

Congresso ABRISCO 2017

Análise do Impacto da Baixa Confiabilidade Operacional nos Indicadores de Energia de uma Refinaria de Petróleo

José Filipe Michel Gagliano Ferreira, Carla Vanessa Maia Galvão, Jean Marcel Prazeres Silva, Salvador Ávila Filho
Universidade Federal da Bahia

RESUMO

A rotina diária da operação industrial não consegue relacionar a perda de energia com a parada da planta. Essa dificuldade faz com que pequenas paradas ou grandes eventos não tenham uma percepção quantitativa dos custos de produção e ambiental (emissão de CO₂). Sendo assim, considerando o atual cenário de restrições para o uso de energia não renovável e a indisponibilidade de água/energia, é essencial que o padrão operacional esteja focado na minimização da perda de energia. Os desdobramentos de uma parada não programada em sistemas de alta complexidade (interligações com diversas unidades da planta) podem resultar em um gasto de energia pelo tempo necessário para retorno de operação após parada da unidade/planta. No caso das refinarias de petróleo, que apresentam atividades altamente intensivas em energia (térmica e elétrica) e, conseqüentemente, alta emissão de CO₂, propõe-se neste trabalho estabelecer uma metodologia que seja capaz de relacionar a baixa confiabilidade operacional nos indicadores de desempenho energético. A aplicação desta metodologia poderá sugerir quais foram as ações durante a parada de planta que provocaram a perda de controle do indicador. Nesse contexto, este trabalho visa estabelecer uma relação entre o consumo de energia e a confiabilidade operacional para avaliar o cenário de parada não programada em uma aplicação na indústria de refino de petróleo. Para alcançar este objetivo será necessário: (0) definir confiabilidade em energia; (1) identificação de área de estudo baseado na disponibilidade de informação e no impacto em energia e confiabilidade; (2) identificar período para investigação de um ano onde ocorreram paradas não programadas; (3) identificar o desempenho na produção durante o mesmo período; (4) identificar o consumo de potência e vapor para análise de consumo de energia; (5) estabelecer premissas para cálculo em confiabilidade e energia; (6) calcular o indicador e discutir com recomendações e conclusões. A aplicação desta metodologia revelou que em um cenário com cinco eventos de parada de planta (unidade de FCC) houve um impacto de quase 2% de perda de energia (vapor e potência). Este resultado sugere que a baixa confiabilidade operacional é um importante fator nos indicadores de energia.

Palavra Chave: Confiabilidade, Energia, Processo de Refino

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de novos processos, aumento do mercado consumidor e a globalização do mesmo, contribuíram para o aumento das instalações e exigiram que os equipamentos também assumissem dimensões cada vez maiores. Tais modificações associadas ao alto grau de interligações entre unidades (trocas de subproduto e energia) tornaram as condições de operação mais severas e complexas. Esses fatores resultaram em um maior potencial de perda - tanto humana como econômica.

Essas perdas podem ocorrer de diversas maneiras. Nas indústrias de alto risco o principal impacto é o acidente (explosões, incêndios, liberação de nuvens tóxicas, etc.), que geralmente decorrem da perda de contenção das barreiras de proteção. Porém a perda devido à baixa confiabilidade operacional (atrasos no comissionamento, paradas não programadas, falta de boas práticas operacionais, entre outras) também é importante. Assim, caso seja levado em consideração toda a conjuntura da organização, além das perdas de qualidade, de materiais, de patrimônio e humana, os eventos podem ocasionar outras perdas como a de energia, de tempo e de imagem.

Os novos desafios (condições de operação e restrições de matéria-prima e ambientais) fizeram com que as indústrias reexaminassem sua abordagem em perda. Segundo [1], o cenário mundial tem mudado drasticamente em função das questões ambientais (emissão de GEE, escassez de água e crise energética).

Sendo assim, considerando o atual cenário de restrições onde questões como os impactos do uso de energia não renovável, disponibilidade de água e energia estão intimamente relacionados, é essencial que o padrão operacional atual e futuro esteja focado na minimização da perda de energia. Os desdobramentos de uma parada não programada (PNP) em sistemas de alta complexidade (interligações com diversas unidades da planta) podem significar um gasto de energia devido ao tempo necessário para sair de uma condição de parada até alcançar a estabilização da unidade/planta.

Os efeitos de uma PNP são diversos e depende de como e onde as falhas se manifestam. Em sistemas onde existe alta interligação entre e dentro de unidades, as interrupções na operação nem sempre acarretam na parada de todos os equipamentos. A depender da gravidade que levou a uma PNP, do tempo necessário para retomada e estabilização da produção, uma parte dos equipamentos auxiliares pode continuar operando. Até mesmo alguns equipamentos principais podem ser mantidos em operação visando o retorno mais rápido da operação. O consumo de energia neste período deve ser contabilizado como perda.

No caso das refinarias de petróleo, que dispõem de processos com alta demanda energética e que ainda conta com elevado consumo de combustível fóssil, existe uma grande preocupação com a questão da emissão de CO₂. De acordo com [2] o setor de refino ocupa o terceiro lugar no ranking de emissão de GEE, ficando atrás apenas do setor de produção de energia e a indústria de cimento. Portanto, considerando a restrição do uso de água, a tendência mundial para precificação do carbono e as políticas atuais de eficiência energética, sugere que as tomadas de decisão como foco apenas na produção não serão suficientes para garantir o funcionamento das instalações. Assim, o estudo do impacto da baixa confiabilidade operacional no consumo de energia ganha um amplo terreno para o debate.

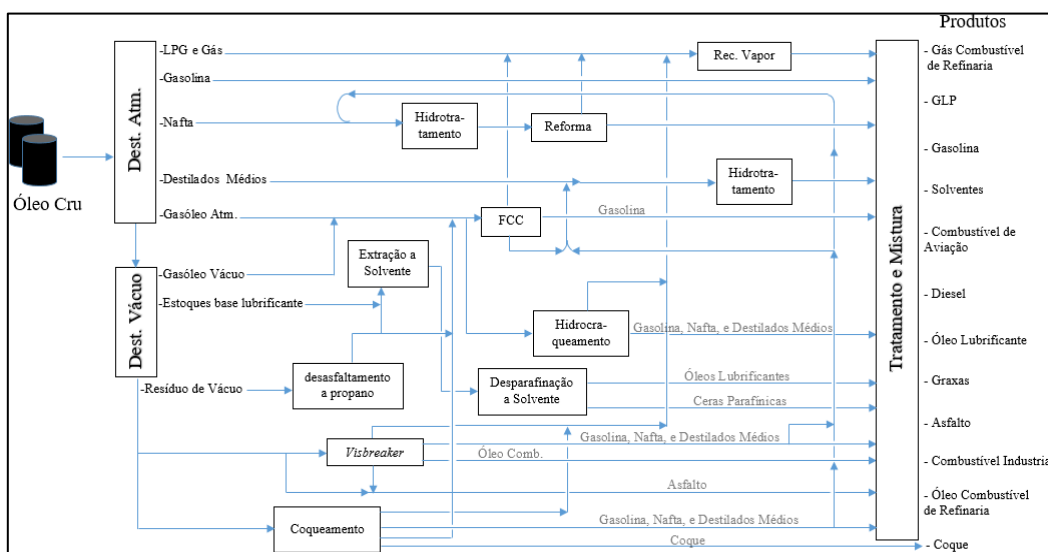
OBJETIVOS DO TRABALHO

Este trabalho visa estabelecer uma relação entre o consumo de energia e a confiabilidade operacional para avaliar o cenário de parada não programada em uma aplicação na indústria de refino de petróleo. Para alcançar este objetivo, será necessário estabelecer novos conceitos em confiabilidade com foco em energia. O conceito tradicional de confiabilidade, seja ele de sistema técnico ou humano, está relacionado com probabilidade. No entanto, este trabalho apresentará uma aplicação de equivalentes-dias de “perda” de energia devido a parada de produção para construção de um novo indicador. O objetivo deste trabalho é elaborar os conceitos de confiabilidade em energia e aplicar em forma de exercício em uma unidade industrial citada através de artigos.

A QUESTÃO ENERGÉTICA NA INDÚSTRIA DE REFINO DE PETRÓLEO

As refinarias de petróleo são instalações industriais que gerenciam grandes volumes de matéria-prima e de produtos através de seus variados processos físico-químicos. O nível de complexidade da planta depende da combinação e sequência de processos que são muito específicos às características da matéria-prima e da demanda do mercado. Em uma refinaria é comum uma saída de um processo ser alimentada de volta ao mesmo processo, alimentada a um novo processo, a um processo anterior e/ou combinada com outras saídas para formar produtos acabados [3]. A Figura 1 traz um esquema geral de uma planta de refino onde se pode verificar o nível de interligações entre unidades.

Figura 1 – Fluxograma de processo de refino e fluxo de produto



Fonte: Adaptado de [3]

A energia é um insumo básico importante para qualquer organização e um fator de custo para a indústria em geral. No Brasil, segundo os dados do Ministério de Minas e Energia [4], o setor industrial é o maior consumidor de energia do país, respondendo por 33,9% de todo o consumo final. Em países altamente industrializados, como os Estados Unidos, a participação do setor industrial permanece por volta de um terço da energia usada no país [5], sendo que, no setor de manufatura, a indústria de refino é a maior consumidora de energia, seguida pelas indústrias química e de papel.

O uso de energia nas refinarias varia ao longo do tempo devido a mudanças no tipo de processamento do óleo bruto, no mix de produtos, na complexidade da refinaria, bem como de acordo com as exigências de melhor qualidade dos produtos (teor de enxofre dos produtos finais, por exemplo). Além disso, fatores operacionais como a utilização da capacidade, práticas de manutenção, bem como a idade do equipamento, afetam o desempenho no consumo de energia em uma refinaria de ano para ano [6].

As formas de energia utilizadas na indústria são o calor e a eletricidade. O calor é a principal fonte de energia para os mais variados processos na planta de refino, sendo obtido diretamente por aquecedores e fornos – através do consumo de óleo combustível e gás (de refinaria, natural, outros), ou indiretamente através do vapor. O vapor, por sua vez, é geralmente produzido dentro das instalações e tem aplicação em toda refinaria. Além do seu uso para aquecimento, as outras aplicações para o vapor são: a propulsão (força motriz) para funcionamento de equipamentos e produção de energia elétrica; a atomização para separação mecânica de fluidos em alguns queimadores; para higiene de superfícies; e é consumido em alguns processos. Estima-se que 30% de todo o uso de energia dentro das refinarias dos EUA é usado na forma de vapor [6].

A geração do vapor pode ser através da recuperação de calor residual de processos, cogeração (sistema combinado de calor e potência) e caldeiras. Em refinarias mais modernas, o vapor será gerado por todas as três fontes, enquanto algumas refinarias (menores) podem não ter o equipamento de cogeração instalado. Apesar do importante papel do vapor no processo de refino, a escolha do seu uso e produção devem ser cuidadosamente avaliadas. Assim como qualquer outro insumo, há um custo (econômico e ambiental) atrelado a sua geração/utilização.

Já a eletricidade é principalmente gerada em turbinas com vapor de alta pressão, mas também pode ser produzida em turbinas a gás e/ou comprada diretamente da rede. É comum que a produção de energia elétrica supere a demanda nas plantas de refino, nesses casos o excedente é vendido para o sistema público de distribuição. A energia elétrica é principalmente usada como força motriz de bombas, compressores, sistemas de controle, válvulas, etc.

A grande quantidade de volume de petróleo processado torna este setor um dos maiores em demanda de energia. Dada à grande demanda e da diversidade de fontes, a energia é um importante fator de custo podendo representar 50% dos custos operacionais [6]. Essa expressiva participação da energia no caixa das empresas justificam os intensos investimentos que são destinados nessa área e revela-se como uma

oportunidade importante na redução de perdas.

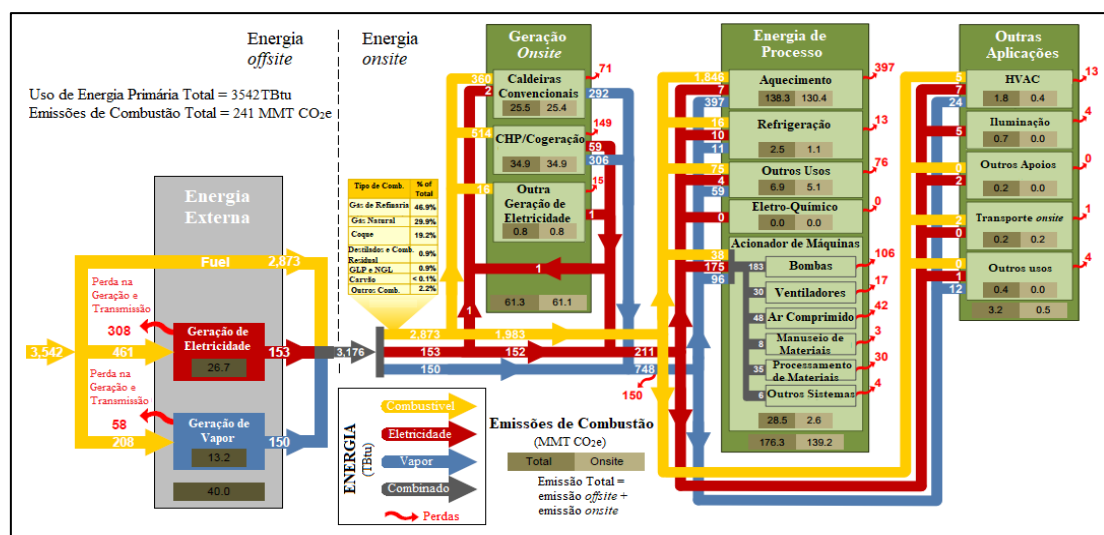
As refinarias brasileiras e americanas possuem um potencial de economia de energia a curto e médio prazo variando entre 10-20% [2]. Para as refinarias de petróleo brasileiras, os autores apresentam duas alternativas: a redução do uso de energia primária e a implementação de tecnologias não hidrogênicas para remoção de enxofre. As áreas como melhores oportunidades [6]: utilidades (30%), aquecedores a vapor (20%), otimização de processos (15%), trocadores de calor (15%), motores (10%) e outras áreas (10%). Por outro lado ainda existem alguns fatores relacionados à qualidade da matéria-prima e dos produtos finais com impacto direto na emissão de poluentes e no aumento da demanda energética. Neste sentido, [7] destacam os principais pontos como sendo:

- Tendência mundial para o processamento de óleos mais pesados e qualidade mais baixa, enquanto as especificações para destilados médios e gasolina para motores estão se tornando mais rigorosas. Esses dois fatores aumentam o uso de combustíveis fósseis e, portanto, as emissões de CO₂ (aproximadamente 7-15% do óleo cru de entrada é usado como energia para o fornecimento de calor).
- A especificação mais rigorosa de produtos (por exemplo, diesel com baixo teor de enxofre) implica obrigatoriamente na inclusão de novas unidades – como a de hidrotratamento, a de geração de hidrogênio, e de novos subsistemas – como os de tratamento de efluentes. Neste caso, a demanda de produtos com melhor qualidade aumenta a intensidade energética e contribui na emissão de CO₂.

CARACTERIZAÇÃO DO PERFIL DE CONSUMO E PERDAS DE ENERGIA

O Departamento de Energia Americano elabora periodicamente um informe sobre o perfil do uso de energia e emissão de CO₂ do setor de manufatura norte-americana seguindo o Sistema de Classificação da Indústria da América do Norte (*North American Industry Classification System – NAICS*), entre os quais encontra-se a indústria de refino de petróleo. Este documento serve como base para a caracterização do fluxo de energia, bem como as emissões de carbono, desde a geração ao uso final. O perfil de energia e de emissões do setor de refino do ano de 2010 divulgado por essa agência do governo americano está esquematizado na Figura 2.

Figura 2 – Fluxo total de energia e emissão de CO₂ do setor de refino



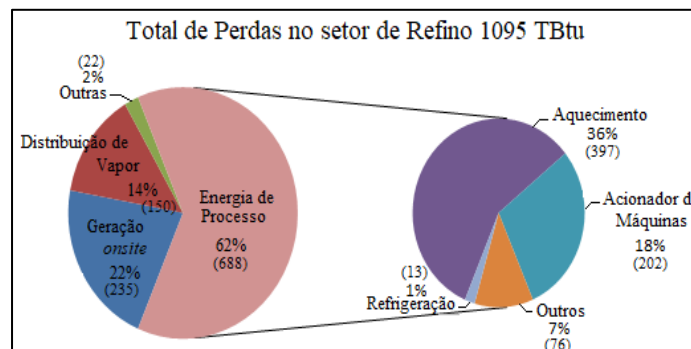
Fonte: Adaptado de [8]

Na Figura 2, pode-se verificar que existem basicamente três tipos de energia: combustível, vapor e eletricidade. Porém, a grande questão da matriz energética das refinarias é que a base do consumo de energia está nos combustíveis fósseis – seja diretamente através do consumo nos processos de aquecimento, ou indiretamente através da queima de combustíveis para geração de energia secundária como o vapor e eletricidade. O uso direto de combustível corresponde a aproximadamente 55% (1983 TBtu) de toda a

energia primária (3452 TBtu). Aproximadamente 80% (598 TBtu) de todo o vapor consumido é produzido *onsite* em unidades de CHP ou em caldeiras convencionais – quase 50% cada. Já a energia elétrica tem participação discreta no total de energia *onsite* consumida, representando apenas 5% (153 TBtu). A maior parte desse tipo de energia é destinada ao acionamento de motores elétricos.

Do total de energia *onsite* que é alimentada à planta (3176 TBtu), cerca de 34% (1095 TBtu) é perdida. A Figura 3 traz a caracterização dos processos envolvidos nessa perda de energia. O uso direto da energia no processo (aquecimento de processo, acionamento de máquinas, processo de refrigeração e resfriamento, e outros) é o principal contribuinte com 62%, seguido pelo processo de transformação de energia (geração de vapor e eletricidade) com 22%, e o sistema de distribuição de vapor contribuindo com 14% do total de perdas.

Figura 3 – Caracterização da perda de energia no setor de refino

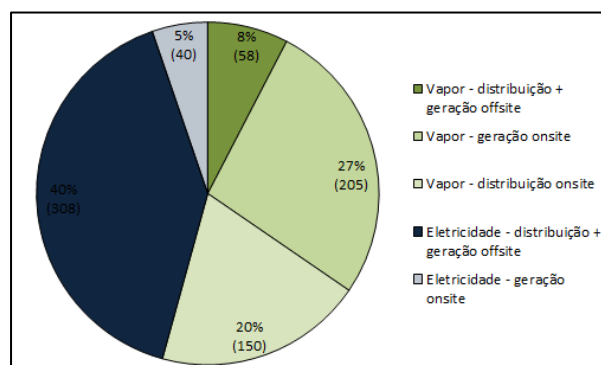


Fonte: Autores, com base em [8]

O aquecimento de correntes de processo e o sistema de geração de energia (vapor e eletricidade) juntos são responsáveis por 58% do total de perda. O sistema de aquecimento é o principal consumidor final de energia na refinaria – consome 2250 TBtu (aproximadamente 81%) do total de energia entregue para uso final de processo. A necessidade de aquecimento de grandes volumes de correntes de processo, além de outros fatores como o de segurança, custo de aquisição e manutenção, destaca a necessidade de melhor projetar e operar os equipamentos responsáveis por tal serviço (fornos e refervedores).

As formas de energia secundária (vapor e eletricidade) apresentam comportamentos distintos quando comparadas as perdas de energia *offsite* e *onsite* de cada uma delas. O vapor conta com uma perda *onsite* de mais de 71 TBtu, podendo chegar a 205 TBtu [5] ou a 355 TBtu devido a perda por distribuição. Já a perda por geração e distribuição *offsite* é apenas de 58 TBtu. No caso da eletricidade o que ocorre é o inverso, o total de perda (geração mais distribuição) *offsite* chega a ser quase oito vezes maior do que a perda *onsite*. A caracterização da perda de energia total está esquematizada na Figura 4.

Figura 4 – Perda total de energia por geração e distribuição das energias secundárias

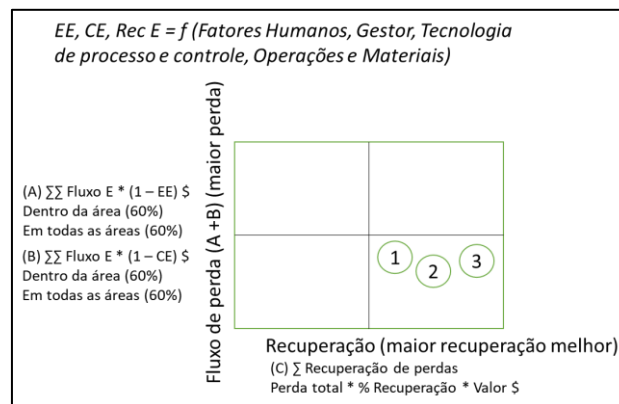


Fonte: Autores, com base em [8]

Além da perda de energia, há de se ter em conta a questão da emissão de gases de efeito estufa (GEE)

barreiras para evitar as perdas. Este valor também pode ser incrementado a partir de variantes de imagem e valor econômico incorporados.

Figura 6 – Gráfico do potencial de recuperação de energia em microprocessos



Fonte: Autores

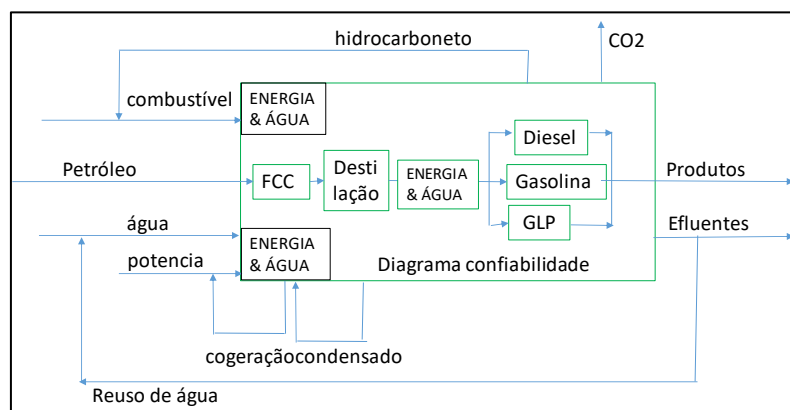
O consumo em Energia deve levar em conta o valor econômico, a energia perdida, o PCI para queima, o kW em potência, o equivalente em perda de energia nos casos de retrabalho e reprocesso, o custo ambiental-energético de emissão de CO₂ em termelétrica, entre outros fatores.

Dentre os diversos indicadores em micro e macroprocessos para a tomada de decisão estão: (1) CO₂ – perdas e valor ambiental e de energia; (2) Massa de produto e entalpia com valor econômico – MJ/h; (3) Confiabilidade em Energia (térmica e potência) – tempo equivalente de parada por uso de energia em excesso; (4) Homem Hora gasto por tonelada de produto – entalpia econômica; (5) Homem-Hora gasto por Energia (kW e Joule) – energia econômica; (6) Resíduo e Efluente equivale a Energia gasta e Massa gasta sem uso, além do valor equivalente em energia de resíduo – qualidade; (7) Reprocesso (qualidade); (8) Retrabalho (qualidade); (9) Produtividade de Máquina (confiabilidade e desempenho – Velocidade, Parada); (10) Produtividade de Homem (confiabilidade e desempenho – Velocidade, Parada); (11) Perda de Energia por Decisão incorreta no PCP, no STAFF e na Gestão.

Definição de Confiabilidade em Energia

Cada indústria participante da cadeia de suprimento possui consumo de energia e perdas, sendo necessário os calculos e monitoramento. Os indicadores de energia e água investigados compõem 60% dos impactos nas perdas. Na indústria de refino sugerimos estudar os microprocessos e a resultante de indicadores nas principais unidades: FCC, Destilação, Diesel, Gasolina, GLP, Sistemas Térmicos (caldeira, forno e resfriamento). É necessário calcular a confiabilidade em energia final a partir destes microprocessos.

Figura 7 – Consumos e perdas de energia e água nas principais unidade de refino



Fonte: Autores, com base em [10]

A definição de confiabilidade em energia então se refere a dias de parada ou redução de produção que equivale a consumo duplicado de energia. Estes dias de parada ou equivalente se referem a: (1) paradas por planta que continua gastando potência de motor e vapor e condensado levando a dias de perda de energia, equivalente em confiabilidade CE falha; (2) redução de velocidade de produção por planta que equivale a dias de parada 100% e que continua gastando potência de motor e vapor e condensado levando a dias de perda de energia, equivalente em confiabilidade CE desempenho.

O diagrama de confiabilidade de energia para definir a confiabilidade do sistema equivalente a 60% do fluxo de energia. A análise das oportunidades nas áreas de perdas sempre utiliza como referência o diagrama de pareto baseado na visão econômica de que 80% dos impactos estão em 20% das oportunidades. No caso do assunto perda de energia resultante da baixa confiabilidade, onde as investigações ainda estão no início, existe muito campo de pesquisa com possibilidade de recuperação de energia, sendo portanto difícil utilizar a mesma premissa de pareto (relação 80-20). Assim, a expectativa de que 20% dos eventos atinja 80% dos impactos foi reduzida para 60% dos impactos, compondo a relação 60-20. A partir desta estimativa torna-se possível definir critérios de manutenção de consumo em caso de parada ou de redução de produção. A equação que descreve o cálculo da confiabilidade em energia é a seguinte:

$$\text{Confiabilidade em Energia} = \frac{365 - (\text{CEeq-P} + \text{CEeq-E} + \text{CEeq-Bd})}{365} \times 100 \quad \text{Equação (1)}$$

Onde,

CEeq-P = Equivalente dias de Consumo de Energia durante parada da unidade;

CEeq-E = Equivalente dias de Consumo de Energia na estabilização da unidade;

CEeq-Bd = Equivalente dias de Consumo de Energia com unidade operando em baixo desempenho.

METODOLOGIA

Esta metodologia pretende sugerir um programa de ações a serem executadas antes e durante a parada (ou redução de carga) de planta industrial para evitar a perda de controle do indicador, confiabilidade em energia. Este trabalho estabelece uma relação entre o consumo de energia e a confiabilidade operacional para avaliar o cenário de parada não programada em uma aplicação na indústria de refino de petróleo. Para alcançar este objetivo será necessário:

- 1) Identificar a área baseada na disponibilidade de informação e no impacto em energia e confiabilidade;
- 2) Identificar período para investigação (mínimo de um ano) onde ocorreram paradas não programadas;
- 3) Identificar o desempenho na produção durante o mesmo período, quantidade produzida abaixo da meta;
- 4) Quantificar o consumo de potência e vapor para análise de consumo de energia;
- 5) Estabelecer premissas para cálculo em confiabilidade e energia;
- 6) Calcular o indicador e discutir com recomendações e conclusões.

APLICAÇÃO E RESULTADOS

Cálculo de Confiabilidade em Energia

Esta aplicação requer os seguintes tipos de dados: (1) confiabilidade operacional – identificação e quantificação dos dias de parada; (2) consumo de energia de potência durante operação normal (carga estabilizada); (3) consumo de energia térmica durante operação normal (carga estabilizada); (4) critérios de consumo de energia para estabelecer produção e energia após a parada; (5) critérios de consumo de energia para carga reduzida. Desses dados os itens (1) e (2) foram retirados da literatura [10, 11] e estão apresentados na Tabela 1, os outros dados foram premissas estabelecidas conforme experiência dos autores e estão apresentados na Tabela 2. A unidade de refino tomada como base foi uma unidade craqueamento catalítico (FCC) de uma instalação na África do Sul.

Tabela 1 – Dados de uma unidade craquamento catalítico

Variável	Valor
Uso de energia anual*	7,7 %
Uso de energia médio	105,5 MJ/bbl
Energia elétrica estimada	13x10 ³ Btu/bbl alimentado

*participação do consumo de energia da unidade de FCC com relação toda refinaria

Fonte: Autores, com base em [10,11]

Tabela 2 – Premissas para cálculo de confiabilidade em energia

Variável	Valor
Confiabilidade operacional	97%
Consumo de vapor durante parada*	20%
Consumo de eletricidade durante parada*	40%

*porcentagem em relação ao consumo de energia durante operação normal

Fonte: Autores

Cenário de Parada de planta – sem produção

Assim, com base nas Tabelas 1 e 2, a confiabilidade operacional da planta de 97% equivale a 11 dias de parada de planta, com estimação de cinco eventos de paradas por ano (baseada na experiência do staff da empresa – técnico de operação e engenharia). O equivalente dias do consumo de vapor e eletricidade durante parada (sem produção) são, respectivamente:

- 2,2 dias de vapor consumido sem produção (20% de 11 dias);
- 4,4 dias de eletricidade consumida sem produção (40% de 11 dias);

Cenário de baixo de desempenho

Operação com 10% a menos na carga durante 5% do tempo (18 dias no ano) mantendo o consumo original de vapor e de potência resulta em:

- 1,8 dia de vapor e energia elétrica adicional

Cenário de estabilização da unidade

Após 12 horas de parada, a retomada da produção requer um gasto de 0,5 dia de vapor, ou seja, metade das vezes que ocorreu a parada. Isto significa, 1,2 dias a mais no consumo de vapor para reiniciar o sistema de vapor e condensado.

Confiabilidade em Energia para o Vapor:

Parada – 2,2 dias

Repartida do sistema de vapor – 1,2 dias

Baixo Desempenho – 1,8 dias

$$\text{Confiabilidade em Energia}_{\text{vapor}} = \frac{365 - (2,2 + 1,2 + 1,8)}{365} \times 100 = 98,6\%$$

Confiabilidade em Energia para Energia Elétrica (EE):

Parada – 4,4 dias

Baixo Desempenho – 1,8 dia

$$\text{Confiabilidade em Energia}_{\text{EE}} = \frac{365 - (4,4 + 1,8)}{365} \times 100 = 98,3\%$$

Em um sistema ideal, isto é, sem paradas não programadas, o indicador de confiabilidade em energia será de 100%. Como este indicador está relacionado com a confiabilidade operacional, se não há paradas, logo não há gasto adicional de energia em virtude da interrupção (não levando em consideração as perdas devido ao tipo de tecnologia, transporte e produção). Neste caso, pressupõe-se que quando ocorrem paradas não programadas algum tipo de energia (elétrica, vapor, térmica) sempre será consumida para manter em funcionamento pelo menos os sistemas auxiliares, ou até mesmo os sistemas principais, para facilitar a retomada da produção. Portanto, quanto maior o afastamento da confiabilidade resultante do valor ideal, pior será o indicador.

No estudo de caso desenvolvido neste trabalho, os indicadores de confiabilidade em energia para vapor e potência apresentaram um desvio de 1,4% e 1,7%, respectivamente. Estes valores também podem ser interpretados como o percentual do consumo de energia durante a parada em relação ao consumo padrão (operação normal). Por exemplo, no caso da energia elétrica, tomando como base o valor médio estimado 13000 Btu/bbl (Tabela 1) e com um desvio de 1,7%, estima-se que o gasto em energia anual devido a paradas não programadas seja equivalente a 221 Btu/bbl.

RECOMENDAÇÕES

Para garantir as reduções dos impactos ambientais, o setor industrial, grande intensificador dos problemas ambientais, vem sendo cada vez mais responsável pela criação de programas estratégicos de energia que remova barreiras a curto e longo prazo para incremento da eficiência energética em seus processos e reduções de seus efluentes. A indústria tem ampliado as emissões dos Gases de Efeito Estufa (GEE), devido ao aumento do consumo de combustíveis fósseis, além de intensificar problemas de escassez hídrica, relacionado com o uso excessivo da água em seus processos produtivos.

Em contrapartida, faz-se necessário o apoio do governo no combate aos desperdícios e consumo excessivo dos recursos naturais. De acordo com [11], ações propostas pelo governo em conjunto com a indústria podem ser implementadas para garantir, gradualmente, mudanças na demanda de energia do respectivo setor, como: (i) instrumentos financeiros (incentivos, subsídios) e deduções de impostos sobre energia; (ii) auditorias energéticas e treinamentos e/ou informações relacionados a gestão e uso de equipamentos que consomem energia; (iii) consciência da eficiência energética como prioridade corporativa; (iv) incorporação da ideia na cultura organizacional e dos mecanismos de mudança de comportamento individual. Estes exemplos de aplicações são essenciais na implementação de melhorias e reduções de efluentes, como os GEE.

CONCLUSÃO

O cenário atual de restrições de energia e a preocupação cada vez mais frequentes quanto às questões ambientais referentes às atividades industriais fizeram com que este setor reexaminasse sua abordagem em perda, principalmente quanto a energia, frente a uma verdadeira ameaça de interrupção de operação. No Brasil, o setor industrial ainda enfrenta dificuldades quanto à disponibilidade de água e seu impacto na produção de energia. No caso das refinarias de petróleo, que dispõem de processos com alta demanda energética e que ainda conta com elevado consumo de combustível fóssil, existe uma grande preocupação com a questão da emissão de CO₂. Assim, indústrias intensivas em energia estão sendo direcionadas a introduzir a questão energética nas tomadas de decisão.

A complexidade do setor de refino caracterizada por grandes quantidades e diversidade de equipamentos, altas temperaturas, diversidades de processos que estão distribuídos em um grande espaço físico, certamente dispõem de oportunidades de economia de energia, independentemente de quão tecnológico seja. As principais intervenções no sistema para melhorar a eficiência energética geralmente estão relacionadas a questões tecnológicas e de macroprocesso como, por exemplo, o aumento do intercâmbio de calor entre fluxos de processo e uso de aquecedores ou fornos mais eficientes. Outras oportunidades de economias de energia encontram-se nos níveis mais elementares e em condições fora do padrão da normalidade da operação, isto é, nos postos de trabalho, em unidades específicas e em situações de parada de planta.

Para alcançar tal objetivo foi elaborado um conceito de confiabilidade em energia. Esta aplicação relaciona a confiabilidade operacional e o consumo de energia. A aplicação da metodologia para o cálculo da confiabilidade em energia revelou que para um cenário com cinco eventos de parada de planta (unidade de FCC) houve um impacto de quase 2% de perda de energia (vapor e potência). Este resultado sugere que a

baixa confiabilidade operacional é um importante fator nos indicadores de energia.

As limitações do indicador proposto encontra-se na disponibilidade dos dados. A quantificação da energia em níveis mais elementares e em situações fora da normalidade não costumam ser acompanhados pelas organizações. Um estudo mais detalhado requer mais esforços no monitoramento do consumo de energia (combustível, vapor e energia elétrica) nos microprocessos – posto de trabalho e nas unidades em separado.

REFERÊNCIAS

- [1] IEA - International Energy Agency. “Energy Technology Perspectives 2016 - Towards Sustainable Urban Energy Systems”. OECD/IEA (2016).
- [2] CHAN, W. N.; WALTER, A.; SUGIYAMA, M. I.; BORGES, G. C. “Assessment of CO₂ Emission Mitigation for a Brazilian Oil Refinery”. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, vol. 33, n. 04, p. 835 (2016).
- [3] BARTHE, P.; CHAUGNY, M.; ROUDIER, S.; SANCHO, L. D. “Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Refining of Mineral Oil and Gas”. Industrial Emissions Directive 2010/75/EU. Publications Office of the European Union (2015).
- [4] MME – Ministério de Minas e Energia. “Resenha Energética Brasileira – exercício de 2015”. Núcleo de estudo estratégico de energia/ MME (2016).
- [5] EIA - Energy Information Administration. “Energy Use in Industry”. U.S. Department of Energy (2014).
- [6] WORRELL, E.; GALITSKY, C. “Energy Efficiency Improvement and Cost Saving Opportunities for Petroleum Refineries: an energy star® guide for energy and plant managers”. Energy Analysis Department – Environmental Energy Technologies Division (2005).
- [7] BRANCO, D. A. C.; GOMES, G. L.; SZKLO, A. S. “Challenges and technological opportunities for the oil refining industry: a brazilian refinery case”. *Energy Policy*, vol. 38, iss. 6, p. 3098 (2010).
- [8] EIA - Energy Information Administration. “Manufacturing Energy and Carbon Footprint”. U.S. Department of Energy (2014).
- [9] DNV – Det Norske Veritas. “Global Technology Roadmap for CCS in Industry. Sectoral Assessment: Refineries”. Det Norske Veritas LTD and United Nations Industrial Development Organization (2010).
- [10] DOE – Department of Energy. “Energy Bandwidth for Petroleum Refining Processes”. Energetics Incorporated for the U.S. (2006).
- [11] BERGH, C.” Energy efficiency in the South African crude oil refining industry: drivers, barriers and opportunities”. MSc Sustainable Energy Engineering, University of Cape Town (2012).