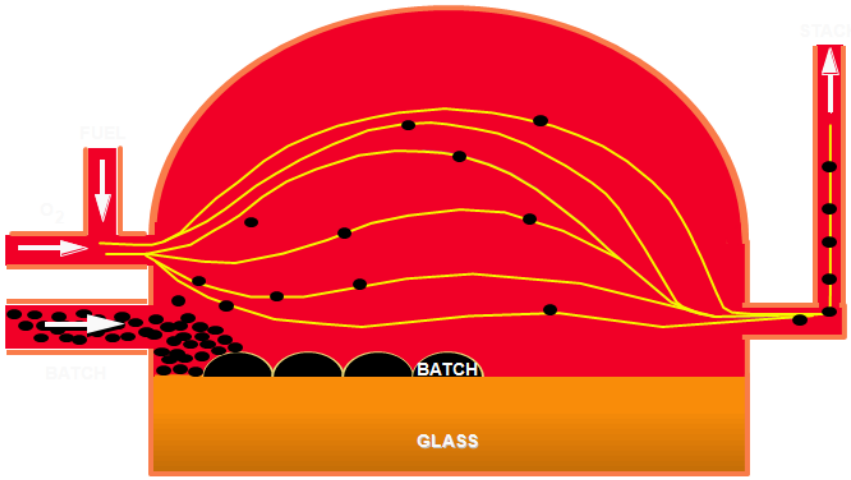
- Pós tratamento – remoção do NOx nos gases de exaustão
  - SCR
    - Caro / alto investimento – reposição de catalisador
    - Problemas de Plug por partículas finas.
  - SNCR
    - Reação com NO necessitade de um local com um range de temperature muito estreito (870-1090oC)
    - Reduz a eficiencia do forno
    - Reduz aproximadamente ~50% do NOx

Propriedade da Air Products

Redução das emissões de particulados



Ar-comb

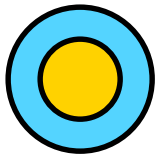


Oxi-comb

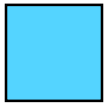
Propriedade da Air Products

Queimadores e tecnologias

Evolução do Queimador



Cleanfire Gen 1
(Base da Tecnologia)

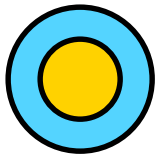


Oxigênio

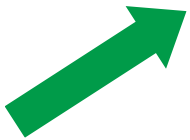
Combustível

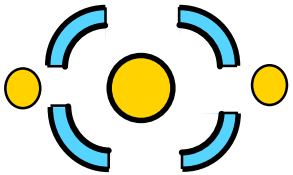
Propriedade da Air Products

Evolução do Queimador



Cleanfire Gen 1
(Base da Tecnologia)





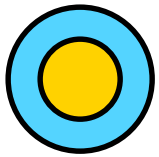
Combustão Estagiada
- Menor Mistura
- Menor NOx

Oxigênio

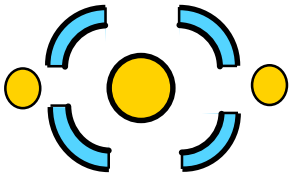
Combustível

Propriedade da Air Products

Evolução do Queimador

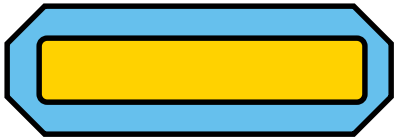


Cleanfire Gen 1
(Base da Tecnologia)



Combustão Estagiada
- Menor Mistura
- Menor NOx

Razão deste Aspecto
- Maior Área de Chama
(Chama Plana)

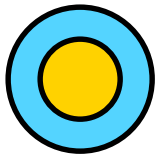


Oxigênio

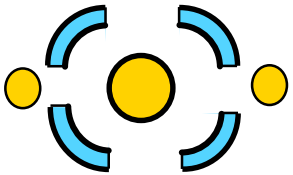
Combustível

Propriedade da Air Products

Evolução do Queimador

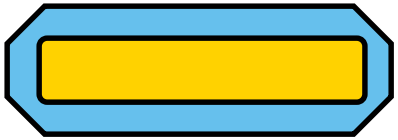


Cleanfire Gen 1
(Base da Tecnologia)



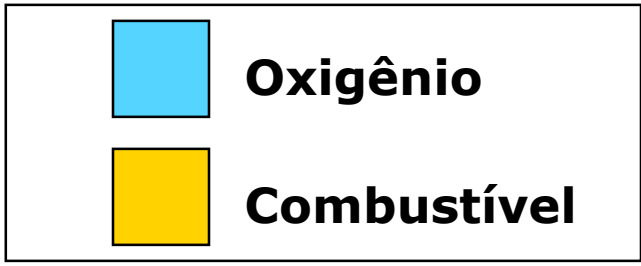
Combustão Estagiada
- Menor Mistura
- Menor NOx

Razão deste Aspecto
- Maior Área de Chama
(Chama Plana)



Patentiada

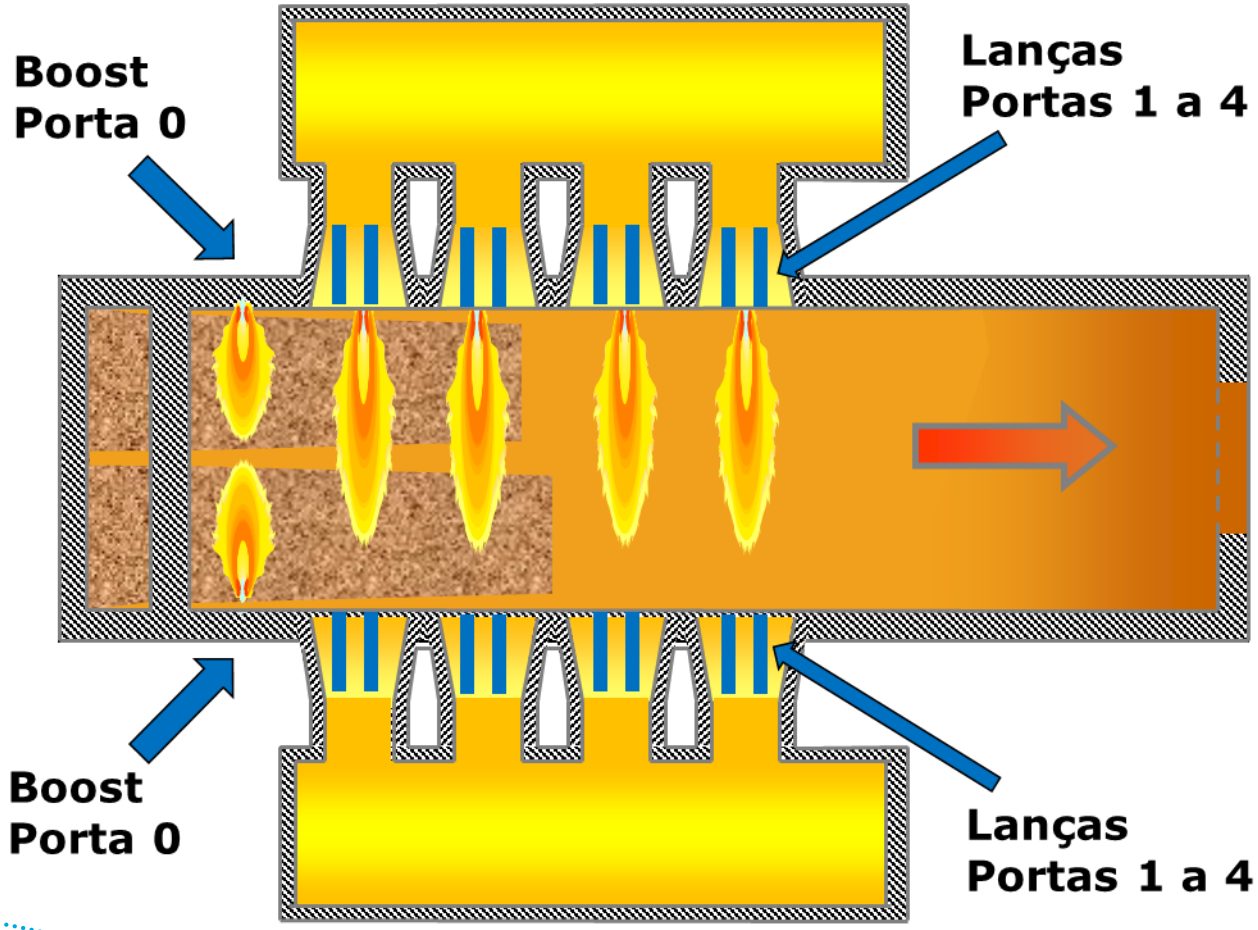
Cleanfire HR, HR*i*
Plana Estagiada



Propriedade da Air Products

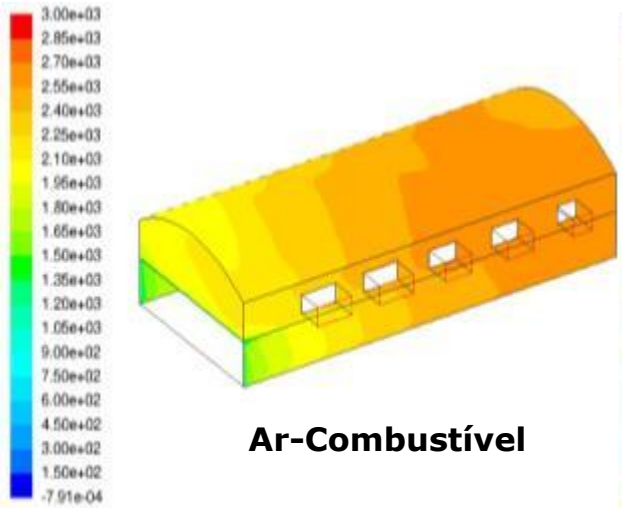
Tecnologia

Cleanfire® IBL (Integrated Boost and Lancing) para redução de NOx – Side Port

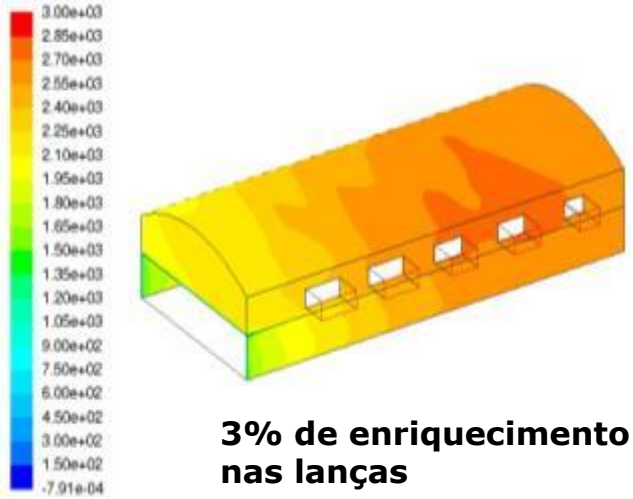


Modelagem CFD

Cleanfire® IBL™ (Integrated Boost and Lancing)

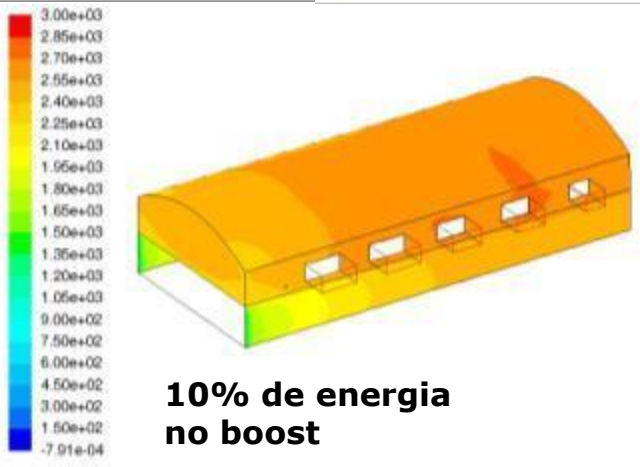


Ar-Combustível



3% de enriquecimento nas lanças

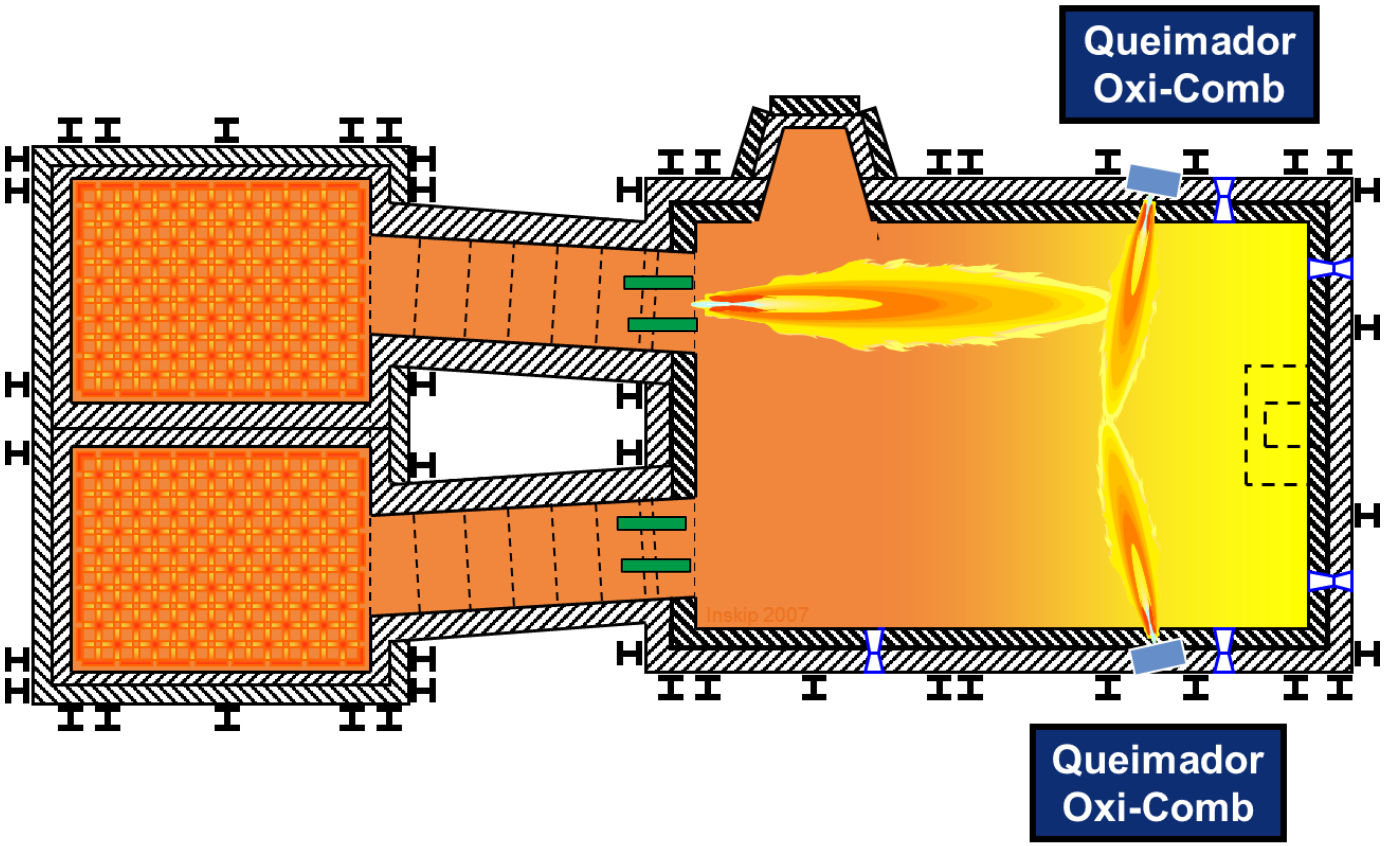
5% de enriquecimento nas lanças



10% de energia no boost

Tecnologia

Cleanfire® IBL (Integrated Boost and Lancing) – End Port



Compartilhamento de resultados

Aplicações de oxi-combustão para redução energética e menor emissão atmosférica

Propriedade da Air Products

Estudo de Caso A – Fiber Glass

	Furnace #1	Furnace #2	Furnace #3
Combustion Type	Recup. air-fuel	Full oxy-fuel	Full oxy-fuel
OF burner model		Cleanfire® Mini HRi-oil Burner	Cleanfire® Mini HRi-oil Burner
Tonnage (TPD)	47	46	59
Specific Fuel usage (kg oil/ton glass)	235	129	145
Fuel Savings	base	45%	38%
NOx (mg/m3)	850	115	140
SOx (mg/m3)	1828	743	579
NOx (kg/ton glass)	2.99	0.35	0.42
SOx (kg/ton glass)	6.44	2.23	1.74

Propriedade da Air Products

Estudo de Caso B – Specialty Glass

	Furnace #1	Furnace #2	Furnace #6
Combustion Type	Full ox-fuel	Full oxy-fuel	Full oxy-fuel
OF burner model	Cleanfire® Mini HRi-gas Burner	Cleanfire® Mini HRi-gas Burner	Cleanfire® Mini HRi-gas Burner
Tonnage (TPD)	27.5	33.6	43.2
Specific Fuel usage (Nm3 NG/ton glass)	122	143	134
Fuel Savings	3%	5%	5%
NOx (mg/m3)	429	304	585
SOx (mg/m3)	0	0	0
NOx (kg/ton glass)	1.29	0.91	1.76
SOx (kg/ton glass)	0	0	0

Propriedade da Air Products

Estudo de caso C – Pharmaceutical Glass

	Furnace #2	Furnace #1
Combustion Type	Recup. air-fuel	Full oxy-fuel
OF burner model		Cleanfire® Small HRi-COG gas Burner
Tonnage (TPD)	44	41
Specific Fuel usage (Nm3 NG/ton glass)	378	147
Fuel Savings	base	39%
NOx (mg/m3)	6458	604
SOx (mg/m3)	0	0
NOx (kg/ton glass)	17.32	1.81
SOx (kg/ton glass)	0	0

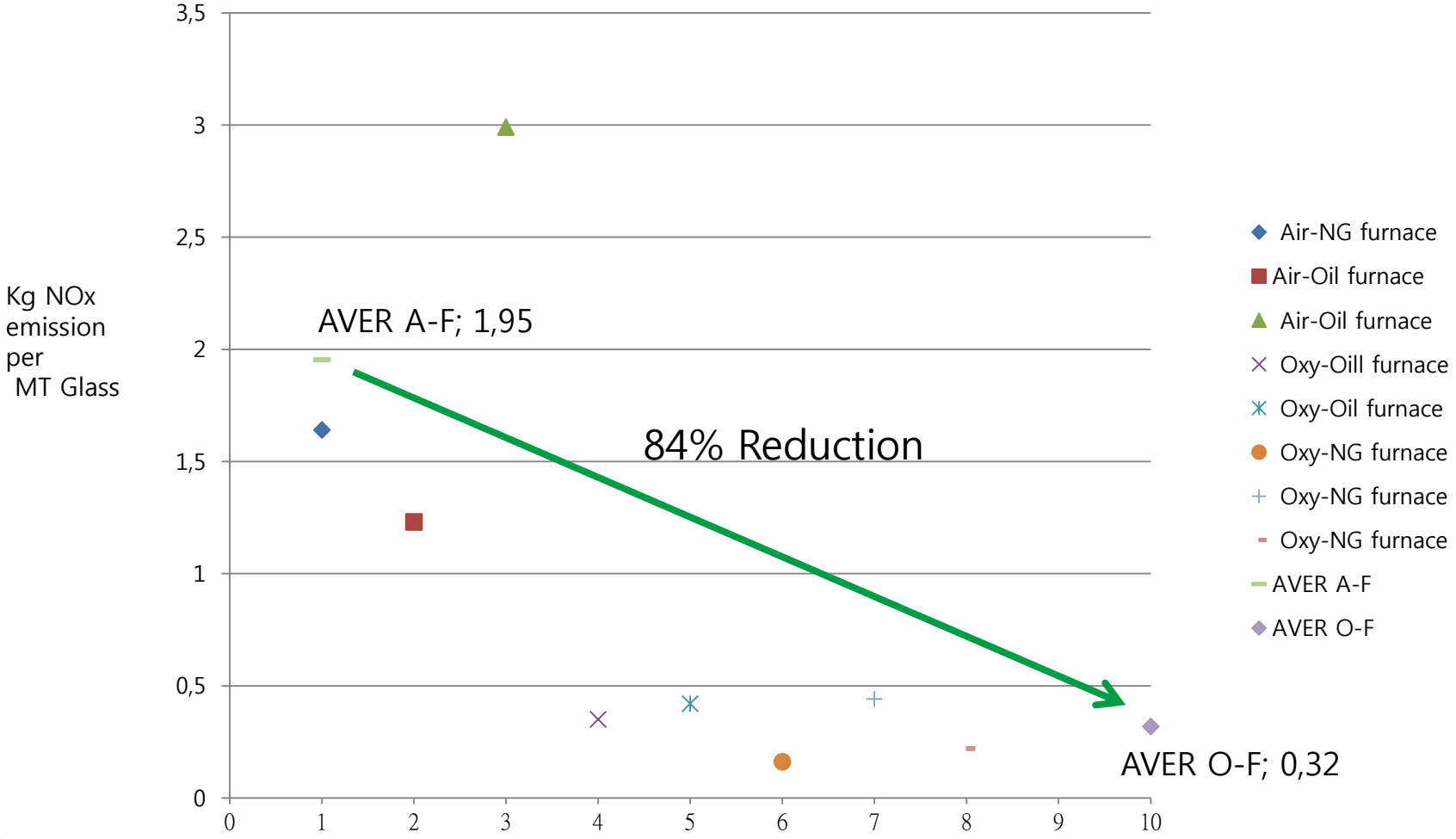
Propriedade da Air Products

Estudo de caso D – Float Glass

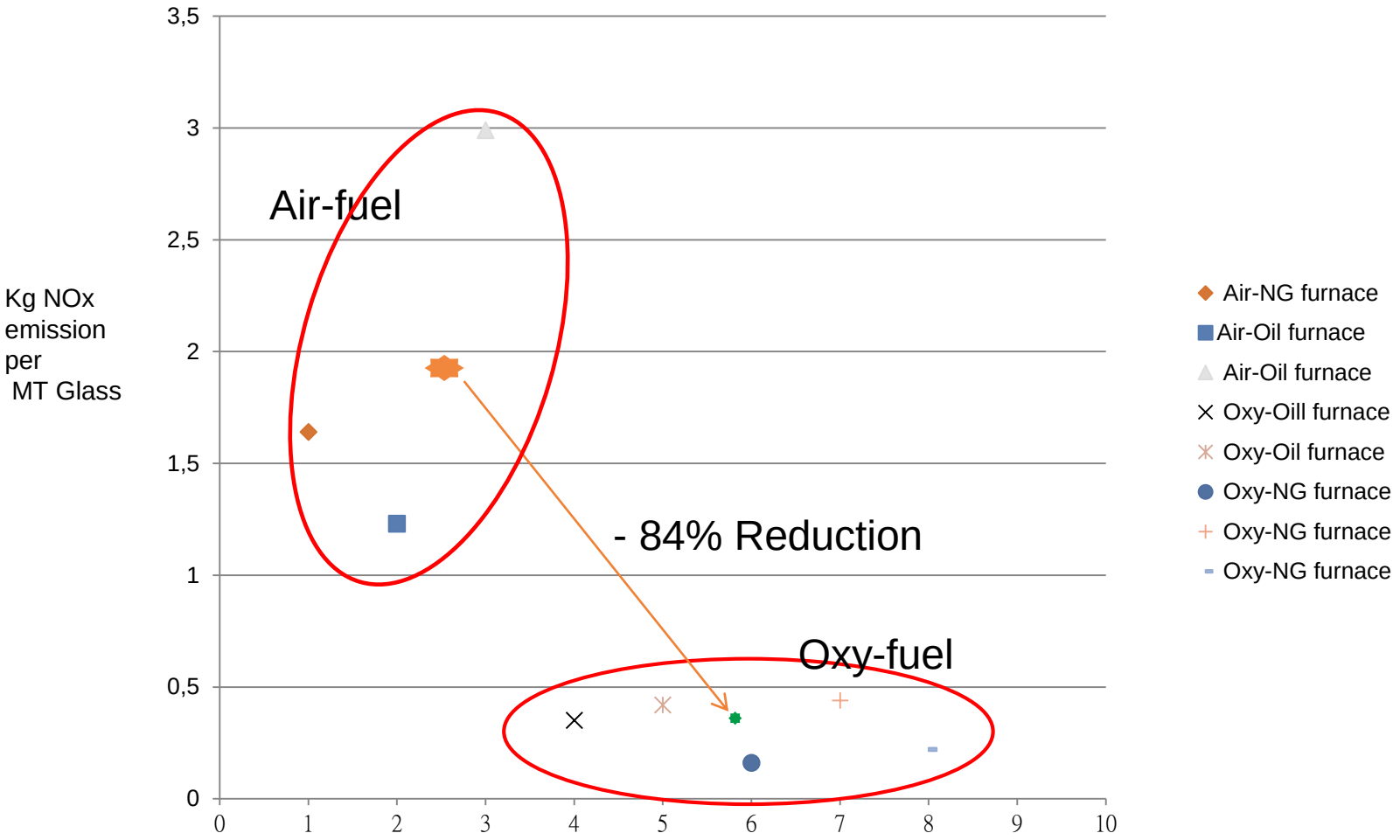
	Furnace	Furnace
Combustion Type	Reg air-fuel	IBL
OF burner model		Cleanfire® adv HRi + Lance
Tonnage (TPD)	600	620
Specific Fuel usage (Nm3 NG/ton glass)	173	156
Fuel Savings	base	9.8%
NOx (kg/ton glass)	5.62	1.81
SOx (kg/ton glass)	0	0
Razão (Air-fuel)	11.1	8.6

Propriedade da Air Products

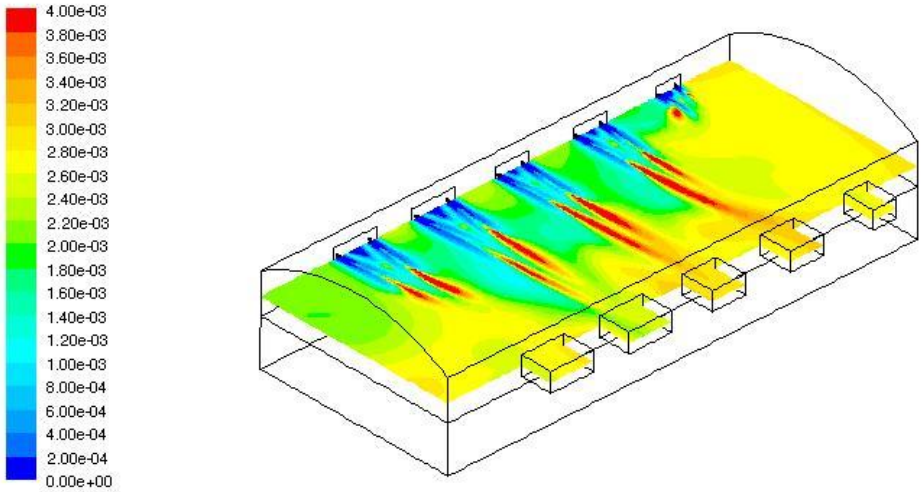
NOx (kg/Ton de vidro) Redução Oxi-comb. vs. Ar-comb.



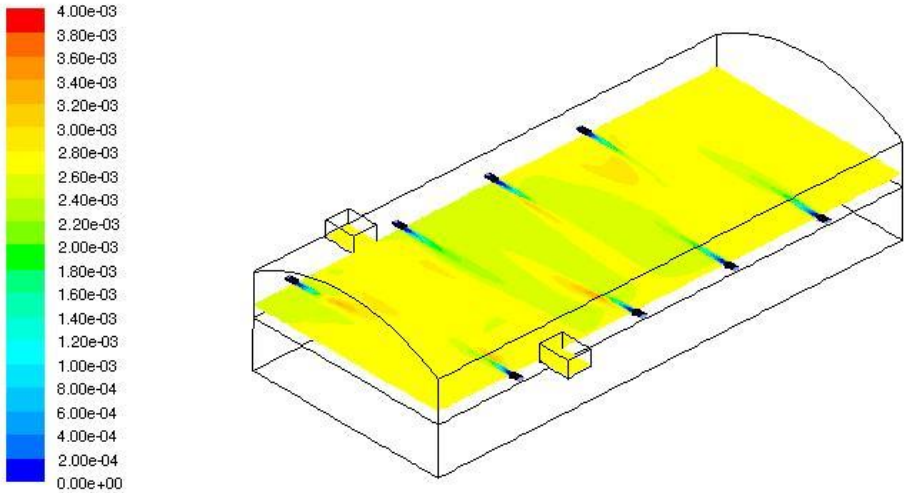
NOx Redução em forno de Vidro



Redução das emissões NOx



Ar-Combustível

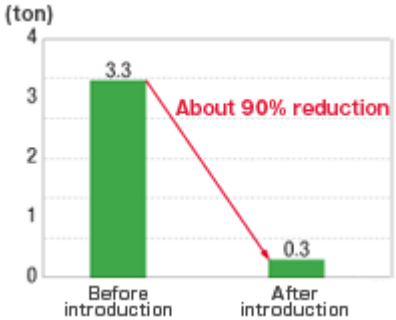


Oxi-Combustível

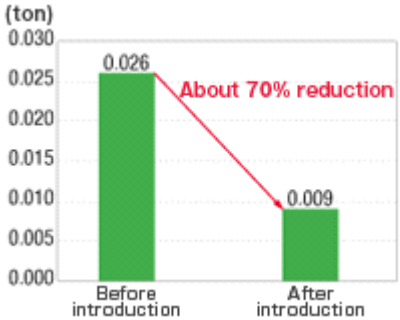
Propriedade da Air Products

Redução das emissões

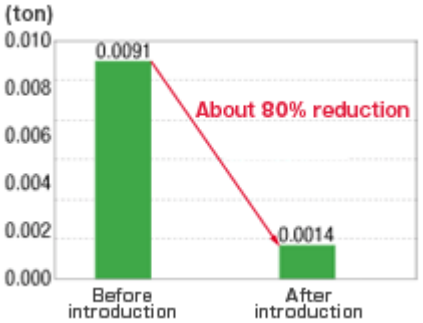
Mudanças na quantidade de NOx por tonelada de vidro produzida



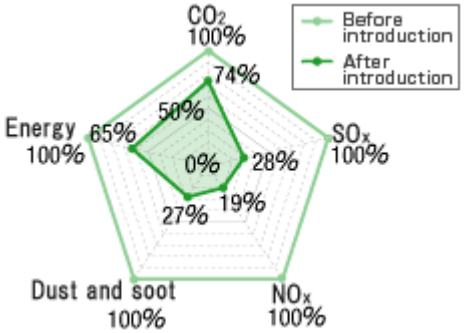
Mudanças na quantidade de SOx por tonelada de vidro produzida



Mudanças na quantidade de particulados por tonelada de vidro produzida

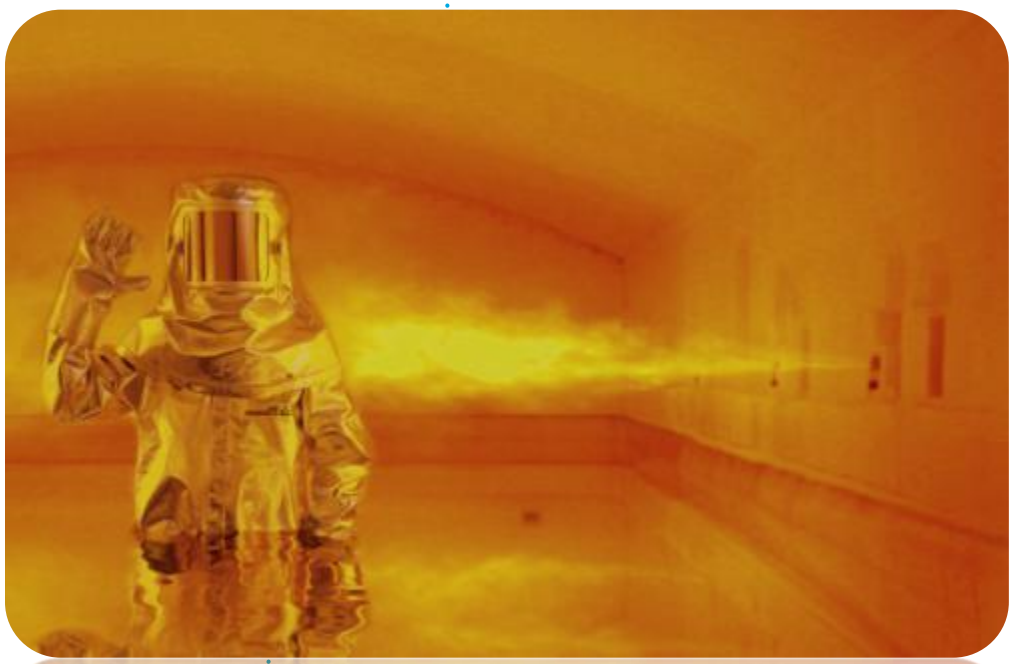


Comparativo da emissões e consumo energético por tonelada de vidro produzida



Benefícios da Oxi-Combustão

- Aumenta a Eficiência do Combustível / Reduz o Consumo de Combustível
- Melhor Controle da Pressão do Forno
- Maior Produtividade / Melhora o Consumo Específico
- Aumenta a Qualidade do Vidro
- Redução da Emissão de NOx
- Redução de Particulados / Batch Carryover - Batch Material Savings
- Reduz a Manutenção (regeneradores, blowers, de sistema NOx, etc.)
- Redução no Consumo de Eletricidade (electric boost, blower, ID fan)
- Aumenta a Vida Útil do Forno
- Reduz Custo com Equipamentos

Propriedade da Air Products

Obrigado…
tell me more