



GRUPO DE ESTUDO DE GERAÇÃO TÉRMICA - GGT

PROGRAMA ALIANÇA: AUMENTO DE COMPETITIVIDADE POR MEIO DE AÇÕES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E QUEBRA DE PARADIGMAS

**SAMUEL MOREIRA DUARTE SANTOS(1);GEORGE CAMARGO DOS SANTOS(1);ROMILDO PEREIRA BRITO(2);PAULO AUGUSTO PEZZAN MIOTTO(3)
ELETROBRAS(1);UFCG(2);LEGASYS ENGENHARIA LTDA(3)**

RESUMO

O Programa Aliança foi implementado, pela CNI, Abrace, Procel e UFCG. Este Programa adotou acordos voluntários, iniciativa inédita no Brasil em eficiência energética, no qual as indústrias recebem consultorias para a implementação de medidas de eficiência energética. Participaram deste Programa 12 plantas industriais. Desse modo, houve a quebra de diversos paradigmas, tratando de soluções não só voltadas para sistemas motrizes, mas também para sistemas térmicos como também fez a sinergia entre a academia e a indústria. Além disso, conseguiu conciliar sua atuação em grandes consumidores, na fonte de maior potencial (térmica) e nos processos energointensivos. Em termos de resultados o Programa proporcionou uma economia de energia superior a 175 GWh.

PALAVRAS-CHAVE: Eficiência energética, processos industriais, sistemas térmicos, indústrias energointensivas e academia.

1.0 INTRODUÇÃO

A eficiência energética no setor industrial passou a ser considerada uma das principais funções a partir da década de 1970. Desde então, o mundo reduziu seu consumo de energia utilizando eficiências mais altas, enquanto continua crescendo economicamente, e começou a perceber a importância de proteger o meio ambiente. O desenvolvimento industrial em todo o mundo resultará em mais uso de energia e levará a mais concentração de gases de efeito estufa. Hoje em dia, as preocupações ambientais, emissões de carbono e escassez de recursos energéticos não renováveis, por exemplo, persuadem os governos a desenvolverem políticas públicas de eficiência energética para setores de uso intensivo de energia.

O setor industrial consome aproximadamente 36% da energia no mundo (1). No Brasil, o setor industrial, nos últimos 12 meses, foi responsável exatamente pelos mesmos 36% do consumo de energia (2). Em 2006, cinco subsetores industriais respondiam por 68% de toda a energia usada no setor industrial: produtos químicos (29%), ferro e aço (20%), minerais não metálicos (10%), celulose e papel (6%) e metais não ferrosos (3%). Essas indústrias emitem grandes quantidades de dióxido de carbono, relacionadas tanto ao uso de energia quanto aos processos de produção (3). Portanto, torna-se natural que a maioria dos países desenvolvidos ou em desenvolvimento implementem projetos de eficiência energética direcionados ao setor industrial e mais especificamente ainda para as indústrias energointensivas.

O objetivo deste Informe Técnico é mostrar as quebras de paradigmas do Programa Aliança como uma contribuição para novas ações de eficiência energética e conservação de energia com o foco na sinergia utilidade-processo. O Informe Técnico foi organizado com seis seções divididas em uma introdução, três seções de desenvolvimento, uma conclusão e, por fim, as referências utilizadas. Na seção 2, foi realizada uma revisão da literatura para demonstrar o estado da arte nessa temática. Na seção 3, são apresentados o histórico, a metodologia, os diferenciais e os princípios fundamentais do Programa Aliança no contexto brasileiro hodierno. Já na seção 4, são apresentados os resultados com foco na gestão, nas metas quantitativa, nas metas qualitativas e assuntos correlatos.

2.0 REVISÃO DE LITERATURA

A experiência mundial em termos de políticas públicas tem mostrado que as indústrias energointensivas minimizaram os problemas energéticos adaptando fábricas e instalações de processo. Outros setores industriais recorreram a investimentos com o menor retorno possível, como recuperação de calor e redução de perdas (4).

O governo chinês adotou o programa japonês *Top Runner* (5) e desenvolveu o programa *Top-1000 Enterprise Energy Saving Program* (6), o primeiro para as empresas/instituições públicas com elevado consumo de energia e o segundo para as 1000 indústrias maiores consumidoras de energia. O consumo de energia dessas 1000 empresas

representava 33% do uso de energia nacional chinês e 47% da indústria chinesa em 2004 (6). No início da década passada, o Conselho de Estado chinês aprovou um novo programa de gestão de energia denominado *Plano de Ação de Estratégia de Desenvolvimento Energético (2014-2020)*, que aborda os setores industriais de alta intensidade energética.

Adicionalmente, segundo (7), o governo chinês também implementou uma série de medidas para as indústrias energointensivas ineficientes, considerando como ineficiente aquelas que usam mais da metade da energia total dos países enquanto contribuiu com apenas cerca de um décimo do PIB. Dentre as ações implementadas, pode-se destacar: redução das taxas de *rebate* do imposto de exportação para alguns importantes produtos intensivos em energia; implementação de políticas fiscais para os consumidores intensivos para aumentar seus custos energéticos, estimulando-os a reduzir o consumo de energia; controle do investimento excessivo em indústrias energointensivas; implementação de preço diferencial de tarifa e punição de preços de energia elétrica para forçar as indústrias de baixa eficiência e com alto consumo de eletricidade a se retirarem do mercado.

Os países da União Europeia (UE), por outro lado, estabeleceram como meta de eficiência energética a redução em 27%, até 2030, do consumo de energia em todos os setores (8). Para tanto, vêm adotando instrumentos de apoio financeiro e políticas cooperativas. Quanto se comenta a respeito de política de eficiência energética industrial no âmbito mundial, instrumentos financeiros são preponderantes. No entanto, acordos voluntários também foram implementados, muitas vezes em conjunto com instrumentos financeiros.

Os acordos voluntários são termos contratuais negociados sob medida entre as autoridades públicas e empresas individuais ou grupos de empresas, que incluem metas e cronogramas para ações destinadas a melhorar a eficiência energética ou reduzir as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) e definem recompensas e penalidades. Eles se diferem no que diz respeito à sua forma, *status* legal, estruturas e disposições, partes e execução. A Agência Internacional de Energia (AIE) tem definido como sendo “um contrato entre o governo e a indústria, ou metas negociadas com compromissos e cronogramas por todas as partes participantes” (9).

Acordos voluntários para melhoria da eficiência energética e redução das emissões de GEE têm sido empregados como um instrumento de política pública para o setor industrial nos países industrializados desde a década de 1990. Os instrumentos de política cooperativa, como acordos voluntários, são especialmente populares em países com relações estreitas entre o governo e a indústria (10). O estabelecimento de acordos voluntários é uma abordagem comum para envolver as partes interessadas nas políticas de eficiência energética (10).

Vários países membros da UE introduziram acordos voluntários que visam obter economia de energia e redução de emissões por meio do aumento da eficiência energética em diferentes setores de uso final, visando principalmente a indústria (11). Os programas na Austrália, Suécia e Holanda, bem como as *Redes de Eficiência Energética* na Suíça e na Alemanha, são exemplos de programas que - cada um a sua maneira - pedem aos participantes que implementem e relatem as economias de energia dos seus projetos (12-15).

Segundo (16), no mundo existem basicamente três categorias de acordos voluntários. A primeira trata de programas que são completamente voluntários; a segunda diz respeito aos programas que usam a pressão de regulamentações futuras ou impostos sobre energia/emissões de gases de efeito estufa como motivação para a participação e a terceira categoria se refere aos programas que são implementados em conjunto com uma política existente de impostos sobre energia/emissões de GEE ou com regulamentos rígidos.

Em termos de políticas públicas, várias ações foram implementadas ao redor do mundo. Contudo, aparentemente existe uma lacuna quando se refere a implementação de políticas públicas de eficiência energética, empregando acordos voluntários, em processos industriais energointensivos. Desse modo, o objetivo deste Informe Técnico é mostrar as contribuições do Programa Aliança como uma iniciativa de quebra de paradigmas para o cenário brasileiro energointensivo hodierno, uma vez que o Programa Aliança preenche essa aparente lacuna mundial.

3.0 PROGRAMA ALIANÇA

3.1 Histórico

O embrião do que hoje é conhecido como Programa Aliança, surgiu de uma iniciativa inovadora de um dos seus criadores, quando este ainda trabalhava na indústria petroquímica. O trabalho consistia em realizar avaliações energéticas nas plantas industriais das petroquímicas, mas para tanto existia uma etapa prévia de coleta de dados e interação dos consultores com a equipe técnica da planta, para posteriormente realizar as medições de campo e apresentar os resultados das ações de eficiência energética recomendadas na Semana de Eficiência Energética. Inclusive, os técnicos do Procel foram convidados e participaram desta SEE, juntamente com consultores nacionais e internacionais. Havia, já naquele momento, a preocupação de que o trabalho não se limitasse a um diagnóstico energético, mas que também proporcionasse a implementação de parte das recomendações no curto prazo.

Os trabalhos eram divididos em equipes (vapor, bombas/compressores, torres de resfriamento e processo), cada equipe era liderada por um consultor e constituída por colaboradores da petroquímica. Os consultores eram

majoritariamente especialistas do *Departamento de Energia dos Estados Unidos da América* (DoE), com exceção da equipe de processo liderada pelo responsável técnico do Programa Aliança atualmente.

Com o passar do tempo verificou-se que a metodologia de trabalho precisava ser aprimorada para se tornar um projeto de política pública nacional. Contudo, essa iniciativa já contava com alguns diferenciais, como por exemplo: a atuação em processos industriais, a atuação tanto em energia térmica quanto elétrica, a interação universidade indústria e a utilização de ferramentas computacionais robustas. Por outro lado, a metodologia de trabalho do DoE, muitas vezes baseada em estimativas, tendo como referência um banco de dados robustos, das inúmeras avaliações energéticas realizadas pelos seus diferentes centros de eficiência energética nos Estados Unidos, não se adaptava à realidade brasileira pelo simples fato de não termos esse histórico. A realidade da indústria nacional e aspectos climáticos entre outros poderiam resultar em erros consideráveis nessa avaliação energética expedida. Com o amadurecimento do Programa foi identificado também que não tínhamos a dependência, em termos técnicos, dos especialistas estadunidenses. É oportuno registrar que esta dependência estava em tropicalizar e aprimorar a metodologia de trabalho deles.

Basicamente existem três níveis de políticas públicas quando o assunto tratado é a eficiência energética no setor industrial. O primeiro nível está baseado na substituição de equipamentos que tem a facilidade técnica, porém o potencial é limitado em termos de economia de energia. Um segundo nível é a atuação sistêmica, que aumenta tanto o potencial quanto a complexidade. O terceiro estágio é a atuação em processos industriais que possui o maior potencial técnico, porém a complexidade aumenta proporcionalmente.

Baseado nesses três níveis, a metodologia do DoE aplica-se corretamente aos dois primeiros, contudo não atua no maior potencial que é o processo. A justificativa metodológica é que é inviável, em termos de política pública, contar com especialistas para todos os processos industriais. Entretanto, a experiência acumulada proporcionou observar que a interpretação de que é necessário ter especialistas de cada segmento industrial para atuar nos processos específicos é equivocada. O Programa Aliança demonstrou que a atuação de uma equipe externa em processos específicos deve se fundamentar nas diferentes disciplinas de engenharia envolvidas, investigando e aprofundando os fenômenos e leis da natureza que compõem um determinado processo, enquanto as particularidades de cada segmento devem ser trabalhadas pelos próprios profissionais integrantes da indústria participante – isso tudo sob uma metodologia que integre as duas equipes. Assim, se observou que a sinergia obtida pela combinação entre o conhecimento específico do segmento, em posse da própria indústria, com o conhecimento dos fenômenos de engenharia trazidos por equipe externa, é um potente gerador de soluções mais assertivas às oportunidades identificadas.

Isso pode ser facilmente exemplificado na área de aciaria de uma siderúrgica. Nela estão envolvidas disciplinas como transferência de calor, termodinâmica e fenômenos dos transportes. Nessa operação são consumidos insumos energéticos como gás natural, gases industriais, energia elétrica e combustíveis líquidos. O conhecimento do comportamento dos equipamentos e sistemas, as variáveis críticas de controle e, mais importante, a experiência adquirida que permite prever os resultados das melhorias, é parte intrínseca dos profissionais que lá trabalham no dia a dia. Formar uma equipe externa com especialistas com as mesmas habilidades da mão-de-obra presente na fábrica não faria sentido algum. Entretanto, quando a equipe externa é formada por profissionais com pleno domínio das disciplinas de engenharia mencionadas acima, a interação entre as equipes permite identificar a causa raiz de uma grande quantidade de problemas, além de aumentar a efetividade das ações de melhoria propostas. Nesse sentido, a metodologia foi ajustada para formar a equipe que melhor se encaixe aos desafios do programa.

É importante ressaltar que a metodologia de trabalho do Procel até então também estava embasada neste fundamento. O Procel Indústria possui uma atuação histórica em sistemas motrizes industriais. A grande inovação desse trabalho pioneiro foi justamente atuar em processos industriais, mas como transformar isso em política pública ainda era uma questão pendente.

Nesse contexto, a Lei nº 13.280 de 3 de maio de 2016, alterou a Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000, com o objetivo de disciplinar a aplicação dos recursos financeiros destinados ao *Programa de Eficiência Energética* (PEE) das concessionárias de distribuição, partilhando esses recursos da seguinte forma: 80% aplicados pelas próprias concessionárias e permissionárias de distribuição de energia elétrica, conforme os regulamentos estabelecidos pela ANEEL; e 20% destinados a suportar o Procel. Esta Lei 13.280 também ressalta que os investimentos em eficiência energética deverão priorizar a indústria nacional, tendo em vista que, o principal setor de economia em termos de energia é o industrial, responsável hoje por 36% do consumo total de energia elétrica do Brasil nos últimos 12 meses (2). Logo, a implementação de projetos de eficiência energética no Procel Indústria aplicados nos três grandes segmentos da indústria (energointensiva, grandes e médias plantas industriais e pequenas e microempresas) traz benefícios diretos para a sociedade e para a economia nacional.

Para a grande e energointensiva indústria, um convênio foi assinado entre a Eletrobras e a *Confederação Nacional da Indústria* (CNI) criando o Programa Aliança, no qual 12 indústrias foram escolhidas para implantação de uma metodologia inovadora de trabalho para o ciclo 2017/2018, com intuito de inserir a cultura de eficiência energética de forma estruturada na indústria brasileira. A metodologia do programa é fundamentada na parceria voluntária entre

a indústria parceira e a CNI, com apoio de órgãos governamentais e institucionais, visando ao aumento da competitividade do setor no país.

Portanto, o Programa Aliança é uma iniciativa da CNI em parceria com a *Associação Brasileira de Grandes Consumidores Industriais de Energia e Consumidores Livres (Abrace)*, o *Ministério de Minas e Energia (MME)*, a *Centrais Elétricas Brasileiras (Eletrobras)* – por meio do Procel – e a *Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)*. Ele tem como meta aumentar a competitividade da indústria brasileira com ações de eficiência energética em processos industriais energointensivos. O Programa Aliança atuou em doze plantas industriais, o que proporcionou uma economia de energia superior a 175 GWh. Isso implicou em uma redução de custo de energia nas empresas na ordem de R\$ 122 milhões a partir de apenas R\$ 5,5 milhões de investimento, com um *payback* médio de menos de um mês.

3.2 Metodologia

Em termos mais amplos o Programa Aliança é dividido em duas fases, uma prévia, antes de se iniciar os trabalhos técnicos, e a outra após esse início, conforme apresentado na Figura 1.

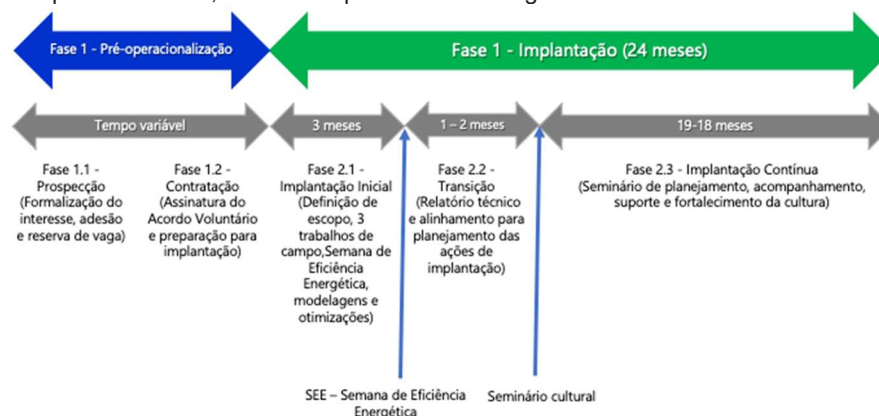


FIGURA 1: Fases do Programa Aliança

A fase inicial é subdividida em duas. Na primeira, denominada fase 1.1 ocorre a formalização do interesse por parte da indústria, seguida pela adesão e reserva de vaga. Na segunda fase, após confirmado esse interesse, ocorre a assinatura do acordo voluntário entre as partes (indústria e CNI) e a preparação para implantação efetiva do programa. Nesta preparação são assinados os acordos de confidencialidade para resguardar a indústria em relação às informações trocadas com os especialistas do Programa Aliança ao longo das fases 2.1 e 2.2.

A segunda fase também é subdividida em duas. Na primeira, onde ocorre levantamento dos potenciais de ganho na indústria por meio da identificação dos maiores consumidores energéticos na planta, seguida da modelagem e otimização dos processos para mitigar os desperdícios energéticos. No âmbito de águas e efluentes, diversas ações mitigatórias são realizadas para o aproveitamento hídrico, a adequação ambiental e a melhoria de processos.

O divisor de águas entre as duas é a *Seminário de Eficiência Energética*, que marca o final da fase 2.1 e tem por finalidade apresentar à liderança da indústria os potenciais de ganho observados e validados com a equipe técnica da empresa ao longo dos 3 meses de trabalho. Entre um e dois meses após esse evento é entregue para a empresa um relatório técnico detalhado com todas as modelagens e ações levantadas ao longo da fase 2.1. Após a entrega desse relatório a indústria tem trinta dias para avaliá-lo e após este período, ocorre outro evento chamado de *Seminário Cultural*. Esse evento visa definir quais serão as ações que serão priorizadas para o início da fase 2.2, por meio da construção de um painel de gestão.

A fase 2.2, com duração de 21 meses, visa a implementação das ações levantadas ao longo da fase 2.1 e priorizadas no painel de gestão construído no *Seminário Cultural*. Ao longo dessas etapas é natural que o potencial técnico inicialmente levantado pela equipe do Programa Aliança reduza seguindo a lógica similar ao escalonamento do potencial técnico, econômico e de mercado. As ações propostas pelo Programa Aliança passam por diferentes filtros. O primeiro é pelo próprio corpo técnico da indústria. O segundo pelo critério econômico, priorizando ações que envolvam OPEX, minimizando ações envolvendo CAPEX. E o terceiro pela gerência da planta que define, no *Seminário Cultural*, quais ações serão priorizadas. Após essa definição é elaborado um plano de ação e a equipe do Programa Aliança apoia tecnicamente e acompanha, remotamente e *in loco*, a implementação das ações e atualiza o painel de resultados.

3.3 Diferenciais

Em 2009, um estudo da Eletrobras, em parceria com a CNI, identificou que o maior potencial técnico, em termos de economia de energia elétrica, estava nos sistemas motrizes industriais. Neste sentido, a atuação histórica do Procel

Indústria estava na direção correta. Contudo, também foi identificado que em termos energéticos mais amplo, o maior potencial estava nos sistemas térmicos (17). Com a aprovação da Lei nº 13.280 novas perspectivas foram possíveis. O Procel esteve limitado no passado ao fato de ser o *Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica*, mas essa evolução é fruto de aplicação de metodologias que conseguem identificar as ações de maior impacto, mesmo que a fonte primária não esteja diretamente vinculada à eletricidade. Os ganhos em destacar os sistemas térmicos, algo extremamente necessário, não minimizam os esforços em outra área importantíssima: os sistemas motrizes. A sinergia entre sistemas térmicos e motrizes também foi um ponto alto do Programa Aliança.

Em relação à atuação em processos industriais, era imperativo superar a barreira natural de se trabalhar com política pública em processos muito específicos, assim como justificativa técnica apresentada pelo DoE na defesa de sua metodologia de trabalho. Naturalmente, é inviável um Programa ter especialistas em inúmeros processos industriais, porém isso foi superado quando entendeu-se, conforme mencionado anteriormente, que os processos são, na verdade, uma composição de cadeiras da engenharia, tais como termodinâmica, mecânica dos fluidos, transferência de calor, reações químicas, dentre outras.

É natural que, para essa atuação em processos são necessárias modelagens computacionais, que por sua vez permitem a simulação de otimizações nos referidos processos, sendo essa resposta obtida sem a necessidade de distúrbios reais nas suas operações. As modelagens podem ser realizadas a partir de equações que descrevem o processo, de modo fenomenológico, ou a partir da obtenção das relações entre as variáveis do sistema por meio de seus dados, o que é descrito como um modelo de *machine learning*. Para a construção destes modelos, a equipe do Programa Aliança utiliza diversos *softwares* amplamente aplicados no meio industrial, abrangendo desde as áreas de fluidodinâmica até os mais utilizados para técnicas de Inteligência Artificial, dentre eles exemplifica-se: *Aspem*, *Computational Fluid Dynamics*- CFD, *Python* dentre outros. Desse modo, o Programa Aliança conseguiu conciliar sua atuação em maiores consumidores, na fonte de energia de maior potencial (térmica) e nos processos mais significativos energeticamente.

Dentre vários paradigmas que o Programa Aliança conseguiu quebrar está a integração entre a universidade e a indústria. O Procel, antes mesmo do Aliança, já havia promovido essa aproximação entre as partes, contudo nem sempre obteve todos os resultados pretendidos. A união, a princípio vista com resistência pelos dois lados, transformou-se em um grande diferencial do Programa Aliança. Para isso, destacam-se duas contribuições. A primeira foi a necessidade de mostrar que a universidade, com a sua produção de conhecimento, teria condições de atender a indústria em seus desafios do dia a dia. Já a segunda contribuição foi o profissionalismo e o conhecimento técnico dos estudantes de graduação e pós-graduação da universidade, que, ao visitar às plantas industriais, conseguiram identificar oportunidades de ganhos em eficiência energética, principalmente em processos que representavam grandes custos para as empresas.

Pioneiro e inovador, o Programa Aliança mostra para a sociedade a viabilidade real da implementação de ações de eficiência energética em sistemas energointensivos. Por meio de acordos voluntários, iniciativa inédita no Brasil nesse campo, as indústrias recebem consultorias de especialistas da CNI, do Procel e da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) para a implementação de medidas para a redução do consumo de energia. O Programa Aliança inovou ao priorizar a adesão das indústrias participantes por meio de acordos voluntários. Menos burocrático, esse instrumento jurídico atesta o interesse das empresas em aumentar a sua competitividade por meio da eficiência energética.

Além do diferencial das empresas aderirem ao Programa Aliança por meio de um acordo voluntário com a CNI, essas cobrem mais da metade dos custos de horas técnicas necessárias para a realização do trabalho. Isso mostra o compromisso das indústrias para implementar de fato as ações recomendadas pelo Programa. Essa coparticipação se alinha com as melhores práticas mundiais quando o assunto é política pública para eficiência energética no setor industrial. O objetivo de médio e longo prazos é incrementar a coparticipação da indústria até a autossustentabilidade do Programa.

O trabalho realizado de maneira integrada entre a equipe do Programa Aliança e as indústrias beneficiadas, além de proporcionar um rápido conhecimento dos processos de produção, buscando oportunidades de redução de consumo de energia e, consequentemente, de custos operacionais, também proporcionou a criação de um ambiente em que a cultura da eficiência energética e sustentabilidade passasse a fazer parte da rotina diária das empresas que aderiram ao Programa. O Programa Aliança preconiza a implantação de ações que efetivamente gerem resultados. Não se trata, portanto, de diagnóstico puro e simples, diferentemente de outros programas de eficiência energética. Para isso, a metodologia do Programa Aliança foi desenhada para um ciclo de longo prazo, com 24 meses de execução. Em paralelo com a vertente técnica e o suporte do Programa, a vertente cultural teve como prioridades a atuação em três pilares: pessoas, comunicação e gestão. A meta foi trazer o tema eficiência energética cada vez mais para a agenda estratégica dos parceiros industriais deste Programa.

Outro grande diferencial do Programa Aliança foi entender quem o conhecimento acerca dos processos industriais na maioria das vezes está na própria indústria, por isso, as recomendações das ações são realizadas pelo conjunto de colaboradores das indústrias e a equipe técnica do Programa Aliança. Além dos diferenciais apresentados anteriormente, é necessário ainda ressaltar que a validação das ações recomendadas também é feita em conjunto,

ou seja, colaboradores da indústria mesclado com a equipe técnica do Programa Aliança validam as ações recomendadas. Por fim, no que diz respeito aos resultados efetivamente alcançados, eles somente são computados com a consentimento do responsável pelo Programa Aliança por parte da Indústria, o que traz ainda mais credibilidade para os resultados do Programa.

4.0 RESULTADOS

Nesta seção, apresentam-se os principais resultados do Programa Aliança. Para tanto, têm-se como referência as metas pactuadas no instrumento jurídico que rege o Programa. Os principais resultados podem ser divididos em dois pilares conforme apresentados a seguir: os resultados técnicos mensuráveis pelas metas quantitativas e os resultados pactuados por meio de metas qualitativas.

4.1 Metas qualitativas

No que diz respeito às metas quantitativas, a Tabela 1 apresentada as metas pactuadas bem como os resultados efetivos alcançados.

Vale ressaltar que todas as metas pactuadas foram alcançadas como também a maioria destas metas superou com folga o inicialmente estabelecido. Neste ponto, é importante ressaltar que devido ao pioneirismo do Programa Aliança as metas acordadas podem ter sido muito conservadoras e e, conforme apresentado posteriormente, metas mais ambiciosas estão previstas na continuidade do Programa.

4.2 Metas quantitativas

As metas qualitativas pactuadas no âmbito do Programa Aliança são apresentadas abaixo:

- Fomentar a eficiência energética e o uso racional da energia elétrica no setor industrial brasileiro;
- Identificar e estabelecer mecanismos de governança em projetos e ações de eficiência energética que possibilitem maior eficácia dos resultados e mitigação dos riscos;
- Aumentar a produtividade e a competitividade da indústria brasileira
- Promover a inovação e o desenvolvimento tecnológico de novos produtos e processos;
- Fomentar processos produtivos mais “limpos” e eficientes;
- Fomentar ações que vinculem o aproveitamento energético ao uso racional e responsável dos recursos ambientais;
- Divulgar os resultados alcançados, apresentando as oportunidades de ganhos por meio de medidas de eficiência energética; e
- Facilitar a implantação de tecnologias eficientes sob o ponto de vista energético, além da conscientização e da difusão de melhores hábitos para conservação de energia elétrica em motrizes industriais como também de energia térmica em sistemas térmicos.

Destaca-se que essas metas foram superadas na sua totalidade, o que inclusive pode ser evidenciado pelo depoimento de diversas indústrias realizados em reportagem do portal do Procel Info (17).

4.3 Demais resultados do Programa Aliança

O instrumento jurídico que rege o Programa Aliança, além dos trabalhos nas 12 plantas indústrias e suas respectivas metas, também estabelece mais dois trabalhos. A primeira é a tropicalização de seis ferramentas técnicas computacionais usadas pela equipe de utilidades do Programa Aliança durante os trabalhos de campo. A segunda é o desenvolvimento de uma plataforma de disseminação de informações sobre projetos de eficiência energética industrial (18). A plataforma além de apresentar os resultados do Programa também possui um canal de comunicação com os gestores e publica notícias sobre eficiência energética no setor industrial, além de apresentar de forma clara a metodologia. Esse canal de comunicação também será utilizado como veículo para o cadastramento de novas indústria durante a Chamada Pública do Aliança 2.0, conforme será apresentado na próxima seção.

5.0 CONCLUSÕES

O setor industrial mundialmente é o mais representativo em termos de consumo energético. Neste sentido, é de se esperar que a experiência mundial no estabelecimento de políticas públicas de eficiência energética para o setor sejam as mais amplas possíveis. O estabelecimento de acordos voluntários, a não distinção entre as formas de energia (térmica e elétrica) e a parceria de sucesso entre universidades e indústria já são práticas consolidadas na maioria dos países desenvolvidos. Contudo, em linhas gerais essas premissas ainda não se encontravam perfeitamente consolidada no Brasil do Programa Aliança. Sendo essas, portanto, importantes contribuições para o desenvolvimento do nosso país.

Apesar de importante, esse ponto não é o principal diferencial do Programa Aliança quando comparado às investigações nesse assunto no âmbito internacional. Aparentemente existia uma lacuna mundial no que tange a

execução de políticas públicas direcionadas à processos industriais energointensivos. Conforme descrito, isto só foi possível graças ao entendimento de que tais processos são na verdade uma composição de cadeiras das engenharias, uma vez que seria impossível ter especialistas em todos os processos industriais.

Além dos diversos paradigmas superados, o Programa Aliança alcançou resultados intangíveis como também energéticos satisfatórios, superando consideravelmente as metas previstas. Neste sentido, e entendendo que toda e quaisquer públicas políticas devem ser objeto de contínua melhoria, como será proposto no âmbito do Aliança 2.0, que devem identificar as lições aprendidas do Aliança 1.0 a fim de aperfeiçoar as ações de eficiência energética. Vale destacar, nesse momento, a inclusão do SENAI para reduzir a dependência técnica da equipe da UFCG e consequentemente aumentar a capacidade de atendimento das indústrias; utilização de Chamada Pública para a seleção das indústrias evitando assim qualquer reserva de mercado; otimização do instrumento jurídico celebrado entre a Eletrobras e a CNI com a finalidade de evitar esforços burocráticos desnecessários; maior publicidade dos dados por meio de adequações nas cláusulas de confidencialidade do acordo voluntário; estabelecimento de metas mais desafiadoras, dentre diversas outras.

6.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) PROGRESS. Tracking Clean Energy: Excerpt from Energy Technology Perspectives 2017. International Energy Agency, June 2017.
- (2) EPE. Resenha Mensal do Mercado de Energia Elétrica. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br>>. Acesso em: 8 set. 2021.
- (3) TANAKA, N. *et al.* World Energy Outlook 2010. International Energy Agency. Paris: IEA, 2010.
- (4) HEPBASLI, A.; OZALP, N. Development of energy efficiency and management implementation in the Turkish industrial sector. *Energy Conversion and Management*, v. 44, n. 2, p. 231-249, 2003.
- (5) NIE, P.-Y.; WANG, C.; CHEN, Y.H. Top runner program in China: A theoretical analysis for potential subsidies. *Energy strategy reviews*, v. 21, p. 157-162, 2018.
- (6) PRICE, L. *et al.* China's top-1000 energy-consuming enterprises program: Reducing energy consumption of the 1000 largest industrial enterprises in China. Lawrence Berkeley National Lab. (LBNL), Berkeley, CA (United States), 2008.
- (7) LI, L. *et al.* Policies for eliminating low-efficiency production capacities and improving energy efficiency of energy-intensive industries in China. *Renewable and sustainable energy reviews*, v. 39, p. 312-326, 2014.
- (8) FRANK, S. *et al.* Dynamics of the land use, land use change, and forestry sink in the European Union: The impacts of energy and climate targets for 2030. *Climatic Change*, v. 138, n. 1, p. 253-266, 2016.
- (9) IEA. Voluntary Actions for Energy-Related CO2 Abatement. OECD/IEA, Paris, 1997.
- (10) ADEME. Energy Efficiency Policies in Industry. Lessons Learned from the ODYSSEE-MURE Project, 2012.
- (11) REZESSY, S.; BERTOLDI, P. Voluntary agreements in the field of energy efficiency and emission reduction: Review and analysis of experiences in the European Union. *Energy Policy*, v. 39, n. 11, p. 7121-7129, 2011.
- (12) COMMONWEALTH OF AUSTRALIA. Energy Efficiency Opportunities – Continuing Opportunities 2011. Results of EEO Assessments Reported by Participating Corporations. Commonwealth of Australia, Department of Resources, Energy and Tourism, Barton ACT, Australia, 2011.
- (13) JOHANSSON, B.; MODIG, G.; NILSSON, L. J. Policy instruments and industrial responses-experiences from Sweden. In: *Proceedings of the ECEEE Summer Study on Energy Efficiency*. European Council for an Energy Efficient Economy (ECEEE), 2007.
- (14) NL AGENCY. Long-term Agreement on Energy Efficiency 2001–2020. Final Version. The Hague, 13 Jun. 2008.
- (15) KOEWENER, D.; JOCHEM, E.; MIELICKE, U. Energy Efficiency Networks for Companies-Concept, achievements and prospects. In: *Proceedings of ECEEE*. p. 725-733, 2011.
- (16) PRICE, L. Voluntary agreements for energy efficiency or ghg emissions reduction in industry: An assessment of programs around the world. 2005.
- (17) ELETROBRAS. Indústria Eficiente. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <<https://www.procelfino.com.br>>. Acesso em: 8 set. 2021.

(18) CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. Programa Aliança. 2021. Disponível em: <<https://www.programaaliancacni.com.br>>. Acesso em: 8 set. 2021



TABELA 1 - Principais resultados mensuráveis alcançados pelo Programa Aliança

META PREVISTA	META ALCANÇADA	OBSERVAÇÕES	SITUAÇÃO
TRABALHO 1			
Implementar o programa em 12 plantas industriais	Programa implementado em 12 plantas	Aperam Inox América do Sul S.A; Companhia Siderúrgica Nacional; Rima Industrial; Suzano Papel e Celulose; Vallourec Soluções Tubulares do Brasil; Votorantim Metais e Zinco; Anglo American Níquel Brasil; ArcelorMittal; Companhia Siderúrgica Nacional (planta de Cimento em Arcos - MG); Gerdau Aços Longos; Oxiteno Indústria e Comércio, Nexa Metais	ALCANÇADA
Melhorar em 5% o consumo específico de energéticos nas 12 empresas participantes	7,7%	Até o momento identificou-se uma média de 7,7% de oportunidades na redução do consumo específico de 11 empresas	ALCANÇADA
Reduzir 52.560 MWh/ano do consumo de energia elétrica	61.670		ALCANÇADA
Reduzir 189.216 GJ/ano do consumo de energia térmica	49.902		
Reduzir os custos operacionais das 12 plantas participantes em R\$ 13 milhões	24,2 milhões		ALCANÇADA
Reduzir as emissões de gases do efeito estufa em 12 mil t_{eq}CO₂ nas 12 plantas	5,404 mil		
Treinar 150 profissionais	237		ALCANÇADA
TRABALHO 2			
Disponibilizar 6 ferramentas técnicas computacionais	Foi entregue uma ferramenta integrada, que abrange 4 processos industriais	Atividade concluída	ALCANÇADA
TRABALHO 3			
Sistematizar e disponibilizar a plataforma de disseminação de informações técnicas e gerenciais sobre eficiência energética industrial	Banco de dados com resultados do Programa Aliança desenvolvido e atualizado	Atividade concluída	ALCANÇADA

DADOS BIOGRÁFICOS



Graduado em engenharia industrial mecânica pelo CEFET-MG, pós-graduado em Engenharia de Manutenção pela PUC-MG, CMVP, mestre e doutor em ciências térmicas pela UFF-RJ e atualmente é pós-doutorando nessa mesma universidade. Estagiou na Efficientia; trabalhou na ALL; foi responsável técnico da Servitec e é funcionário da Eletrobras desde então, onde atua na elaboração de políticas públicas para eficiência energética direcionadas ao setor industrial. Adicionalmente, ministra aulas em pós-graduações latu sensu relacionadas a temática da eficiência energética. Na UFF é professor convidado do curso do LATEC-UFF, pela UCP-IPETEC ministra aulas em diversas pós-graduações e também ministra cursos de capacitação técnica pelo SENGE-RJ.

(2) **GEORGE CAMARGO DOS SANTOS**
Graduou-se em Engenharia Elétrica pela UFRJ (2002). Obteve o título de especialista em Uso Racional de Energia pela UNIFEI (2010). É mestre em Engenharia Elétrica pelo PEE-COPPE/UFRJ (2006) e mestre em Engenharia de Energia pela UNIFEI (2016). Atualmente, é doutorando em Engenharia Elétrica pelo PEE-COPPE/UFRJ. É engenheiro eletricitista do Programa Nacional de Conservação de Energia e Eficiência Energética da Eletrobras.

(3) **ROMILDO PEREIRA BRITO**
Graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal da Paraíba (1987), Mestrado em Engenharia Química pela Universidade Federal de Campina Grande (1991) e Doutorado em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Campinas (1997). Atualmente é professor da Universidade Federal de Campina Grande. Tem experiência na execução de projetos em parceria com empresas expoente do Brasil (Alumar, Alunorte, Petrobras, CSN, Nexa, Braskem, etc.), atuando principalmente nos seguintes temas: modelagem, simulação, otimização e controle; sempre na busca pelo aumento da eficiência energética e produtividade de plantas e processos.

(4) **PAULO AUGUSTO PEZZAN MIOTTO**
Miotto é Mestre em Engenharia Química pela Universidade Federal de Campina Grande – UFCG e graduado em Engenharia Metalúrgica pela FEI - SP. Com 20 anos de experiência na indústria, atuou em grandes empresas como Alcoa, Braskem e Rhodia. É sócio da Legasys Engenharia, especializada em modelagens computacionais e otimização de processos industriais, com foco em redução de recursos energéticos e matéria-prima. Coordenou tecnicamente o Programa Aliança, iniciativa liderada pelo Procel-CNI entre 2017-2020.