



**XIX COBREAP | Foz do Iguaçu**

**INOVAÇÕES CIENTÍFICAS E TECNOLÓGICAS**

**CONGRESSO BRASILEIRO DE  
ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS**

**21 a 25 agosto de 2017**

Hotel Mabu Thermas Grand Resort  
Foz do Iguaçu / PR / Brasil

## **TRABALHO DE PERICIA HOSPITALAR**

**AMARILIO DA SILVA MATTOS JR.**

**INALVARO NAZARE SOARES**



*O Conteúdo dos trabalhos técnicos apresentados no COBREAP é de inteira responsabilidade dos seus autores.*

**TRABALHO PARA COBREAP XIX**

**Trabalho de Perícia**

**RISCO DE EXPLOSÃO E INCÊNDIO  
EM RÉGUAS DE DISTRIBUIÇÃO GASES MEDICINAIS EM HOSPITAIS**

**Agosto/2017**

## RESUMO

O trabalho tem como objetivo identificar e divulgar um problema recorrente em régua ou painéis de gases medicinais de hospitais e ambulatórios. O vazamento desses gases, combinado com outros fatores, tem criado um cenário de risco de explosão seguido de incêndio. Pequenos vazamentos em espaços confinados geram riscos de incêndio. Os fornecedores e compradores não atentam para procedimentos e normas que devem ser seguidas. Isto tem gerado sinistros em hospitais e ambulatórios com uso de gases medicinais através de régua nas paredes, que em muitos casos nem chegam a ser identificadas as causas pela necessidade de continuidade da atividade. O trabalho disserta, também, sobre normas reguladoras, conceitos de inflamabilidade, gases medicinais, procedimentos de manuseio de gases, conectores adequados, vazamento de gases, riscos de incêndio, e recomendações de como evitar este tipo de acidente. Um estudo de caso mostra com clareza as causas de uma explosão seguida de incêndio e que pode ocorrer em qualquer local no Brasil e no mundo.

Palavras Chave: ***Incêndio, Explosão, Acidente, Gases Mediciniais, Hospital.***

## **SUMÁRIO**

- 1. INTRODUÇÃO**
- 2. METODOLOGIA**
- 3. ANÁLISE E DISCUSSÃO**
  - a. Literatura e Normas Técnicas
  - b. Estudo de Caso
    - i. Descritivo do local sinistrado
    - ii. Depoimentos de testemunhas
    - iii. Hipóteses
    - iv. Causas Prováveis
- 4. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES**
- 5. BIBLIOGRAFIA**

## 1. INTRODUÇÃO

O objetivo desse trabalho é a de levantar um alerta para os profissionais de perícia, os fornecedores de régua para gases medicinais e das partes envolvidas com acidentes em hospitais e ambulatórios. Dados levantados em sites da internet mostram que uma parte dos incêndios relata sinistro de explosão acompanhado de princípio de incêndio. Em alguns casos mencionam cilindros de oxigênio. Na maioria dos incidentes ou princípios de incêndios relatados não se obtém a causa do sinistro.

Este trabalho e o estudo de caso citado, foram embasadas em informações apuradas em pesquisa na internet, na literatura, dos documentos apresentados no estudo de caso, cotejando-as com os dados obtidos da legislação, normas técnicas e literatura especializada de casos semelhantes anteriores, experiência dos peritos e da análise crítica deste conjunto de informações.

As notícias de incêndio pesquisadas neste trabalho apenas informam que uma perícia deve ser feita para identificar a causa. De 16 casos que estudamos, 6 deles mencionam curto circuito ou explosão seguida de incêndio. Dos 6 casos, dois deles mencionam que o fogo ficou restrito a um cômodo. Em outros dois mencionam explosão com oxigênio.

O conceito de incêndio é uma ocorrência de fogo não controlado, que pode ser extremamente perigosa para os seres vivos e para as estruturas. A exposição a um incêndio pode produzir a morte, geralmente pela inalação dos gases, ou pelo desmaio, ou trazendo queimaduras graves.

Uma explosão é um processo caracterizado por súbito aumento de volume e deslocamento de ar, com grande liberação de energia, acompanhado por alta temperatura, produção de gases e forte estrondo.

Os gases explosivos se decompõem através de violentas reações de oxidação e produzem grandes quantidades de gás e calor, energia luminosa, acompanhada (ou não) posteriormente de incêndio pela pulverização de fagulhas.

O triângulo do fogo é a representação dos três elementos necessários para iniciar uma combustão. Esses elementos são: o combustível que fornece energia para a queima, o comburente que é a substância que reage quimicamente com o combustível (oxigênio) e a temperatura de ignição que é necessária para iniciar a reação entre combustível e comburente. Para que se processe esta reação, os 3 elementos devem estar presentes.



Os materiais combustíveis estão presentes no nosso dia a dia. Como combustíveis podemos citar móveis, cortinas, tapetes, colchões de espuma, almofadas de espuma, plásticos, madeira, roupa, brinquedos plásticos, gás de cozinha, etc.

Como ignição ou centelha temos algumas opções bem comuns e que não nos damos conta que geram faúlhas, como interruptores de luz, tomadas, atrito entre metais, cinza de cigarro, brasa de churrasqueira, relê de geladeira, para não falar dos óbvios geradores de faúlhas como fósforo e isqueiro.

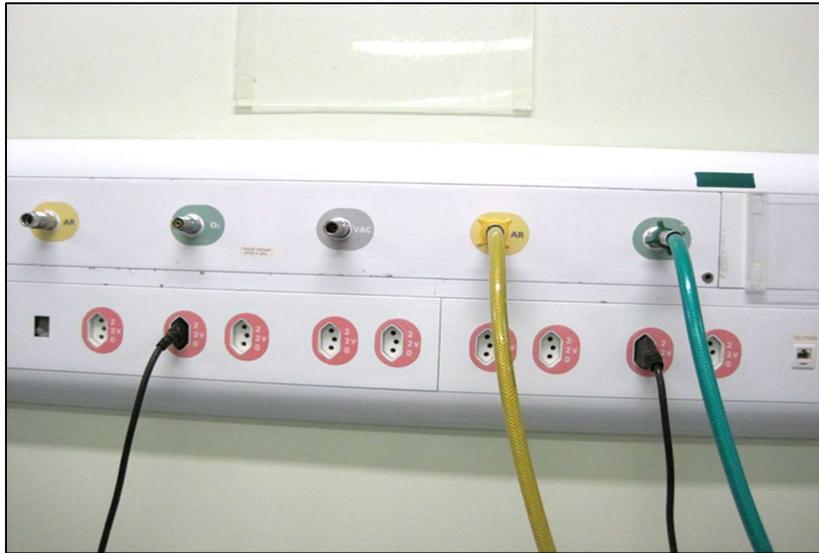
O terceiro componente ou comburente (oxigênio), está presente na atmosfera com 21% de concentração, na sua composição ao nível do mar.

Existem outras variáveis que podem ajudar ou não o sinistro, como o local ser aberto ou fechado (confinado) e ou presença de gases inflamáveis.

Este trabalho vai versar sobre um cenário específico onde as condições de instalação e de trabalho de um quarto de hospital, de UTI ou de ambulatório, onde os 3 elementos do triângulo do fogo estando presentes o risco de ocorrência do sinistro é muito grande.

Todos os hospitais usam gases medicinais nos quartos para tratamento de seus pacientes. Estes gases são: oxigênio, ar comprimido, nitrogênio entre outros. Para facilitar o acesso e uso foi criado painel ou régua na cabeceira das camas dos quartos, onde existem engates rápidos para uso dos gases citados, como por exemplo, para se conectar um aparelho de respiração para uso no paciente.

Nesta mesma régua são instaladas tomadas de 110v ou 220v para serem usadas por aparelhos de UTI ou outros aparelhos médicos de suporte aos pacientes. Ver foto abaixo:



**Foto1:** Painel de cabeceira ou régua, usada nos leitos com ar comprimido (amarelo), oxigênio à 99% (verde) e vácuo (cinza). Observe as tomadas de 220v abaixo dos engates rápidos de gases.



**Foto 2:** Painel de cabeceira no leito da UTI

As régua na cabeceira das camas têm o objetivo de colocar todas as utilidades médicas (gases, vácuo e energia) à disposição do corpo médico, de forma a atender os pacientes com rapidez e presteza. Isto tudo deve ocorrer com fácil acesso, de forma estética, de fácil higienização e sem ter que se abaixar para ligar um aparelho na tomada ou encaixar um tubo de oxigênio.

O trabalho vai mostrar a situação de risco presente nestas instalações em qualquer hospital no Brasil ou no mundo.

## 2. METODOLOGIA

Buscamos através de variados métodos obter dados suficientes para determinar as causas e razões porque acidentes com princípio de incêndio estão ocorrendo em quartos de hospitais, UTIs e/ou ambulatorios, nas réguas de gases medicinais.

As ações metodológicas principais foram:

- ✓ Coleta de informações das pessoas presentes;
- ✓ Desmonte dos painéis (também conhecidos por réguas) sinistrados e outros próximos não sinistrados;
- ✓ Inspeção local das instalações dos gases medicinais com amplo registro fotográfico;
- ✓ Inspeção local das instalações elétricas também com registro fotográfico;
- ✓ Inspeção visual das áreas da edificação atingidas e das áreas adjacentes e registro fotográfico;
- ✓ Verificação da existência de um ou múltiplos focos de incêndio para formular as hipóteses das suas causas mais prováveis.

Em todas as ações acima citadas, buscamos coletar o maior número possível de dados sobre o evento, por meio de observação direta dos locais e oitiva dos engenheiros, técnicos e testemunhas.

O trabalho constou de três etapas distintas:

- **Etapla de campo** – através de visita e vistoria, no caso apresentado, com análise visual no local da ocorrência observando os danos existentes, suas possíveis causas e do seu entorno, bem como em outras UTI's para comparativo das hipóteses.

- **Etapla de análise** – onde foram estudadas as informações, dados, fotos, jornais, internet, entrevistas e documentos, para identificação das causas mais próximas e possíveis, consequências e tecer recomendações necessárias.

- **Etapla de elaboração** – finalizando com a elaboração deste trabalho de perícia, contendo as descrições das não conformidades, hipóteses das causas, as conclusões e recomendações.

## 3. ANALISE E DISCUSSÃO

### a) Literatura e Normas Técnicas:

As normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) são bastante claras com relação a uso de gases medicinais. Citamos algumas destas normas abaixo.

A norma NBR 11906, versa sobre conexões roscadas para postos de utilização sob baixa pressão, para gases medicinais, gases para dispositivos médicos e vácuo clínico, para uso em estabelecimentos de saúde.

A norma NBR 12188 trata de sistemas centralizados de suprimento de gases medicinais.

A norma NBR 13164 trata dos tubos flexíveis para condução de gases medicinais sob baixa pressão.

Entre outros documentos usados no trabalho, temos a Ficha de Informação de Produtos Químicos (FISPQ) para oxigênio comprimido, da empresa IBG Indústria Brasileira de Gases, que referenda os riscos de manuseio de oxigênio comprimido e menciona que o oxigênio é altamente explosivo na concentração de 99%, bastando para isto haver uma fonte de calor ou faísca. O texto cita: “...**pode explodir sob ação do calor**”.

Como todos sabem, o ar atmosférico contém cerca de 21% de oxigênio e nesta concentração é considerado comburente ou alimenta o fogo. Nos locais em estudo, existe o gás oxigênio disponível no painel (em tubos) com concentração de 99%.

Esse oxigênio concentrado se comporta de modo diferente. Esse oxigênio puro e em alta pressão, a partir de um cilindro ou tanque, é muito reativo e pode reagir violentamente com materiais comuns tais como o óleo e graxa e com outros materiais pode pegar fogo espontaneamente. Esses materiais são incompatíveis com a presença do oxigênio concentrado (99%), principalmente de forma confinada.

Os equipamentos concebidos para os serviços de gases (oxigênio) verificados neste estudo devem ser feitos a partir de materiais e componentes de boa procedência e que devem ter sido testados e comprovados, para ser compatível e seguro para o uso em hospitais. Conforme a norma da ABNT nº NBR 12188, temos no seu item 5.7. - pontos de utilização do gás:

“...5.7.2 Cada posto de utilização de oxigênio, óxido nitroso, ar ou vácuo, deve ser equipado com uma válvula auto vedante, e rotulado legivelmente com o nome ou abreviatura e símbolo ou fórmula química, com fundo de cor conforme a NBR 11906 da ABNT, de cores para identificação de gases e vácuo (ver 5.5.8)...” define ainda que:

“...5.7.3 Os postos de utilização devem ser providos de dispositivo(s) de vedação e proteção na saída, para quando os mesmos não estiverem em uso.”

“... 5.7.7 No caso de uso de painéis de cabeceira (réguas) ou colunas (retráteis ou fixas), os sistemas de gases medicinais devem ser instalados em compartimentos fisicamente separados, por **vedação hermética**, das instalações elétricas. Os painéis frontais devem apresentar **abertura para arejamento** permitindo, em caso de vazamento, o escape do gás para o ambiente.”

Grifo nosso.

Como o uso e manuseio de gás oxigênio comprimido e em alta concentração (99%) se torna um gás perigoso, a literatura lista e menciona vários cuidados que devem ser tomados por usuários e partes envolvidas em instalações, construções, uso, manutenção e outras.

#### Cuidados com oxigênio enriquecido a 99%

O oxigênio por si só não é um combustível, mas um oxidante. Oxigênio enriquecido é o termo frequentemente usado para descrever situações em que o nível de oxigênio é maior do que no ar. Por ser o oxigênio, incolor, inodoro e insípido, sua

presença numa atmosfera de oxigênio enriquecido não pode ser facilmente detectada pelos sentidos humanos, causando grandes riscos de explosão e incêndio.

O principal perigo para as pessoas de uma atmosfera rica em oxigênio é que a roupa ou o cabelo pode facilmente pegar fogo, causando queimaduras graves ou até mesmo fatais. Por exemplo, as pessoas podem facilmente envolver suas roupas e camas em chamas por fumar durante o tratamento com oxigênio para dificuldades respiratórias. Assim alerta-se que fumar - usar celular – carregadores - lanterna – fósforos - isqueiros etc. deve ser terminantemente proibido onde o oxigênio está sendo usado, além de se ter um controle métrico do volume de oxigênio no ambiente, no local (quarto) e do painel (régua).

O enriquecimento de oxigênio no ambiente ou nos painéis de forma confinada deve ser evitado e sabe-se que pode ser resultado de:

- Vazamentos nas mangueiras por estarem danificadas, partidas, rachadas, secas ou mal conservadas, bem como os seus tubos condutores e suas válvulas de contenção;
- Vazamentos de conexões de má qualidade - atentar para os cuidados no fornecedor e na peça, e nas peças de abertura e de medição;
- Funcionários ou pacientes abrirem as válvulas, engates rápidos e fluxômetros deliberadamente ou acidentalmente nos painéis;
- Esquecer ou não fechar, as válvulas corretamente após o uso pelo paciente ou enfermeiros;
- Usar excesso de oxigênio para o paciente ou por defeitos nas instalações o oxigênio é liberado em excesso;
- Ter pouca ventilação onde o oxigênio está sendo usado ficando confinado em algum ponto (painel, sob o leito, etc.);

#### Cuidado com eletricidade próxima a oxigênio

O oxigênio deve ser afastado de todas as instalações elétricas por distância e também por anteparos físicos. Atentar para que a parte elétrica (tomadas, interruptores de iluminação, interruptor de emergência e outras utilidades elétricas) fique a uma boa distância da central de gases (oxigênio e outros) principalmente quando estiver sendo usado, além de se ter um controle da manutenção elétrica (aperto nas tomadas, verificação de temperatura na fiação, mudança periódica das tomadas estragadas, etc.).

#### Cuidado na manutenção ou na substituição de peças

Um dos pontos importantes que se deve atentar é o cuidado na manutenção e na substituição de peças e de equipamentos usados nos painéis, tais como:

Juntas e gaxetas - Há centenas de diferentes tipos de borracha e elastômero e a maioria não é compatível com o oxigênio.

Componentes metálicos – Alguns metais e ligas metálicas não são adequados para utilização com o oxigênio.

Reguladores de pressão - Deve-se garantir que a classificação de pressão do regulador não seja menor do que a pressão de alimentação do cilindro (ou tanque) cheio

ou em recarga, bem como se deve atentar para que os reguladores de pressão para os equipamentos de gases medicinais estejam dentro dos parâmetros das normas.

Mangueiras de oxigênio - A mangueira flexível de oxigênio deve cumprir as normas e mudá-las periodicamente quando secas ou quebradiças.

Lubrificantes - Como regra geral, os lubrificantes devem ser evitados. Apenas os lubrificantes que são feitos para o serviço de oxigênio, e são especificadas pelo fornecedor do equipamento, devem ser utilizados.

Indica-se também o treinamento aos usuários dos gases informando que se deve:

- abrir a válvula lentamente, pois a abertura rápida, particularmente das válvulas, pode resultar em altas velocidades momentaneamente de oxigênio. Quaisquer partículas vão ser empurradas por meio do sistema muito rapidamente, causando calor por atrito.

- garantir que a pressão do parafuso de ajuste do regulador de pressão está totalmente aberta, a fim de que a válvula de descarga do regulador seja fechada sempre após o uso, especialmente quando se abre a válvula pela primeira vez no dia e, principalmente, depois de trocar os cilindros ou reabastecer os tanques de gases.

- garantir que as válvulas dos cilindros (ou tanques) fiquem fechadas e a canalização de fornecimento isolada sempre que a UTI estiver desocupada. Não tentar cortar o fornecimento de oxigênio apertando ou torcendo a mangueira flexível quando se muda de equipamento ou se troca a mangueira.

- manter as mangueiras e outros equipamentos sempre em boas condições e examinar frequentemente. Os testes de vazamento podem ser realizados facilmente usando um spray colorido específico para verificação de vazamentos ou uma solução líquida que é certificada para uso em sistemas de oxigênio medicinal. Não se deve usar espuma de sabão ou líquidos que podem conter gorduras, pois não devem ser usados. Divulgar entre os funcionários e colaboradores.

- manter o local e o equipamento de oxigênio sempre limpo. A contaminação por partículas, poeira, areia, óleos, graxas ou detritos na atmosfera geral é um risco potencial de explosão/incêndio.

- usar as mãos ou luvas limpas ao montar equipamento de oxigênio durante manutenção (dentro ou fora da UTI), por exemplo, ao ligar o regulador de pressão, fazer conexões, etc.

- usar sempre roupa limpa adequada, livre de óleo e contaminantes facilmente combustíveis, tanto o pessoal de atendimento, quanto o de manutenção e de pacientes.

- verificar e testar sempre os *sprinklers*, os extintores e os alarmes de incêndio e mantê-los em boas condições e pronto para uso.

- prevenir enriquecimento da atmosfera com oxigênio, garantindo que o equipamento seja sempre estanque e esteja em bom estado de funcionamento com controle frequente e verificar sempre se a ventilação está funcionando.

- evitar o fumo e o uso e carga de celular, *tablet*, *ipod*, etc., principalmente onde o oxigênio está sendo usado, dentre outros cuidados.

## **b) Estudo de Caso:**

Este estudo de caso foi sobre uma perícia executada pelos autores deste trabalho.

Vamos avaliar um incidente com pequena explosão e princípio de incêndio ocorrido em um Hospital, na sua Unidade de Tratamento Intensivo (UTI). O incêndio ocorreu em um leito da UTI e ficou restrito a este quarto. Houve muita fumaça, mas, foi rapidamente dissipada. O fogo foi contido pela brigada e pelo *sprinkler* do hospital. Foi ouvido um estrondo seguido de incêndio do colchão do leito atingindo as costas do paciente.

### **i. Descritivo do local sinistrado:**

No local do sinistro (leito da UTI), além dos móveis e equipamentos pertinentes, existem diversas instalações especiais, dentre elas um painel na parede da cabeceira da cama (também conhecido como régua) com gases medicinais levados por tubulações com engates rápidos, bem como algumas tomadas elétricas, interruptores da iluminação e interruptores de emergência próximos. Os gases medicinais encontrados foram: oxigênio, vácuo e ar comprimido e as tomadas com 220 V, vide fotos adiante:



**Fotos 3 e 4:** Vista do painel (régua) na parede da cabeceira do leito, com tomadas e engates rápidos para saída de gases medicinais.

A parede deste quarto onde ocorreu o incidente é de alvenaria (parede externa), onde o painel estava afixado. Existem outros tipos de paredes, como *drywall* (paredes divisórias internas). Verificou-se que em outros quartos da UTI o painel estava fixado em paredes de *drywall* (internas) e também em paredes de alvenaria (externas). Observou-se que a parede de *drywall* é feita de gesso e acumula muitas fibras e/ou poeira. Essas paredes (*drywall*) internas não são inflamáveis, no entanto podem se transformar em combustível e queimar, pois não se verificou a especificação de incombustibilidade nos pontos abertos e verificados.



**Fotos 5 e 6:** Vista da parede de alvenaria onde o painel (régua) sinistrado estava fixado (antes e após remoção da régua).

Observou-se que o colchão do leito era revestido de um plástico azul para higienização. Sobre este são colocados colchões de espuma conhecidos como “casca de ovo” para evitar escaras (feridas também conhecidas por úlceras de pressão) nos pacientes. Estes colchões são feitos de poliuretanos e queimam muito facilmente liberando gases tóxicos como HCN (gás cianídrico).

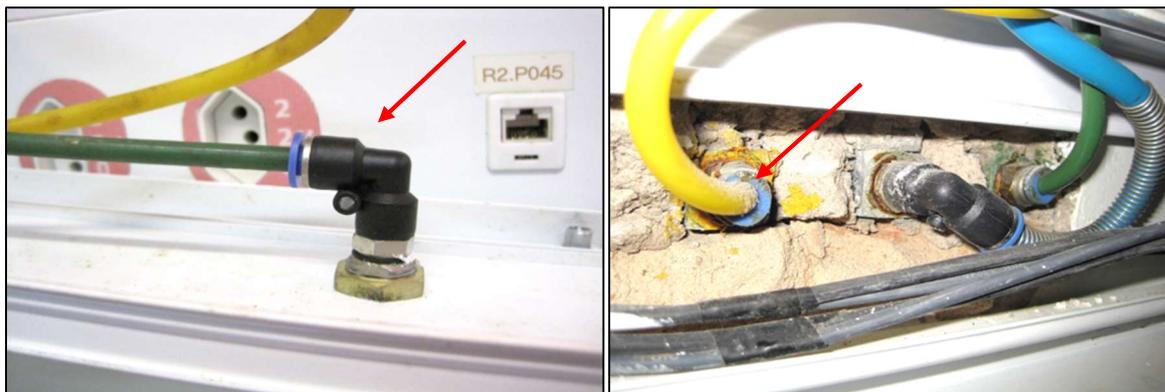
## ii. Depoimento de testemunhas

O gerente de manutenção relatou fatos sobre o incidente e forneceu dados sobre o sinistro. Descreveu que o paciente dormia e em torno de 1:30 hs da manhã ocorreu uma explosão e o colchão de espuma (casca de ovo) entrou em combustão queimando as costas do paciente. O *sprinkler* local entrou em funcionamento apagando o incêndio, e o paciente foi socorrido. O material do colchão principal não foi atingido, apenas o “casca de ovo”.

A UTI do Hospital tem vários leitos sendo que no leito do sinistro dormia um paciente que necessitava de observação. No momento do incidente havia no quarto da UTI três aparelhos ligados ao painel de tomadas (220 V) e apenas um deles es-

tava operando (o monitor). A cama elétrica e o respirador estavam conectados à tomada, porém sem carga.

O gerente relatou também que após o sinistro, revisaram as tomadas de outros leitos das UTI's e encontraram indícios de aquecimento em algumas delas (escurcimento de fios e parafusos). Relatou também que inspecionaram os engates rápidos dos gases e encontraram alguns vazamentos. Os engates são de latão niquelado, aço inox ou plástico sem silicone e tem sistema de fechamento rápido com rosca e "o-ring" de vedação, vide foto adiante.



**Foto 7:** Tubo flexível com curva de 90° (preto), que evita o plástico do flexível de tencionar, dobrar e enfraquecer as paredes do tubo.

**Foto 8:** O tubo flexível (amarelo) está sob tensão, com risco de forçar a vedação e permitir vazamento. Fios e tubos de gases juntos no mesmo compartimento. Este cenário de montagem é a mesma configuração do painel do leito que sofreu o princípio de incêndio. Desconformidade segundo a norma NBR 12188.

Ao vistoriarmos o leito do local do sinistro encontramos algumas não conformidades. Os painéis encontrados nos leitos da UTI são de metal afixados na parede com 2 compartimentos conjugados, com dimensão aproximada de 100 cm x 35 cm (Ver fotos 03 e 04).

No painel sinistrado foi identificado que um compartimento serve para engates dos gases (ar comprimido, oxigênio e vácuo) e o outro para as tomadas (220v), para serem usados pelos aparelhos da UTI e outras utilidades. Está também liberado para ser usado pelos pacientes ou acompanhantes destes, para carregar ou ligar aparelhos diversos (celulares, *tablet*, *ipod* etc.). Observou-se que a área destinada à entrada dos gases medicinais estava no mesmo compartimento (área) da entrada da fiação elétrica sendo uma **não** conformidade e condição insegura de risco de explosão/incêndio, e descumprindo os preceitos normativos de construção. Os compartimentos deveriam ser estanques ou herméticos, sem comunicação entre si. Conforme preceitos da norma ABNT NBR 12188/2016, o compartimento do painel com os engates rápidos dos gases deveria ser exposto ou aberto (devendo ser furado em peneira) permitindo a dissipação de gases para o ambiente visando arejar o painel/compartimento e evitando criar confinamento (compartimento fechado) que pro-

porcione o acúmulo de gases, principalmente o oxigênio. O mesmo não atendia essa exigência.

Além do gerente de manutenção, entrevistamos também com o eng.º electricista do hospital que nos informou que, depois do sinistro revisaram as tomadas e engates rápidos das outras camas/leitões de todo o hospital, encontrando alguns pontos de aquecimento nas tomadas e também verificou diversos engates rápidos com vazamento de oxigênio e outros gases. Descreveu que em um momento de quietude conseguiram ouvir o som de “assovio” do vazamento de gases medicinais nos quartos de UTI’s.

Os engates são fornecidos pela Parker Distribuidora e pela Oximed. Em contato com as empresas, a folha de especificação dos engates informa que a classe de pressão é de 10kg/cm<sup>2</sup>, acima da pressão de trabalho dos gases (em torno de 6kg/cm<sup>2</sup>). O engate é feito de latão niquelado, pinça de aço inox, vedações em “o-ring” sem óleo na composição e plástico de techno polímero.

Conversamos também com o funcionário da manutenção (oficial de gasoterapia), que abriu vários painéis para vistoriarmos. Com a ajuda dele identificamos algumas **não** conformidades aqui descritas. Ele nos relatou e observamos, que em alguns painéis os tubos flexíveis ficam dobrados submetidos a tensão, o que causaria enfraquecimento dos mesmos. O recomendado seria utilizar uma curva de 90° para o tubo não flexionar em espaço pequeno e com o tempo perder a resistência, ver fotos 7 e 8 (anteriores).

O funcionário da manutenção abriu um dos painéis afixados em parede de *drywall*. Observamos que nesta configuração havia um acúmulo de pó ou fibras em torno dos fios elétricos (Ver foto 15 abaixo). O *drywall* é uma parede dupla com vazio no meio. A corrente ao passar pelos fios gera um campo magnético que ioniza o ar e atrai o pó em suspensão da atmosfera e da parede confinada do *drywall*. Supõe-se que seria pó gerado pela atmosfera e pelas paredes de *drywall*, que são paredes duplas com espaço central vazio. Analisamos o risco de o pó ser combustível, no entanto, o *drywall* é feito de gesso e outros aditivos e não é inflamável/combustível. Vale ressaltar que no quarto do sinistro, o painel estava afixado em parede de alvenaria e que houve uma explosão que consideramos vinda do painel de gases da UTI, dando origem ao incêndio na cama próxima, pelo espalhamento de material ígneo.



**Foto 9:** Vista interna do painel afixado em parede de drywall, com pó acumulado em torno dos fios.

#### Comentários:

- o local não foi periciado por peritos públicos oficiais (Corpo de Bombeiros e/ou Polícia Civil e/ou Defesa Civil, dentre outros). O fogo foi imediatamente controlado pelos equipamentos e pessoal do hospital. O CREA foi ao Hospital e vistoriou o local do sinistro.

- observou-se que o sinistro atingiu basicamente o painel e o leito hospitalar, causou o acionamento do *sprinkler* (que atuou e alagou o quarto). Para preservar as vidas e o patrimônio, os funcionários e a brigada de incêndio do Hospital atuaram com rapidez, usando extintores e minimizando os danos do sinistro.

### iii. Hipóteses

Todas as hipóteses foram levadas em consideração até serem descartadas por evidência, provas, ou declaração de testemunhas, para identificar o foco, origem e desenvolvimento da explosão seguida de incêndio.

Depois da análise dos dados obtidos foram relacionadas as hipóteses possíveis quanto às causas que estejam em consonância com os vestígios e com o relato dos entrevistados. Em princípio, não foi possível estabelecer qual foi o comportamento exato da explosão ou do fogo. É importante lembrar que um mesmo comportamento desenvolvido pelo calor e pelas chamas pode admitir sempre mais de uma possibilidade de causa ou somatório dessas.

De todos os pontos possíveis de início do incêndio só encontramos um único foco e nesse local buscamos as evidências das possíveis causas (curto circuito, falhas mecânicas, elemento ígneo interno ou externo, etc.), e foi identificado que o caminho tomado pela explosão e logo depois pelo fogo foi do painel para a cama, onde foi extinto rapidamente.

Inicialmente levantamos os conceitos, tipos e causas genéricas de uma explosão acompanhada ou não de incêndio.

Verificou-se em outros leitos de UTI's vazamento nas tubulações dos gases medicinais, que poderia ser devido a uma válvula com vazamento ou mangueira partida, solta ou furada. Em local mal ventilado, sem arejamento ou num espaço confinado, a concentração de oxigênio pode aumentar rapidamente a um nível perigoso. As principais causas que destacamos desse evento (explosão seguido de pequeno incêndio) são o uso de oxigênio próximo à eletricidade desse painel e em outros leitos das UTI's.

Para efeito de análise desenvolvemos estudos e pesquisas baseadas em hipóteses excludentes:

### **Hipótese A** – O incêndio começou de fora para dentro do painel

Consideramos o ambiente no entorno do leito da UTI já descrito (sem presença humana ativa, pois o paciente estava dormindo e a enfermaria em *standby*) sem calor, vapores volatilizados, cigarros, ligação de celulares ou outras fontes de ignição como fagulha, centelha, faísca ou chama, mesmo que pontuais. Estas fontes de ignição poderiam desencadear o descrito "lampejo" ou faísca ou atingir o ponto de fulgor (menor temperatura pela qual um combustível libera vapor em quantidade suficiente para formar uma mistura inflamável por uma fonte externa de calor). Assim, não conseguimos observar uma fonte de ignição exterior ou na sala da UTI.

Na hipótese de uma destas condições ter existido a explosão e princípio de incêndio seria em ambiente aberto. Admitindo-se que uma ação humana tenha conectado carga às tomadas (gerando ignição) como, por exemplo, uma ligação de celular, de interruptores de iluminação ou interruptor de emergência, acionando isqueiro ou, ainda, ligando acidentalmente um dos equipamentos encontrados no local do incêndio, teríamos essa condição satisfeita. Seria então um cenário ou hipótese de explosão em ambiente aberto (sala da UTI).

Contudo, para que essa condição seja satisfeita, será necessário pressupor que havia alguém ou algum equipamento externo naquela área, fato descartado pelos entrevistados e também por não haver vítima ativa (sabe-se que o paciente do leito estava dormindo e seus ferimentos foram por calor no colchão e não pela explosão).

A explosão em ambiente aberto deixaria uma vítima, a pessoa ativa, que estaria em pé próxima ao local, e seria a primeira atingida pelos destroços verificados no local, se machucando, fato que não ocorreu. Além de deixar todo o quarto chamuscado, empretecido pela combustão ou explosão. Não foi o que encontramos.

O encontrado no local do sinistro foi a parede onde a régua estava afixada chamuscada e com fortes indícios de que a explosão foi interna ao painel.



**Foto 10:** Painel retirado mostra a parede chamuscada por dentro.

É sabido que a partir dessa suposta hipótese de ignição/explosão o fogo somente se sustentaria se além de oxigênio presente, houvesse combustível disponível para dar prosseguimento ao princípio de incêndio. O combustível nesse caso foi a espuma do colchão casca de ovo.

Na hipótese de o foco do fogo ser de origem externa deveria chamuscar toda a parede em volta do painel, destruir a pintura do painel e de suas partes plásticas, pintura em esmalte, descolorindo e deformando bem mais que outros locais ou pontos, fatos não observados no local (vide foto 10 acima).

Nesta hipótese constata-se que os equipamentos e fios no interior do painel teriam queimado bem menos se a fonte do calor fosse de fora para dentro.

Assim fica totalmente descartada a hipótese de fogo externo para dentro do painel.

### **Hipótese B** – O incêndio começou de dentro para fora do painel

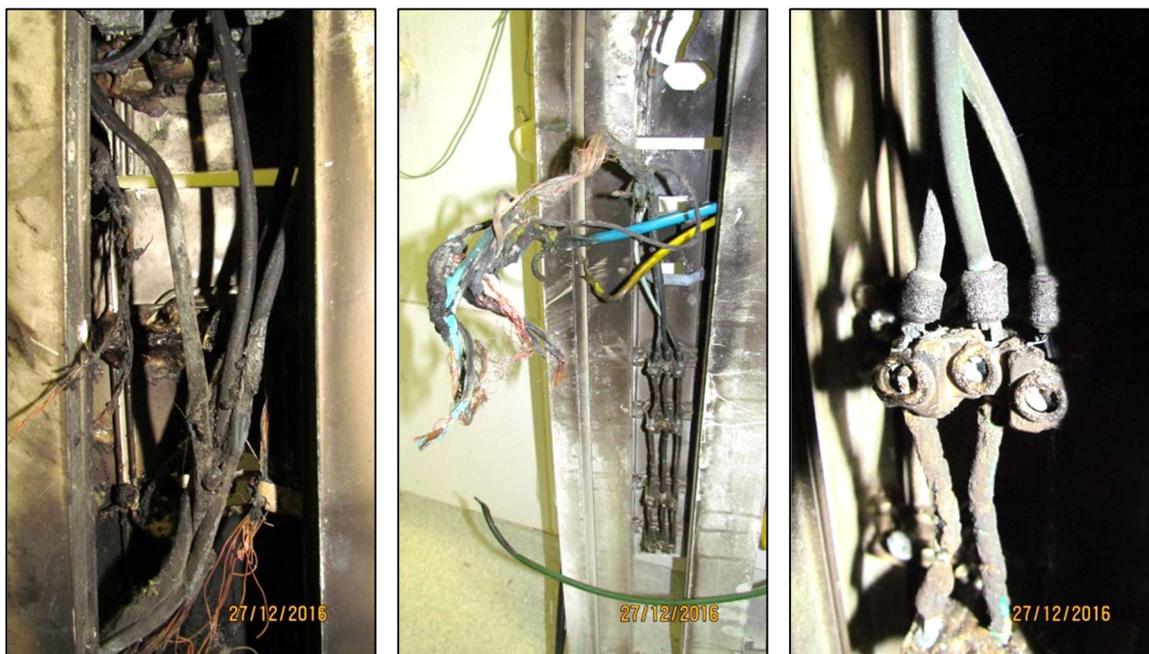
Nesta segunda hipótese formulada, admite-se que foi um vazamento de oxigênio que ficou confinado no painel e, em contato com a instalação elétrica deste (tomadas, interruptor de iluminação, fiação plástica ou interruptor de emergência), produziu faísca ou calor, causando a explosão em contato com o oxigênio.

A fonte de ignição poderia ser um curto circuito (contato entre fios). Para provar ou descartar essa causa de curto circuito, procurou-se no local da ocorrência a existência de cobre fundido em fiação e cabeamentos, sob a forma de gotas ou pérolas, em áreas localizadas internas e externas ao painel, principalmente nas proximidades das tomadas, conectores, ligações, interruptores, fios, e/ou interruptores de emergência, dentre outros. Verificamos que os fios nestas regiões apresentam isolamentos queimados, mas os terminais não estavam fundidos ou arredondados (em gotas ou pérolas, como consta na literatura específica para evidenciar a ocorrência de curtos-circuitos) nos locais vistoriados.

Sabendo-se que não havia pessoas manipulando nenhum equipamento desse painel consideramos que algum ponto da tomada estava com aquecimento e em contato com o oxigênio (escapando do conector) confinado em alta concentração (99%) desencadeou a explosão.

#### **Dinâmica e evolução da hipótese B:**

1) O calor da explosão causou diversos pontos ígneos e espalho-os causando um princípio de incêndio externo que, com o calor, removeu o isolamento dos fios, pois não se observa o curto circuito entre condutores periciados pontualmente, nos dispositivos e nem na fiação. Cumpre-nos esclarecer que a suposição de que não houve curto-circuito aparente na fiação, não ilide a possibilidade do funcionamento dos equipamentos terem aquecido a fiação ou outras partes existentes no interior do painel ou causado faíscas por mal contato. Soube-se que em outros locais do Hospital já foi detectado este aquecimento. Vide fotos ilustrativas dos fios do sinistro abaixo.



**Fotos 11, 12 e 13:** Vista do cabeamento elétrico danificado pelo calor de fora para dentro do fio.

2) Verificamos a condição das caixas de controle, dos cabeamentos, da fiação, das luminárias internas e externas visando buscar onde ocorreu o foco inicial que deu origem à explosão/incêndio. Caso fosse o elemento ígneo – foco do incêndio - esse ponto deveria ser significativamente diferente dos demais que foram queimados, o que não foi verificado.



**Fotos 14 e 15:** Vista de fiação queimada de fora para dentro do fio.

3) Supondo-se que a explosão/incêndio fosse externa, os pontos observados e todos os outros locais próximos verificados no interior do painel e região interna deveriam apresentar o mesmo perfil, fato não constatado. Observa-se que uma das tomadas foi onde se obteve mais calor e ela apresenta aspectos distintos das demais partes próximas. Assim admite-se que o sinistro teve foco próximo à área de tomadas elétricas (abaixo do painel), porém não se originou de curto-circuito, pois o calor no isolamento dos fios demonstra que veio de **fora para dentro do fio**.



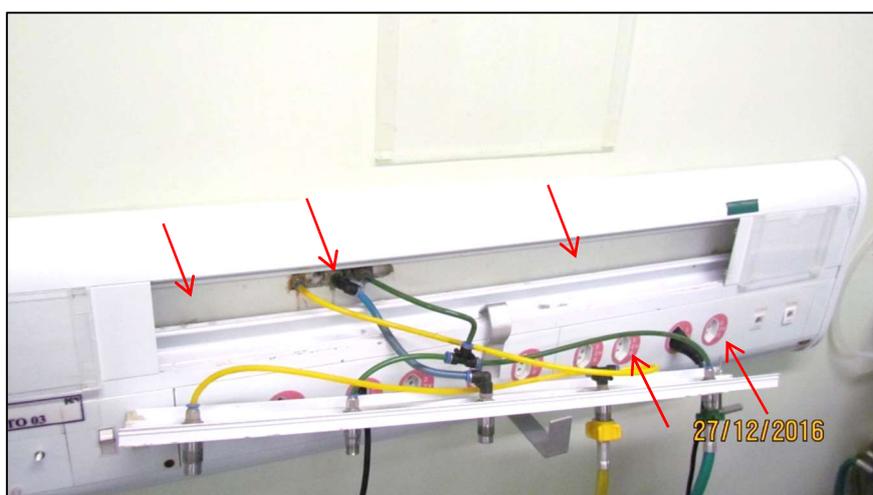
**Foto 16:** Painel do quarto da UTI onde ocorreu o sinistro. Vista do foco da explosão próximo à área de tomadas elétricas. Nem toda a área externa do painel está chamuscada. Prova que a explosão foi de dentro para fora.

Assim conclui-se que, provavelmente, havia oxigênio confinado e em grande concentração (99%) dentro do painel (que NÃO é hermeticamente fechado), e que, com uma faísca da ligação automática do monitor ou do calor produzido pelo consumo normal do aparelho ligado na tomada desse painel (monitor, leito, etc.) do paciente, tiveram o efeito ígneo produzindo a explosão e que, a partir do lançamento de resíduos incandescentes, originou o princípio de incêndio no colchão casca de ovo.

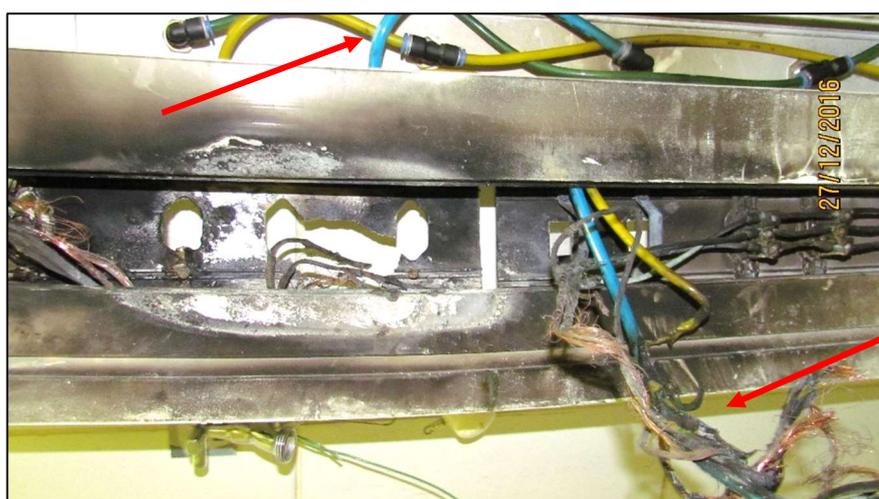
#### iv. Causas Prováveis

Neste estudo de caso, como foi executado pelos autores deste trabalho, temos a oportunidade de mencionar certos fatos que nos direciona com grau de certeza muito alta sobre as hipóteses e a causa mais provável.

Na vistoria foram verificados diversos painéis com **espaços confinados** entre gases e eletricidade (foto 17). Sabe-se que alguns dos incidentes mais graves de oxigênio relatados envolveram vazamentos de mangueiras soltas, furadas, danificadas, sempre em espaços confinados e com presença de pontos de ignição (eletricidade ou outros). Quando o risco de enriquecimento de oxigênio é alto, como em espaço confinado ou lugares com pouca ventilação, o uso de equipamentos de monitoramento de oxigênio ambiental é aconselhável e, dependendo da operação industrial, exigível.



**Foto 17:** Vista de tubulação de gases e tomadas elétricas muito próximas. Mostra espaço confinado, porém não hermeticamente separados.



**Foto 18:** Observe os tubos flexíveis derretidos e os fios derretidos, todos no mesmo compartimento. No compartimento de cima os engates rápidos e fios azul e amarelo estão intactos.

#### 4. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

As normas ABNT citadas neste trabalho e na bibliografia não estão sendo seguidas. Fica clara a falta de separação física entre as tomadas de eletricidade e as saídas dos gases medicinais, especialmente o oxigênio a 99%.

Assim, conclui-se indubitavelmente que esses painéis em uso atualmente na maioria dos hospitais do país devem ser refeitos para estar conformidade com a referida norma.

Este trabalho mostra e prova que as régua são inadequadas, não conformes e podem ser retiradas sem nenhum prejuízo do trabalho médico ao tratamento dos pacientes. Basta instalar as tomadas e os engates rápidos nas paredes. Mostra também que a presença de tomadas de energia ao lado de gases medicinais como oxigênio, em espaços confinados, pode causar explosão com princípio de incêndio.

As normas reguladoras da ABNT demandam que as régua de cabeceira ou painel, sejam instaladas em compartimento fisicamente separados, por vedação hermética das instalações elétricas. Os compartimentos frontais devem apresentar abertura para arejamento em caso de vazamento dos gases.

A régua ou painel de cabeceira, na sua maioria, não segue a norma da ABNT NBR 12188 posto que no item 5.5.7 diz:

*“No caso de uso de painéis de cabeceira (régua) ou colunas (retráteis ou fixas), os sistemas de gases medicinais devem ser instalados em **compartimentos fisicamente separados, por vedação hermética, das instalações elétricas**. Os painéis frontais devem apresentar **abertura para arejamento** permitindo, em caso de vazamento, o escape do gás para o ambiente.”*

*Grifo nosso.*

O cenário abaixo pode ser recriado a qualquer momento em qualquer quarto de hospital no mundo, se as condições descritas ocorrerem ao mesmo tempo ou no mesmo momento.

- ✓ Presença de oxigênio 99% (vazamento)
- ✓ Espaço confinado (régua)
- ✓ Temperatura alta ou calor ou faísca (tomada)

O oxigênio é altamente explosivo na concentração de 99%, bastando para isto haver uma fonte de calor ou faísca. Vide FISPQ da IBG que cita: “**...pode explodir sob ação do calor**”.

Fica claro que o painel utilizado no Hospital do estudo de caso, nos leitos da UTI e outros leitos, não tem vedação hermética e estanque. Dependendo da parede, se de alvenaria ou de *drywall*, as instalações da saída de gases medicinais e das tomadas, estão no mesmo compartimento ou em compartimentos separados. Mesmo no de compartimento separado, o painel não tem vedação hermética, **nem entre os dois compartimentos, nem entre o compartimento e a parede**. Em ambas as configurações de montagem, qualquer vazamento de oxigênio irá colocar os fios em contato com o oxigênio 99%, criando uma condição insegura e uma não conformidade com a norma NBR 12188.

Para a solução ou eliminação da condição insegura, o painel teria que ser vedado hermeticamente entre os dois compartimentos e na montagem vedar o painel com a parede. Para eliminar o espaço confinado, a norma deve ser seguida e os painéis frontais, do compartimento de gases, devem ter aberturas para o arejamento em caso de vazamento.

A recomendação de forma a mitigar ou eliminar as causas deste tipo de sinistro, e evitar a recorrência, é a eliminação de um dos três elementos que causaram a explosão. De forma a eliminar as condições inseguras e as não conformidades com alto grau de segurança, adequando 100% as normas, recomendamos retirar o painel da parede ou alterar o projeto do painel de cabeceira. **O projeto do painel disponível hoje no mercado, não é seguro e não está em conformidade com a norma NBR 12188.**

Em paralelo às recomendações acima, recomendamos também:

- 1) Revisar e adequar as instalações dos painéis ou régua nas paredes de alvenaria, à norma NBR 12188, colocando as tomadas separadas da entrada dos gases.
- 2) Furar a parte frontal dos painéis de gases (parte superior) para arejar o espaço confinado em caso de vazamento.
- 3) Adequar as conexões dos tubos flexíveis colocando curva de 90° onde for necessário para não haver dobra nem tensão nos tubos.
- 4) Fazer testes periódicos de vazamentos.
- 5) Fazer testes periódicos de temperatura e de aperto de parafusos das régua de tomadas para evitar aquecimento.

Outro item que deve ser mencionado e analisado com mais detalhes é o material do colchão “casca de ovo”. A espuma de poliuretano é altamente inflamável e libera gases tóxicos como HCN (gás cianídrico). Recomendamos avaliar a troca deste material para espuma retardante de chama e de material (espuma) que não libere gás cianídrico.

De forma sumária:

**“A condição insegura do painel atual e não conforme, continua presente nos hospitais e ambulatórios no Brasil e no mundo, podendo ocorrer sinistro similar a qualquer momento.”**

## 5. BIBLIOGRAFIA

- PERICIAS DE ENGENHARIA – A apuração dos fatos - autora Simone Deutsch - editado pela LEUD em 2011.
- SISTEMAS DE GESTÃO DE RISCOS – Princípios e Diretrizes – autor Giovani Moraes editado pela GVC em 2010.
- GERENCIAMENTO DE RISCOS Baseado em fatores humanos e cultura da segurança – autor Geraldo Portela da Ponte Junior editado pela Ed. Campus em 2014, dentre outros.
- IBG Indústria Brasileira de Gases. **Ficha de Informação de Produtos Químicos - FISPQ**. Oxigênio Comprimido. São Paulo, 2015, 11 p..
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12188**. Sistema centralizado de oxigênio, óxido nítrico e vácuo para uso medicinal em estabelecimentos assistenciais de saúde. Rio de Janeiro, 2002, 25 p..
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13756**. Perícias de engenharia na construção civil. Rio de Janeiro, 1996, 8 p..
- [www.abnt.org.br](http://www.abnt.org.br)
- [www.google.com.br/maps](http://www.google.com.br/maps)
- [www.ibape-sp.com.br](http://www.ibape-sp.com.br)
- [www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/](http://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/)
- [www.sobrea.org.br/novo/legislacao/normas](http://www.sobrea.org.br/novo/legislacao/normas)
- [www.ibapebahia.org.br](http://www.ibapebahia.org.br)
- [www.avaliacaoepericias.com.br](http://www.avaliacaoepericias.com.br)
- [www.piniweb.com.br](http://www.piniweb.com.br)
- [www.creaba.org.br](http://www.creaba.org.br)
- Especificações Técnicas dos engates rápidos - Engate Rápido Parker - Linha SK