



UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
CÂMPUS UNIVERSITÁRIO DE BARRA DO BUGRES
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA
EM REDE NACIONAL – PROFMAT

SILVANA YOKO TATEIRA

PROJETO DE AUTONOMIA ENERGÉTICA SOB A PERSPECTIVA DO ENSINO DE
MATEMÁTICA

BARRA DO BUGRES (MT)

2024

SILVANA YOKO TATEIRA

**PROJETO DE AUTONOMIA ENERGÉTICA SOB A PERSPECTIVA DO ENSINO DE
MATEMÁTICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional - PROFMAT da Universidade do Estado de Mato Grosso como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre - Área de Concentração: Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Junior Cesar Alves Soares.

BARRA DO BUGRES (MT)

2024

Ficha catalográfica elaborada pela Supervisão de Bibliotecas da UNEMATCatalogação de Publicação na Fonte.
UNEMAT - Unidade padrão

Tateira, Silvana Yoko.

Projeto de autonomia energética sob a perspectiva do ensino de matemática / Silvana Yoko Tateira. - Barra do Bugres, 2025. 36f.: il.

Universidade do Estado de Mato Grosso "Carlos Alberto Reyes Maldonado", Matemática/BBG-PROFMAT - Barra do Bugres - Mestrado Profissional, Campus Universitário De Barra Do Bugres "Deputado Renê Barbour".

Orientador: Dr. Junior Cesar Alves Soares.

1. Biomassa. 2. Proálcool. 3. Cana-de-açúcar. I. Soares, Junior Cesar Alves, Dr. II. Título.

UNEMAT / MT-SCB

CDU 338.26:662.754

FOLHA DE APROVAÇÃO

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DEFENDIDA EM 12 DE DEZEMBRO DE 2024 E
APROVADA PELA BANCA EXAMINADORA COMPOSTA PELOS PROFESSORES**



Documento assinado digitalmente

JUNIOR CESAR ALVES SOARES

Data: 13/12/2024 16:27:16-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

PROF. DR. JUNIOR CESAR ALVES SOARES

ORIENTADOR

UNEMAT



Documento assinado digitalmente

REINALDO DE MARCHI

Data: 13/12/2024 15:16:14-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

PROF. DR. REINALDO DE MARCHI

AVALIADOR EXTERNO

UFMT



Documento assinado digitalmente

WILLIAM VIEIRA GONÇALVES

Data: 14/12/2024 16:48:46-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

PROF. DR. WILLIAM VIEIRA GONÇALVES

AVALIADOR INTERNO

UNEMAT

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para a conclusão desse trabalho.

Agradeço a universidade pública que permite que trabalhadores e trabalhadoras de todo o país, tenham acesso a programas de pós graduação de qualidade e gratuito como o PROFMAT. Em particular, agradeço aos trabalhadores das universidades públicas por resistirem a tantos ataques dos diversos governos e seguiram firmes defendendo uma educação autônoma, livre e laica.

Agradeço à minha filha Evelyn por cada incentivo e beijo reconfortante enquanto eu estudava, por cada abraço que renovava minhas forças, e por cada "eu te amo". Minha gratidão a você, minha filha, por sempre estar ao meu lado, compartilhando as dificuldades e alegrias que vivi durante todo período do PROFMAT, me incentivando e até mesmo me cobrando resultados positivos. Você é minha companheira para a vida inteira. Te amo, minha filha.

Ao meu companheiro, Aldi Nestor que desempenhou um papel fundamental nesse percurso, apoiando-me constantemente nos estudos e encorajando-me a não desistir dos meus sonhos. Em diversas ocasiões, senti-me desanimada, ponderando a possibilidade de desistir das aulas do Mestrado, mas ele sempre me incentivou a prosseguir, suas palavras de apoio foram de grande importância e estímulo. Meu eterno companheiro. Te amo para sempre.

Agradecer a todos os meus professores do Mestrado do Profmat, por todo o auxílio em busca de conhecimento.

Ao meu professor orientador Prof. Dr. Junior Cesar Alves Soares, pela atenção, dedicação e ajuda na realização deste trabalho.

Vejo-o puro e afável ao paladar como beijo de moça, água na pele, flor que se dissolve na boca.

Mas este açúcar não foi feito por mim.

Este açúcar veio da mercearia da esquina e tampouco o fez o Oliveira, dono da mercearia. Este

açúcar veio de uma usina de açúcar em Pernambuco ou no Estado do Rio e tampouco o fez o

dono da usina.

Este açúcar era cana e veio dos canaviais extensos que não nascem por acaso no regaço do vale.

Em lugares distantes, onde não há hospital nem escola, homens que não sabem ler e morrem de

fome aos 27 anos plantaram e colheram a cana que viraria açúcar.

Em usinas escuras, homens de vida amarga e dura produziram este açúcar branco e puro com

que adoço meu café esta manhã em Ipanema.

(Ferreira Gullar)

RESUMO

Nesta dissertação, abordaremos o trabalho de Bautista Vidal, que dedicou sua carreira ao estudo da energia de biomassa, com especial foco em seu esforço e na implementação do programa Pró-álcool. Ao final, apresentaremos uma comparação entre a produtividade da cana-de-açúcar e do milho na produção de etanol. Faremos isso recorrendo aos conceitos de regra de três, porcentagem, proporcionalidade, tabelas e gráficos, o que permite integrar a discussão da autonomia energética brasileira na perspectiva do ensino da matemática básica.

Palavras-chave: biomassa, proálcool, cana-de-açúcar, educação matemática.

ABSTRACT

In this dissertation, we will discuss the work of Bautista Vidal, who dedicated his career to the study of biomass energy, with a special focus on his efforts and the implementation of the Pro-Alcohol program. At the end, we will present a comparison between the productivity of sugarcane and corn in ethanol production. This will be done by using concepts such as the rule of three, percentage, proportionality, tables, and graphs, which allows us to integrate the discussion of Brazilian energy autonomy within the context of basic mathematics education.

Keywords: biomass, Pro-Alcohol, sugarcane, mathematics education.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	BAUTISTA VIDAL: UMA JORNADA EM BUSCA DA AUTONOMIA ENERGÉTICA BRASILEIRA.	11
2.0.1	Bautista Vidal e o Proálcool	15
2.0.2	A Pesquisa Bibliográfica sobre Bautista Vidal	17
3	PROÁLCOOL: PERSPECTIVA HISTÓRICA	19
3.0.1	Da Criação ao Fim do Proálcool	24
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
	REFERÊNCIAS	32

1 INTRODUÇÃO

Sou licenciada em matemática e trabalho na educação básica, na rede estadual de educação, como professora de matemática, há 13 anos. Tanto na minha formação, quanto nos livros didáticos e na minha prática, sempre achei matemática muito distante da realidade e dos problemas brasileiros.

A neutralidade e universalidade do assunto, a meu ver, dificulta que o mesmo possa ser integrado no dia a dia dos educandos e nas questões de caráter regional. O que significa um tipo de abstração para além da abstração da própria matemática. E foram esses elementos que me levaram a estudar Bautista Vidal, um nacionalista profundamente interessado nas questões do desenvolvimento do Brasil.

O legado de Bautista Vidal na área da biomassa é inestimável. Sua visão estratégica, capacidade de inovação e compromisso com a sustentabilidade o colocaram como referência nacional e internacional. Seus trabalhos pioneiros abriram caminho para o desenvolvimento e utilização da biomassa em larga escala, contribuindo para a construção de um futuro energético mais limpo e sustentável.

A atuação de Vidal no campo da biomassa não se restringiu apenas à pesquisa acadêmica. Ele também desempenhou um papel crucial na disseminação do conhecimento científico, contribuindo para a formação de novas gerações de cientistas e engenheiros. Seu livro "Ciência, Indústria e Universidade" é uma referência que aborda os desafios e as oportunidades da integração entre ciência, indústria e academia, como citado por (VIDAL, 1966).

A história de Bautista Vidal é um testemunho do poder transformador da dedicação à ciência e ao progresso tecnológico. Seu legado perdura não apenas nas descobertas científicas que ele ajudou a catalisar, mas também na inspiração que ele continua a fornecer às gerações futuras de cientistas e pesquisadores.

Seu trabalho multidisciplinar e sua visão integradora o colocaram em uma posição única para influenciar políticas e práticas relacionadas à energia e ao meio ambiente. Além disso, sua parceria com outros pesquisadores, como mencionado por (Rocha; Filho, 2015), resultou em diálogos produtivos sobre ciência, tecnologia, educação e desenvolvimento, consolidando sua reputação como um intelectual comprometido com o progresso social.

Além do legado de Bautista Vidal, abordaremos a história da produção de etanol no

Brasil, a busca brasileira por autonomia energética até o advento do próalcool, que acontece nos anos de 1970.

Esquemáticamente, o trabalho está organizado em dois capítulos. No primeiro deles discutiremos sobre José Walter Bautista Vidal e seu legado.

No segundo capítulo abordaremos a história da cana-de-açúcar no Brasil e os fatos que culminaram com a criação do programa Próalcool.

2 BAUTISTA VIDAL: UMA JORNADA EM BUSCA DA AUTONOMIA ENERGÉTICA BRASILEIRA.

O baiano José Walter Bautista Vidal, nascido em 1934, é natural de Salvador, filho de José Bautista Alconero e Maria de Lourdes Vidal ambos espanhóis e que tiveram oito filhos, sendo José Walter o terceiro. O sustento da família vinha de uma padaria de propriedade dos pais. José Walter foi uma figura destacada no cenário científico e político brasileiro. Sua trajetória está intrinsecamente ligada ao estudo e desenvolvimento da energia da biomassa, que consiste na energia do sol armazenada nas plantas.

Em 1944 com o fim da Segunda Guerra Mundial, a família de Bautista Vidal decide retornar à Galicia-Espanha, ficando até 1951, período em que Bautista, com apenas quinze anos ingressou na Universidade de Santiago Compostela, com classificação “Notável”. Segundo seu irmão mais velho, ele estudava tanto, que seu pai precisava desligar a luz da casa, à noite, para que ele desgrudasse dos livros.

Sobre esse período de sua vida, em depoimento, afirmou “Este foi um dos períodos mais importantes da minha vida, pois foi quando formei a minha personalidade. A cultura humanística que então adquiri, lendo clássicos latinos no original e passando a conhecer a magnífica literatura espanhola, além de grande parte da literatura francesa e inglesa.” (Rocha; Filho, 2015)

Após seis anos na Espanha (1951), sua família decide retornar para o Brasil. Com dezesseis anos, Bautista Vidal revalidou o diploma do curso Secundário e teve que esperar até completar dezoito anos para submeter-se ao exame vestibular.

Aprovado, no vestibular, em quarto lugar, em 1954, ingressou na Escola Politécnica da UFBA, onde diplomou-se em Engenharia Civil (1958), graduado como 1º colocado da sua classe. De acordo com (Rocha; Filho, 2015), no Curso de Engenharia Civil, seu interesse por uma formação científica embasada revelou-se cedo. Já em 1955, após o primeiro ano como aluno de engenharia, participou do curso de “Equações Diferenciais” ministrado por professores da Escola, sob o patrocínio da Fundação para o Desenvolvimento da Ciência na Bahia. Em janeiro-fevereiro de 1956, estagiou no Instituto de Óleos, no Rio de Janeiro, trabalhando no Laboratório de Óptica, sob a orientação do Professor Antônio da Costa Nunes. No ano seguinte, em 1957, Bautista Vidal participou de um Curso de Verão, de Física, no Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA), em São José dos Campos, quando, então, encontrou-se com grandes nomes da Física, no Brasil de então: Mário Schenberg, José Leite Lopes, Jayme Tiomno, Guido

Beck, entre outros. Àquela ocasião, em razão do seu desempenho no curso, o professor Beck o convidou para estudar e trabalhar no Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), que era um dos mais importantes centros de pesquisas em Física no Brasil. No ano de sua formatura, em 1958, após dois anos de preparativos, coordenou a viagem da Embaixada dos Concluintes do Curso de Engenharia, presidida pelo professor Carlos Furtado de Simas, em uma excursão cultural à Europa (Portugal, Espanha, França, Bélgica, Inglaterra, Holanda, Alemanha Ocidental, Suíça e Itália), durante o mês de agosto e primeira metade de setembro, da qual participaram 21 estudantes três professores. Concluído o seu curso de Engenharia Civil, na então UFBA, partiu para a capital federal, em janeiro de 1959, com uma bolsa do Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq) com o intuito de estudar e trabalhar no CBPF, ingressando na categoria de “Monitor” e, seguidamente, “Instrutor”, “3º Assistente”, “2º Assistente” e, por fim, “1º Assistente”; quando então, em setembro de 1961, foi estudar na Universidade de Stanford, no Estado da Califórnia (USA), com vistas a atender ao curso de doutorado em Física nuclear.

Permaneceu na Universidade de Stanford, entre setembro de 1961 e dezembro de 1962, onde concluiu todas as disciplinas do curso de doutorado, mas em janeiro de 1963, pediu licença e retornou para à Universidade Federal da Bahia, com o intuito de criar um Instituto de Física “dirigido para a solução dos nossos problemas, nossas necessidades”.(Rocha; Filho, 2015)

“Fiz minha pós-graduação em física nuclear na Universidade de Stanford. Só que resolvi voltar para a minha Bahia, e quando cheguei disse para mim mesmo: ‘Que diabos vou fazer com a física nuclear na Bahia, com esse sol e esse mar?’ (Pereira, 2020).

Foi também essa fase de formação acadêmica que o fez refletir sobre outros problemas além dos acadêmicos: “Comecei a meditar e a preocupar-me com os problemas e potencialidades de meu País. Passei também a começar a entender o processo de colonialismo científico-cultural a que somos submetidos e ao qual não temos oferecido resistência”. Ainda enfatizou que a maioria que tiveram a possibilidade de estudarem numa universidade do mundo desenvolvido, não tinham capacidade de entender o jogo de dominação que a ciência desempenha entre os países centrais e os dependentes. Não se cogitava e não se cogita ainda, se o que estávamos estudando era de interesse do nosso País. O importante era somente a seriedade e a competência acadêmica sem nenhuma prioridade de outra natureza. Não se levava em conta como ainda não se leva, se o que estava sendo feito em termos globais interessava ao País ou era de interesse dos grupos ou dos países para onde íamos estudar.” (Rocha; Filho, 2015)

Em 1963, ao retornar dos EUA, Bautista Vidal foi incorporado ao quadro docente da

UFBA, onde trabalhou por seis anos (1963-1969). Deste período data o início da parceria UFBA-Petrobrás, que formou os primeiros geofísicos da empresa e rendeu frutos anos depois, com a descoberta das jazidas de petróleo no mar.

Em 1964, Vidal foi convidado a integrar a equipe da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), onde atuou como pesquisador e coordenador do Laboratório de Radioquímica (Rocha; Filho, 2015). Nesse período, Vidal dedicou-se ao estudo da radioatividade e suas aplicações em diversas áreas, como medicina, agricultura e indústria. (Vidal; Lalou; Labeyrie, 1967)

Em 1968, Vidal deixou a CNEN para assumir a direção do Instituto de Física da UFBA, cargo que ocupou até 1971 (Rocha; Filho, 2015). Durante sua gestão, Vidal promoveu a modernização do instituto, contribuiu na implantação do Centro de Computação, do Laboratório de Física Nuclear Aplicada e do CECIBA – Centro de Ensino de Ciências da Bahia e a criação de novos laboratórios de pesquisa.

Em 1972, Vidal foi nomeado diretor do Centro de Pesquisas do Recôncavo (CPRq), instituição vinculada à Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia da Bahia (SECIT). (Rocha; Filho, 2015). No CPRq, Vidal liderou pesquisas nas áreas de energia, meio ambiente e desenvolvimento regional. Em 1975, Vidal foi demitido do CPRq pelo governo militar, em decorrência de sua atuação política e de sua defesa da autonomia da universidade (Rocha; Filho, 2015). Após sua demissão, Vidal retornou à UFBA como professor e dedicou-se à pesquisa em física e à divulgação científica.

Em 1973 assumiu a secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia na Bahia. Nesse cargo, Bautista Vidal foi de fundamental importância na criação do Polo Petroquímico de Camaçari-BA. O Polo teve participação da Petrobras, da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), do Banco Nacional do Desenvolvimento (BNDES), do governo estadual e do empresariado, sendo de acentuada relevância na industrialização do Nordeste brasileiro. Também foi criado o Centro de Pesquisa e Desenvolvimento (CEPED), dirigido por Bautista Vidal, que tinha por incumbência “desenvolver tecnologia e transferi-la gradualmente às companhias nacionais” (Rocha; Filho, 2015). Esse trabalho no CEPED visava substituir o “pacote tecnológico externo, eliminar a necessidade de associação a empresas estrangeiras e reduzir a participação da Petrobras, à medida que o setor privado nacional adquirisse musculatura para liderar o processo” (Rocha; Filho, 2015)

Em 1974-1978, assumiu a Secretaria de Tecnologia Industrial (STI) do Ministério da

Indústria e Comércio. Nessa época o mundo passava pela chamada primeira crise do petróleo, período que o preço do barril chegou a quadruplicar e como o Brasil importava cerca de 80% do petróleo que consumia tornou-se urgente diversificar sua matriz energética e foi nesse contexto que Bautista Vidal reconheceu a necessidade urgente de diversificar a matriz energética brasileira, reduzindo a dependência de fontes fósseis. A biomassa, com sua abundância e potencial de produção em solo brasileiro, se apresentava como uma solução promissora. Bautista Vidal foi um dos principais idealizadores e implementadores do Programa Nacional do Alcool (Pró-Alcool), lançado em 1975. O programa visava substituir a gasolina por etanol derivado da cana-de-açúcar, promovendo a autonomia energética do país e impulsionando o desenvolvimento rural. Desde 1973 já se vinham projetando construindo e testando protótipos com o objetivo de desenvolver motores a álcool capazes de substituir os movidos a gasolina. Considerando que o País possui solo fértil, canaviais e destilarias, bastaria ampliar e otimizar o uso desses fatores para reduzir a dependência do petróleo importado. O governo brasileiro subsidiou o plantio de cana, a construção de novas destilarias e a ampliação das preexistentes. Em 1979 veio a segunda crise do petróleo, acertando um novo golpe contra a economia brasileira, o que fez que o governo acelerasse a transição. Em 1982, quando Bautista Vidal já havia deixado a chefia da STI, quase 90% da frota nacional de veículos era movida a álcool.

Com Bautista Vidal na gestão na STI, o Brasil também se engajou no Projeto Nióbio (1975-1991), que foi extinto no governo Collor. Com 98% das jazidas de nióbio, o Brasil tinha todas as condições de tomar para si as cadeias produtivas que dependiam desse insumo para fabricar seus produtos finais. O nióbio é um metal refratário, ou seja, muito resistente ao calor e ao desgaste. É brilhante, de baixa dureza, condutor de eletricidade e resistente à corrosão. O nióbio, que até então era exportado in natura, passou a ser exportado beneficiado, em formato de lingotes, com um valor de mercado muito superior. O Brasil poderia ter levado o projeto adiante, mas preferiu abandoná-lo, pondo a perder o trabalho realizado entre 1975 a 1991.

Em 1979, Vidal é demitido da UFBA, pelo regime militar, por suas críticas à ditadura e à repressão política (Rocha; Filho, 2015). Após sua demissão, Vidal mudou-se para o Rio de Janeiro, onde trabalhou como consultor em diversas empresas e instituições.

Em 1985, Vidal foi reintegrado à UFBA, onde permaneceu até sua aposentadoria em 1993 (Rocha; Filho, 2015). Durante esse período, Vidal dedicou-se à pesquisa em física e à formação de novos cientistas.

Na década de 1980, Vidal intensificou seus estudos sobre a biomassa, com foco no

desenvolvimento de tecnologias para o uso sustentável desse recurso (Filho *et al.*, 2015). Ele participou de diversos projetos de pesquisa e desenvolvimento nessa área, tanto no Brasil quanto no exterior. Direcionou seus esforços para o desenvolvimento do biodiesel, um biocombustível derivado de óleos vegetais. Ele reconheceu o potencial do biodiesel para diversificar ainda mais a matriz energética brasileira e reduzir as emissões de gases de efeito estufa. Vidal também atuou como consultor para empresas e governos que buscavam implementar soluções energéticas baseadas na biomassa. Ele defendia a utilização da biomassa como uma alternativa renovável e sustentável aos combustíveis fósseis (Filho; Vasconcelos; Jr, 2003).

O interesse de Bautista Vidal pela biomassa remonta à sua época na Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN, onde ele atuou em pesquisas sobre o uso de radioisótopos para o estudo da decomposição da matéria orgânica (VIDAL, 1963b). Ao longo de sua carreira, Bautista Vidal se tornou um defensor incansável da biomassa como fonte energética renovável e sustentável. Através de pesquisas, palestras, artigos e livros, ele disseminou conhecimento e tentou conscientizar a sociedade sobre os benefícios da biomassa para o meio ambiente e para o desenvolvimento socioeconômico do país.

2.0.1 Bautista Vidal e o Proálcool

Bautista Vidal desempenhou um papel fundamental no contexto do Proálcool, uma iniciativa do governo brasileiro que visava promover o uso de biocombustíveis, especialmente o álcool etílico derivado da cana-de-açúcar, como alternativa ao petróleo.(VIDAL, 1966). Sua participação nesse programa foi marcada por uma série de contribuições significativas, refletindo seu profundo envolvimento com questões relacionadas à biomassa e à energia renovável. Conforme destacado por (Filho, 2003), o Proálcool representou uma resposta estratégica do Brasil à crise energética global da época, transformando o país em um líder na produção e utilização de biocombustíveis. Nesse contexto, a atuação de Vidal foi relevante tanto no âmbito acadêmico quanto no prático, contribuindo para o desenvolvimento científico e tecnológico da área.

Um dos marcos de sua carreira foi o Projeto de Desenvolvimento de Um Laboratório de Fracas Radioatividades na Universidade Federal da Bahia, conforme documentado em relatório científico (VIDAL José Walter Bautista; LALOU, 1968). Esse projeto não apenas demonstrou sua capacidade de liderança e coordenação, mas também sua dedicação ao avanço da pesquisa científica em áreas emergentes, como a radioatividade aplicada. Além disso, suas contribuições para estudos sobre a deriva dos continentes em latitudes tropicais (Rocha; Filho, 2015) refletiram

sua perspicácia intelectual e seu interesse em questões geológicas e ambientais.

Sua visão estratégica e profundo conhecimento técnico o colocaram à frente do projeto desde seus primórdios. Em 1973, como Secretário de Ciência e Tecnologia do Estado da Bahia, Vidal liderou a criação da Comissão de Estudos sobre o Álcool como Combustível, reunindo especialistas renomados para avaliar a viabilidade do projeto (VIDAL, 1985).

Com base nos resultados promissores das pesquisas, Vidal defendeu com ardor a implementação do Proálcool em âmbito nacional. Sua convicção e capacidade de articulação foram fundamentais para convencer o governo federal a investir no programa, que teve início em 1975 (Filho, 2003).

Para além de sua atuação política, Vidal também contribuiu significativamente para o desenvolvimento científico e tecnológico do Proálcool. Sua tese de livre-docência, "Auto-Vibrações Eletromagnéticas entre Superfícies Refletoras em Movimento" (VIDAL, 1963a), demonstra sua expertise em física, área crucial para o aprimoramento dos motores a álcool.

Em parceria com Urbano Ernesto Stumpf, Vidal idealizou e desenvolveu o motor a álcool com carburador a vácuo, tecnologia inovadora que otimizava o desempenho e a economia de combustível (Vidal; Lalou; Labeyrie, 1967) (Rocha; Filho, 2015). O Proálcool, sob a liderança visionária de Bautista Vidal, teve um impacto profundo na sociedade brasileira. A diversificação da matriz energética reduziu a dependência do petróleo importado, contribuindo para a segurança energética do país (VIDAL, 1964).

O programa também impulsionou o desenvolvimento da agroindústria, gerando emprego e renda em áreas rurais, além de promover avanços tecnológicos na produção e no beneficiamento da cana-de-açúcar (Rocha; Filho, 2015). O legado de Bautista Vidal no Proálcool é inquestionável. Sua visão de futuro, aliada à sua expertise técnica e capacidade de liderança, o tornaram um dos principais responsáveis pelo sucesso do programa, que representou um marco na história do Brasil (VIDAL José Walter Bautista; LALOU, 1968). O reconhecimento por suas contribuições se estende além das fronteiras brasileiras. Em 1981, Vidal recebeu o Prêmio Unesco de Ciência e Tecnologia por seu trabalho pioneiro no desenvolvimento do Proálcool (Rocha; Filho, 2015)

Em suma, a biografia de Bautista Vidal revela um indivíduo profundamente comprometido com a promoção da ciência e da tecnologia em prol do desenvolvimento sustentável. Seu envolvimento no Proálcool e sua dedicação à pesquisa e à educação deixaram um legado duradouro, destacando a importância de abordagens interdisciplinares e inovação na busca por soluções para desafios globais.

2.0.2 A Pesquisa Bibliográfica sobre Bautista Vidal

A pesquisa bibliográfica e documental sobre José Walter Bautista Vidal é de fundamental importância para a formação dos estudantes sobre a percepção do Brasil, especialmente nas áreas de ciência, tecnologia e desenvolvimento sustentável. Vidal, um dos pioneiros na promoção de uma ciência integrada com as necessidades nacionais, contribuiu significativamente para a educação científica no Brasil. Sua atuação na Universidade Federal da Bahia (UFBA) é um exemplo emblemático dessa contribuição.

Um dos trabalhos de Vidal que merece destaque é o relatório científico "Projeto de Desenvolvimento de Um Laboratório de Fracas Radioatividades na Universidade Federal da Bahia", elaborado em colaboração com Claude Lalou e Jacques Labeyrie (VIDAL José Walter Bautista; LALOU, 1968). Esse projeto foi essencial para o desenvolvimento de pesquisas em radioatividade, uma área de grande relevância para a ciência brasileira da época. Além disso, a criação de laboratórios especializados fortaleceu a infraestrutura de pesquisa da UFBA, permitindo avanços científicos significativos.

Outra obra de Vidal, "Centro de Ciências", apresentada na Reunião Nacional de Ensino de Ciências em Recife, ressalta a importância de uma abordagem integrada na educação científica (VIDAL, 1965). Vidal defendia que a ciência não deveria ser ensinada de forma isolada, mas sim em conexão com a realidade socioeconômica do país. Essa perspectiva interdisciplinar ainda é crucial para a formação de cientistas capazes de responder aos desafios nacionais. A publicação "Ciência, Indústria e Universidade" também ilustra a visão de Vidal sobre o papel estratégico das universidades no desenvolvimento tecnológico e industrial do Brasil (VIDAL, 1966). Ele argumentava que a universidade deveria ser um motor de inovação, conectando pesquisa acadêmica com as necessidades da indústria nacional. Essa abordagem contribuiu para a percepção de que o desenvolvimento científico é um pilar fundamental para o progresso econômico e social do país.

O trabalho de Vidal sobre auto-vibrações eletromagnéticas entre superfícies refletoras em movimento, apresentado como tese para a Escola Politécnica da UFBA, é outro exemplo de sua contribuição científica (VIDAL, 1963a). Esse estudo avançado no campo da física demonstrou a capacidade de Vidal em produzir pesquisa de alta qualidade e relevância internacional, fortalecendo a posição do Brasil na comunidade científica global.

Em uma perspectiva mais ampla, a obra "Biomassa: recursos, aplicações e tecnologias em pesquisas", organizada por Pacheco, Ribeiro e Caldeira, destaca a importância da biomassa como

recurso sustentável (Pacheco *et al.*, 2022). A pesquisa sobre biomassa, fortemente influenciada pelas ideias de Vidal, mostra como o Brasil pode utilizar seus recursos naturais de forma sustentável, promovendo desenvolvimento econômico sem comprometer o meio ambiente.

Além disso, Rocha e Filho, em "Bautista Vidal: diálogos sobre ciência, tecnologia, educação e desenvolvimento", exploram a visão de Vidal sobre a interconexão entre esses elementos (Rocha; Filho, 2015). Eles discutem como Vidal via a ciência e tecnologia como ferramentas essenciais para a educação e o desenvolvimento nacional. Esse diálogo é fundamental para os estudantes compreenderem o papel estratégico da ciência no desenvolvimento sustentável do país.

A pesquisa sobre a deriva dos continentes em latitudes tropicais, desenvolvida por Vidal e Tanure, é um exemplo adicional de sua contribuição para a ciência brasileira (VIDAL José Walter Bautista; TANURE, 1967). Esse estudo inovador demonstrou a importância de explorar fenômenos geológicos em contextos tropicais, ampliando o conhecimento sobre a dinâmica da Terra e suas implicações para o Brasil.

Os depoimentos de Vidal, compilados por Ribeiro Filho, oferecem uma visão pessoal e detalhada de suas experiências e pensamentos sobre ciência e tecnologia no Brasil (VIDAL, 1985). Esses depoimentos são uma fonte valiosa para os estudantes, permitindo-lhes entender melhor a trajetória e o impacto de Vidal na promoção de uma ciência comprometida com o desenvolvimento nacional.

Dessa forma, a pesquisa bibliográfica e documental sobre José Walter Bautista Vidal fornece aos estudantes uma compreensão aprofundada da importância da ciência e tecnologia para o Brasil. As obras de Vidal mostram como a ciência pode ser aplicada para resolver problemas nacionais e promover o desenvolvimento sustentável, proporcionando um legado inspirador para as futuras gerações de cientistas e pesquisadores brasileiros.

3 PROÁLCOOL: PERSPECTIVA HISTÓRICA

Nesse capítulo abordaremos um pouco a história do pró álcool, começando pela história de uma de suas principais matérias primas, a cana de açúcar. Como veremos, a história do pró álcool tem raízes bastante antigas, coincidindo, de certa maneira, com a história do Brasil dos últimos séculos. Utilizaremos como principal referência bibliográfica para esse capítulo (Cortez, 2018).

A história da cana-de-açúcar no Brasil coincide com a vinda dos portugueses para o país e começa já em 1532, quando a planta foi introduzida na Capitania de São Vicente, atual São Paulo, para produzir açúcar, um produto de alto valor na Europa, e ajudar a ocupar e desenvolver as novas terras portuguesas. O cultivo expandiu-se rapidamente para Pernambuco, onde encontrou condições ideais. Segundo (Cortez, 2018).

De início, portanto, o ciclo da cana-de-açúcar estabeleceu-se principalmente na região Nordeste do Brasil. Enfrentou períodos de dificuldade, com a introdução da cana no Caribe e a produção de açúcar de beterraba na França no período de Napoleão Bonaparte, como forma de contornar a falta de açúcar na Europa continental.

No auge dos séculos XVI e XVII, o açúcar era inicialmente comercializado como rapadura, evoluindo para "pães de açúcar". É dessa nomenclatura a origem do nome do famoso ponto turístico do Rio de Janeiro, o Pão de Açúcar. Durante esse período as principais fontes de energia eram provenientes de materiais tais como madeira, carvão vegetal, ceras e cana-de-açúcar, que compunham a matriz energética brasileira da época.

A biodiversidade do Brasil atraiu naturalistas europeus no início do século XIX, levando à criação do Jardim Botânico do Rio de Janeiro em 1808. Entre 1847 e 1895, Louis Pasteur desenvolveu estudos sobre fermentação alcoólica, enquanto no Brasil, o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) foi criado em 1887 por Dom Pedro II, focando em pesquisas agrônômicas, incluindo variedades de cana-de-açúcar.

Ainda segundo (Cortez, 2018).

Até o fim do século XIX, houve um domínio absoluto da bioenergia tradicional (extrativismo de madeira) na matriz energética brasileira (Guerra e Cortez, 1992). Enquanto isso, principalmente na Europa, várias tecnologias ligadas à fabricação do açúcar e do álcool estavam sendo

desenvolvidas, como as máquinas a vapor que precederam o Ciclo Rankine, vindo a possibilitar a “cogeração”, o uso do vácuo na evaporação do caldo, reduzindo o consumo de energia, o processo de fermentação alcoólica, além do desenvolvimento da destilação. Já no final do século XIX, desenvolvia-se na França a destilação fracionada do álcool, vindo a permitir seu uso farmacêutico, químico e combustível (Mariller, 1951).

No início do século XX, devido ao surgimento da eletricidade e dos combustíveis líquidos, a matriz energética mundial passou por uma profunda transformação. No Brasil, a eletricidade começou a ser gerada a partir do potencial hídrico, também nas primeiras décadas do século XX pode-se notar a introdução das fontes fósseis (carvão mineral e o petróleo), dando complexidade à nascente matriz energética do país.

Nesse período, a indústria açucareira brasileira também se modernizou, com a criação dos "engenhos centrais", que centralizaram o processamento da cana-de-açúcar em usinas mais eficientes. Em 1903, o presidente Rodrigues Alves inaugurou a Exposição Internacional de Aparelhos a Álcool, destacando a importância do álcool como alternativa ao querosene importado.

Um episódio importante e decisivo para a história do século XX foi o surgimento do automóvel. Com ele, uma crescente demanda por combustível selou as disputas por energia, especialmente por petróleo oriundo de fontes fósseis, em todo o planeta. Como veremos mais adiante, será a crise do petróleo, nos anos iniciais da década de 1970, o passo decisivo para o surgimento do próalcool.

Em 1908, de acordo com (Cortez, 2018).

Data de 1908 a criação do Ford modelo T por Henry Ford, nos EUA, que utilizava álcool e também gasolina como combustíveis.

O Brasil, que viu surgir seu primeiro automóvel no ano de 1891, um Peugeot de propriedade de Alberto Santos Dumont, e trazido da França, viu crescer a frota de veículos nas décadas seguintes. De acordo com (Cortez, 2018).

O crescimento da frota de veículos no Brasil foi bastante rápido, alcançando 220 mil unidades em 1929 e aumentando significativamente o consumo de gasolina importada. Portanto, a substituição de parte da gasolina importada por álcool apresentava importância energética e econômica.

Na década de 1920, surgiram importantes empresas do setor açucareiro, como a Dedini, da cidade Piracicaba, em São Paulo (a Dedini ainda encontra-se em funcionamento até hoje e

é uma gigante da indústria brasileira no ramo sucroalcooleiro) que desempenhariam um papel crucial na industrialização do Brasil. Em 1927, a Usina Serra Grande Alagoas (USGA) lançou o álcool-motor, o primeiro grande empreendimento brasileiro em álcool combustível, no Recife, oferecendo uma alternativa à gasolina.

Como se vê, o próalcool tem bastante história e é o resultado de muitos esforços empreendidos ao longo do século 20. O desenvolvimento da indústria e o crescimento da frota de automóveis estão por trás de todos esses esforços. Como se vê também, o Brasil sempre demonstrou protagonismo na busca por fontes alternativas de combustíveis.

Na década de 1930, o Brasil deu os primeiros passos na conversão energética da biomassa, iniciando a produção de álcool como combustível. De acordo com (Cortez, 2018).

A adição obrigatória de álcool à gasolina importada veio em 1931 (Brasil, 1931). Foi criada em 1932 a Estação Experimental de Combustíveis e Minérios, posteriormente transformada, em 1933, no Instituto Nacional de Tecnologia, onde Eduardo Sabino de Oliveira e Lauro de Barros Siciliano deram continuidade aos estudos do uso automotivo de álcool, iniciados na Escola Politécnica de São Paulo (Oliveira, 1937; INT, 1979).

Dos anos de 1930 a 1975 um intenso conjunto de esforços foi implementado com vistas a assegurar o potencial energético do álcool de cana de açúcar como combustível de automóveis. A segunda guerra mundial, dado seu alto consumo de petróleo, substância da qual é feita a gasolina, foi um propulsor desses esforços o que culminou com a imposição de um percentual de álcool na gasolina.

Diversas medidas governamentais, adotadas pelo governo brasileiro, marcaram esse período e caracterizaram o álcool definitivamente como componente dos combustíveis e importante vetor da economia. A criação de Institutos de pesquisas, criação de empresas tais como a Petrobrás, criação de Sociedades de alcooleiros, dentre outros, ilustram esse movimento.

Como exemplo disso, conforme (Cortez, 2018).

O presidente Getúlio Vargas criou em 1933 o Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA) motivado por uma crise no setor açucareiro, já que o uso de álcool de cana poderia ajudar os produtores de açúcar a arbitrar entre a produção de açúcar e de etanol, ao mesmo tempo que atenuaria o consumo de gasolina importada no país. Nesse sentido, pode-se creditar a Vargas o nascimento da ideia de um Estado empreendedor usando a bioenergia da cana-de-açúcar como vetor de desenvolvimento.

Durante as décadas de 1920, 1930 e 1940, o Brasil esteve envolvido em debates sobre

a exploração de petróleo, com figuras como Monteiro Lobato liderando o movimento que culminaria na criação da Petrobras na década de 1950. Em paralelo, em 1931, foi instituída a adição obrigatória de álcool de cana à gasolina, com o teor variando de 0% a 5% até a década de 1970, aumentando durante a Segunda Guerra Mundial devido à escassez de gasolina.

Mesmo antes do fim da Segunda Guerra Mundial, o petróleo se tornou a principal fonte de energia para transportes, enquanto a hidroeletricidade ganhava destaque. Apesar disso, a bioenergia, incluindo lenha, carvão vegetal, etanol e bagaço de cana, manteve-se relevante, com o uso de etanol na gasolina variando de 5% a 7% entre 1930 e 1975.

A produção de álcool da cana de açúcar ensejou o desenvolvimento de outros produtos, inclusive usados na agricultura. É o caso por exemplo da vinhaça, como destaca (Cortez, 2018).

Em 1934, Oswaldo Gonçalves de Lima e Anibal Ramos de Matos, da Universidade Federal de Pernambuco, demonstraram que a vinhaça poderia ser utilizada como fertilizante no solo. Apesar do baixo pH (5,0 a 6,0) o solo tratado com ele poderia ser alcalinizado, apresentando um pH próximo de 7,0. Oswaldo Lima criou em 1958, no Recife, o Instituto dos Antibióticos, hoje Departamento de Antibióticos da UFPE (Amorim, 2005).

Na década de 1940, durante a Segunda Guerra Mundial, o Brasil enfrentou dificuldades no abastecimento de gasolina, que era totalmente importada. Como resposta, combustíveis alternativos, como álcool e carvão vegetal, ganharam importância, e veículos movidos a gasogênio se tornaram comuns nas grandes cidades. Nesse período, o uso de álcool na gasolina aumentou significativamente, chegando a uma média de 42% entre 1942 e 1946.

Um episódio importante da história econômica, política e social brasileira do Século 20 foi a criação da Petrobrás nos anos de 1950. Como assegura (Cortez, 2018).

A criação da Petrobras se deu em 3 de outubro de 1953 por Getúlio Vargas, por meio da Lei n. 2.004 de 1952. A nova empresa ficou responsável pela execução do monopólio estatal do petróleo para exploração, refino do produto nacional e estrangeiro, transporte marítimo e sistema de dutos, tendo como objetivo tornar o país autossuficiente em petróleo.

A criação da empresa, junto com a expansão da indústria automobilística na década de 1950, representou as condições de desenvolvimento de um modelo econômico baseado no uso do petróleo como principal fonte de energia. Getúlio Vargas destacou o caráter nacionalista da Petrobras, afirmando que a empresa garantiria que o petróleo brasileiro fosse controlado pelo próprio país, fortalecendo a soberania e explorando uma das maiores riquezas do Brasil. Cabe

destacar que desde então a Petrobrás tem sido alvo de muitos especuladores. Nos anos de 1990, por exemplo, uma intensa campanha de privatização da empresa foi desencadeada.

Ainda no bojo do desenvolvimento do álcool de cana de açúcar, cabe destacar o Centro de Tecnologia Copersucar (CTC), criado nos anos de 1960 e fundamental para o avanço da produtividade da cana de açúcar. De acordo com (Cortez, 2018), o CTC

deixou sua marca no desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar no Brasil. Nesse período, o ganho de eficiência foi inegável: a produtividade da cana-de-açúcar quase dobrou em relação aos anos 1960, o teor de açúcar na cana aumentou em 50% e a produtividade agroindustrial saltou de 2,6 mil litros para mais de 7 mil litros de etanol por hectare, enquanto o custo de produção caiu de cerca de 3 reais para menos de 1 real por litro.

Outro importante instrumento na direção da criação do Proálcool foi o Plano Nacional de Melhoramento da Cana-de-Açúcar (Planalsucar) foi criado em 1971, que segundo (Cortez, 2018).

Em 1971, foi criado o Plano Nacional de Melhoramento da Cana-de-açúcar (Planalsucar), órgão ligado ao IAA e voltado ao desenvolvimento de novas variedades, cujo objetivo era contribuir com o aumento da produtividade da atividade canavieira no país. As atividades do Planalsucar também incluíam a previsão de safras. Segundo Luiz Carlos Corrêa Carvalho, o “Caio”, ex-superintendente do Planalsucar e hoje diretor da Associação Brasileira do Agronegócio (ABAG), o Planalsucar desempenhou um papel muito importante no Proálcool, dado que muitos estudos para o avanço da cana já tinham sido realizados pelo órgão. Segundo Octávio Antonio Valsechi, pesquisador da UFSCar, “o Planalsucar foi antecedente do Proálcool com o objetivo de desenvolver em três anos regiões para plantio de cana e adaptar variedades para estas novas regiões. O berço do Proálcool é onde hoje está o CCA/UFSCar - Centro de Ciências Agrárias. Foi ali que tudo começou!”.

Mas o episódio decisivo para a criação do Proálcool foi a crise do petróleo de 1973. Conforme (Cortez, 2018).

No primeiro choque do petróleo, em 1973, cuja causa principal foi o embargo dos países membros da recém-criada Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP), os preços do petróleo passaram de 1,9 dólar/barril em 1972 a 11,2 dólares/barril em 1974. Dado que o Brasil importava quase 80% do petróleo que consumia – o que representava cerca de 50% do valor total de suas importações –, o impacto desse aumento foi muito significativo para a economia brasileira. Algo precisava ser feito, e rapidamente, para aliviar a dependência do petróleo importado.

Ao mesmo tempo, o setor açucareiro enfrentava uma crise devido à queda dos preços do açúcar no mercado internacional, o que levou os empresários a considerarem a produção de álcool combustível como uma alternativa viável.

3.0.1 Da Criação ao Fim do Proálcool

Em 14 de novembro de 1975, o governo brasileiro, sob a presidência de Ernesto Geisel, criou o Programa Nacional do Álcool (Proálcool) através do Decreto n. 76.593. Esse programa, como vimos, foi resultado de esforços de diversos especialistas que defendiam o uso do álcool de cana-de-açúcar como combustível automotivo. Entre os principais defensores estavam José Walter Bautista Vidal, Lamartine Navarro Júnior e outros líderes da indústria e do governo. Navarro Júnior foi um dos primeiros a propor o Proálcool, apresentando o estudo "Fotossíntese como Fonte Energética" em 1974, que sugeria incentivos para a produção de etanol diretamente da cana-de-açúcar. O estudo, encaminhado ao presidente do Conselho Nacional do Petróleo, Araken de Oliveira, sugeria incentivos para a produção de etanol diretamente da cana-de-açúcar, marcando o início do Proálcool. Navarro Júnior identificou a oportunidade de utilizar o etanol como combustível alternativo para reduzir a dependência da gasolina.

O preço do etanol foi fixado em paridade com o açúcar, influenciando a produção nas usinas. O cálculo da paridade entre etanol e gasolina foi realizado por Cicero Junqueira Franco, segundo (Cortez, 2018).

Naquele momento, havia preocupação em relação ao preço do “novo produto” (álcool) e sua relação com o preço do açúcar. Segundo Goldemberg (2011), o preço do etanol foi estabelecido em paridade com o preço do açúcar, devendo ser 35% superior ao preço de 1 quilo de açúcar. Essa relação de preços iria influenciar o mix para o açúcar e álcool produzidos nas usinas. O cálculo da relação de paridade entre o etanol e a gasolina foi formulado pelo engenheiro Cicero Junqueira Franco.

Graças a uma colaboração entre o governo e o setor privado, o Brasil tornou-se líder mundial na produção e uso de etanol de cana-de-açúcar. Quando o programa foi implementado, o país já tinha uma produção significativa de cana, mas a produção de etanol ainda era modesta.

Durante a primeira fase do Proálcool (1975-1979), a produção de álcool anidro, que podia ser misturado à gasolina, cresceu significativamente, passando de 600 milhões de litros por ano em 1975-1976 para 3,4 bilhões de litros por ano em 1979-1980.

Até 1975, a cultura da cana-de-açúcar no Brasil era baseada em poucas variedades.

Com a criação do Planalsucar, conforme vimos anteriormente, houve um aumento significativo nas pesquisas agrônomicas, com a formação de pesquisadores para cada estação. Novos grupos de pesquisa focados em solos, herbicidas, controle biológico de pragas e doenças foram estabelecidos.

No final da década de 1970 e início da década de 1980, estudos realizados em conjunto pelo IPT, Instituto Nacional de Tecnologia (INT) e a indústria automobilística focaram na compatibilidade de materiais com etanol. Esses estudos foram fundamentais para o avanço tecnológico no Brasil, permitindo o uso de gasolina com altas concentrações de etanol e viabilizando a produção de veículos movidos a álcool e flex.

De acordo com (Cortez, 2018).

Urbano Ernesto Stumpf, do ITA/CTA, desenvolveu na década de 1970 importantes estudos sobre o motor a álcool com dois objetivos essenciais: 1) tentativa de evitar os royalties pagos na fabricação dos motores importados e projetados no exterior; e 2) viabilizar o uso em grande escala de um combustível derivado da biomassa. Stumpf é considerado o pioneiro no desenvolvimento do motor a álcool brasileiro. Já Francisco Nigro, do IPT, e Henry Joseph Júnior, da Anfavea e Volkswagen, dentre outros, representam uma geração de engenheiros brasileiros que contribuíram para que o sonho de Stumpf se concretizasse. Posteriormente, junto com uma nova geração de engenheiros, como Fernando Damasceno, da Magneti Marelli, e Besalier Botelho, da Bosch, contribuíram para que os motores flex-fuel se tornassem um enorme sucesso.

Apesar dos avanços, desafios ainda persistem na área de motores, especialmente com a introdução de veículos híbridos e a necessidade de melhorar a eficiência do uso de etanol em comparação à gasolina. Esses temas são abordados no livro "Bioetanol de Cana-de-Açúcar", publicado pelo BNDES. Nesse período, o vice-presidente da República, Aureliano Chaves, iniciou articulações para o Proóleo, um programa similar ao Proálcool, visando a substituição do óleo diesel por óleos vegetais. Em 1981, a Comissão Nacional de Energia (CNE) recomendou a criação do Programa Nacional de Energia de Óleos Vegetais.

Segundo (Cortez, 2018).

Em 1980, a Volkswagen do Brasil cedeu um carro Passat, com motor diesel, para que o grupo de Ulf Schuchardt, da Unicamp, realizasse testes com diferentes misturas de diesel/biodiesel/etanol. Estes duraram alguns anos e permitiram algumas conclusões: a) o diesel não forma misturas estáveis com o etanol; b) o diesel pode ser misturado em qualquer proporção com o biodiesel; c) o biodiesel pode ser misturado com o etanol

em baixa proporção; d) a mistura energeticamente mais eficiente é 80% diesel/20% biodiesel; e) a mistura mais eficiente pode conter até 5% de etanol.

Ainda no final da década de 1970, um outro fato mundial importante contribuiu para impulsionar a dinâmica que estava em curso no Brasil com relação ao Proálcool. Foi o episódio conhecido como segundo choque do petróleo. De acordo com (Cortez, 2018).

Em 1979, ocorre o segundo choque do petróleo em decorrência da Guerra do Golfo Pérsico entre Irã e Iraque. Os preços do petróleo voltam a aumentar significativamente, passando de 12,9 dólares/barril em 1978 para 30,5 dólares/barril em 1980, levando a uma nova deterioração das contas brasileiras, já bastante prejudicadas devido ao primeiro choque e ao crescente endividamento externo mantido pelo governo brasileiro. O segundo choque do petróleo viabilizou outras opções energéticas, como a exploração do petróleo da bacia de Campos e provocou um novo impulso do álcool combustível, visando alcançar a pretendida autossuficiência em petróleo.

Como consequência do segundo choque do petróleo, o Proálcool experimentou um período de crescimento, uma fase de expansão que ficou conhecida como segunda fase do Proálcool. Segundo (Cortez, 2018).

Na segunda fase do Proálcool (1979-1985), o álcool passou a ser produzido também em destilarias autônomas, dedicadas exclusivamente à produção de álcool, sem produção de açúcar. Nesta fase, dá-se início à produção de álcool hidratado, o que permitiria seu uso generalizado em carros a álcool, enquanto nos anos anteriores somente operavam algumas frotas de demonstração com carros convertidos. A produção de álcool cresceu substancialmente no período, chegando a 11,8 bilhões de litros na safra de 1985-1986.

Com a expansão, investimentos consideráveis foram realizados, tanto na ampliação da área plantada de cana-de-açúcar quanto na construção de novas destilarias. O governo federal, através da Comissão Executiva Nacional do Álcool (CENAL), produziu documentos abordando questões críticas, como "O Proálcool e as culturas alimentares". O setor privado também se beneficiou, com o desenvolvimento de fornecedores nacionais, como Dedini e Zanini, e de uma cadeia de indústrias metalúrgicas nas regiões de Piracicaba, Sertãozinho, São Paulo e Pernambuco.

A maior parte dos recursos financeiros investidos veio de empréstimos do governo federal, com apoio adicional do Banco Mundial, que concedeu dois empréstimos para investimentos, pesquisa e desenvolvimento, envolvendo a FINEP e a STI. Segundo Goldemberg (2008), com o

início da venda de álcool hidratado nos postos de combustíveis, foi estabelecida uma política de preços onde o preço do álcool pago aos produtores deveria ser de 59% do preço de venda da gasolina.

Em toda essa trajetória do PROÁLCOOL, um órgão do governo federal cumpriu papel decisivo: a Secretaria de Tecnologia Industrial (STI) do Ministério da Indústria e do Comércio (MIC), que foi dirigida por Bautista Vidal no início do programa. De acordo com (Cortez, 2018).

O governo Figueiredo, em 1979, convidou José Israel Vargas para a Secretaria da Tecnologia Industrial (STI) do MIC, sucedendo Bautista Vidal. O vice-presidente Aureliano Chaves e o então secretário Israel Vargas passaram a ser os executores da segunda fase do Proálcool, dando-lhe uma dimensão de grande escala dentro do chamado Modelo Energético Nacional. Posteriormente, esse desenvolvimento teve continuidade e foi intensificado com Lourival Carmo Monaco ocupando a Secretaria de Tecnologia Industrial do MIC. Outros grandes projetos da área de energia da Comissão Nacional de Energia eram a exploração do petróleo da bacia de Campos, a construção das hidrelétricas (Itaipu e outras) e a construção das usinas nucleares (Angra). Os governos Geisel e Figueiredo ficaram marcados pela ênfase na questão energética.

Entre 1975 e 1983, a tecnologia industrial para a produção de álcool no Brasil passou por uma significativa evolução. No início do Proálcool, a produção de etanol era realizada principalmente a partir do melaço, um subproduto da produção de açúcar. À medida que a demanda por etanol cresceu, as usinas passaram a adicionar caldo de cana à mistura, aumentando progressivamente o teor de etanol produzido.

Com o aumento do consumo, surgiu a necessidade de uma nova solução industrial: a criação de "destilarias autônomas" dedicadas exclusivamente à produção de etanol. Essas destilarias utilizavam bagaço de cana como fonte de energia para os processos internos, marcando um salto tecnológico significativo para o setor. Essa inovação foi em grande parte resultado de esforços nacionais, que adaptaram e avançaram as práticas internacionais para desenvolver uma nova concepção de planta industrial, processos e equipamentos.

Nos primeiros anos da década de 1980, essa tecnologia evoluiu rapidamente, culminando no I Seminário de Tecnologia Industrial de Produção de Álcool, realizado em agosto de 1984 em Campinas (SP). Organizado pela Comissão Executiva Nacional do Álcool (CENAL) e pela Secretaria de Tecnologia Industrial (STI), o seminário reuniu a indústria de equipamentos, fornecedores da planta industrial e especialistas universitários para apresentar o estágio tecnológico avançado do Brasil e discutir as emergentes tecnologias de maior impacto para a produção de

etanol.

Em 1983, o então ministro João Camilo Penna fez uma avaliação abrangente do desenvolvimento da tecnologia industrial nos primeiros anos do Proálcool, destacando os avanços significativos alcançados entre 1975 e 1983. Ele ressaltou que, em apenas oito anos, o Brasil desenvolveu, com base em esforços e técnicas nacionais, um vasto conhecimento e experiência em todas as fases da produção de etanol. Isso incluiu desde o desenvolvimento de novas variedades de cana-de-açúcar e o aproveitamento de subprodutos até o projeto de máquinas, equipamentos agrícolas e industriais, e a engenharia de motores. Além disso, houve avanços em áreas de tecnologia de ponta, como engenharia genética e controle de processos por computadores, o que posicionou o Brasil como um líder internacionalmente competitivo no setor de equipamentos para a produção de etanol.

Na metade da década de 1980, com o fim do regime militar e o início da Nova República, o Proálcool deixou de existir formalmente como programa governamental. No entanto, as políticas de apoio à produção de cana-de-açúcar e ao uso de álcool combustível continuaram, refletidas no aumento da produção de veículos a álcool.

Um dos principais desafios técnicos do Proálcool foi a escala de produção. O governo inicialmente propôs destilarias com capacidade de 120 mil litros de álcool por dia, mas essa escala foi considerada pequena. Pesquisadores como Romeu Corsini e Enrique Ortega propuseram alternativas com mini e microusinas, mas essas opções não alcançaram a mesma produtividade e eficiência econômica das grandes usinas. Ao longo dos anos, ficou claro que os custos de produção diminuem com o aumento da escala, embora o transporte da cana, que representa 15% a 20% do custo final do álcool, limite o tamanho das usinas.

No início do Proálcool, foi considerada a utilização de outras matérias-primas para a produção de etanol, como mandioca e sorgo sacarino, similar ao que ocorre hoje com o biodiesel. A Embrapa implantou um modelo em Jundiaí (SP) usando difusores e operando com sorgo sacarino e cana-de-açúcar para prolongar a safra. Outro projeto, liderado pela Petrobras em Curvelo (MG), tentou produzir álcool a partir da mandioca, mas falhou devido à dificuldade de suprimento de matéria-prima, problema também enfrentado por uma iniciativa em Sinop (MT). Em 1978, o grupo de Ulf Schuchardt, da Unicamp, iniciou estudos de hidrogenólise de biomassas, resultando na produção de bio-óleos de alta qualidade a partir do bagaço de cana. Com financiamento da FINEP, foi construído um reator contínuo de hidrogenólise, que operou por cinco anos, fornecendo bio-óleos estáveis com rendimento superior a 60%.

Nos primeiros anos do Proálcool, a vinhaça, resíduo líquido da destilação do etanol, era um grande problema ambiental devido ao seu despejo em cursos d'água. No final dos anos 1970, o Centro de Tecnologia Promon e o Instituto Agrônômico (IAC) realizaram estudos para avaliar o impacto da vinhaça no solo. Com o tempo, a aplicação de vinhaça como fertilizante (fertirrigação) se tornou prática comum nas usinas, ajudando a economizar potássio (elemento que a vinhaça é bastante rica). Pesquisadores como Nadir Almeida da Glória e Raffaella Rosseto, do IAC (Instituto Agrônômico), foram fundamentais nesse desenvolvimento, resultando na criação de normas técnicas e regulamentações para aplicação de vinhaça no solo.

O Proálcool, iniciado em 1975, foi marcado por subsídios significativos para a formação de canaviais e a implantação de usinas, com empréstimos a juros baixos ou negativos, dependendo da região. Esses subsídios foram criticados, mas ajudaram a viabilizar o programa.

Com a transição para um governo civil-democrático e a liberalização econômica na década de 1980, os subsídios foram retirados, e o Proálcool deixou de existir como programa de incentivos.

Embora o Proálcool visasse reduzir desigualdades regionais, a maioria das usinas foi instalada no Sudeste, onde havia melhores condições de produção, apesar dos incentivos à produção no Nordeste.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A obra de Bautista Vidal nos convida e nos provoca a olharmos para o Brasil com atenção e profundidade. Reconhecendo o potencial energético do sol e suas implicações, Vidal dedicou a vida a bradar, desde a academia até as instâncias do Estado e a imprensa que o Brasil é um território de riqueza, especialmente em energia oriunda da biomassa. Ele acreditava firmemente que essa abundância deveria ser a base da emancipação econômica do país.

Esta dissertação reafirma a relevância das contribuições de Bautista Vidal para a transição energética brasileira, destacando seu papel pioneiro na implementação de iniciativas como o Proálcool e na promoção do etanol como alternativa sustentável aos combustíveis fósseis. A análise realizada evidencia não apenas o impacto estratégico da biomassa, especialmente da cana-de-açúcar, na matriz energética nacional, mas também a importância de abordagens científicas e quantitativas para otimizar a produtividade agrícola, com foco em culturas como cana-de-açúcar e milho no contexto dos biocombustíveis.

Vidal morreu amargando as mesmas contradições com as quais lidou a vida inteira: as de morar num país da abundância com boa parte do povo tendo que enfrentar a fome, o desemprego, a falta de moradia.

Nesse trabalho, minimamente e com todas as limitações que uma dissertação na área de matemática tem quando se aproxima da realidade, tivemos a intenção de nos aproximarmos da obra desse grande brasileiro e de entendermos, a potência energética anunciada por Bautista Vidal em números.

Também julgamos possível que projetos interdisciplinares envolvendo a temática da energia da biomassa, possam ser realizados, unindo diferentes áreas do conhecimento, como matemática, história, geografia, química, física e ciência. Tais projetos podem ser integrados no cotidiano escolar quanto em eventos como feiras de ciências, trazendo a obra de Bautista Vidal e os problemas do povo brasileiro para o centro das discussões.

Por fim, esta dissertação celebra o legado de Bautista Vidal e o protagonismo do Brasil no campo dos biocombustíveis, ao mesmo tempo que ressalta a importância de integrar o pensamento científico nos debates sobre energia e sustentabilidade. É um chamado à valorização do conhecimento interdisciplinar como ferramenta para enfrentar os desafios globais e construir um futuro mais equilibrado e sustentável. Em última análise, o trabalho ilustra como a busca

por fontes renováveis de energia pode ser um instrumento essencial para a construção de um desenvolvimento mais justo e responsável.

Ademais, mencionamos que o Produto Educacional fruto deste trabalho encontra-se depositada na plataforma **eduCAPES**.

REFERÊNCIAS

- CORTEZ, L. A. B. **Proálcool 40 anos: Universidades e empresas: 40 anos de ciência e tecnologia para o etanol brasileiro**. [S.l.]: Editora Blucher, 2018.
- FILHO, A. R. *et al.* José walter bautista vidal e o modelo energético brasileiro. **e-Boletim da Física**, v. 4, n. 4, p. 1–3, 2015.
- FILHO, A. R.; VASCONCELOS, D. S. d.; JR, O. F. A contribuição francesa ao ensino e à pesquisa em geofísica no estado da bahia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, SciELO Brasil, v. 25, p. 218–225, 2003.
- FILHO, J. A. **Matriz energética brasileira: da crise à grande esperança**. [S.l.]: Mauad Editora Ltda, 2003.
- PACHECO, C. S. G. R.; RIBEIRO, G. F.; CALDEIRA, M. V. W.; MARTINS, W. F.; PRATA, E. G.; LIMA, C. R. d.; AYOUB, J. P. Biomassa: Recursos, aplicações e tecnologia em pesquisas. Instituição extra IF Goiano, 2022.
- PEREIRA, G. G. José walter bautista vidal: Biografia política de um cientista. p. 1–8, 2020.
- ROCHA, J. F. M.; FILHO, A. R. Bautista vidal: diálogos sobre ciência, tecnologia, educação e desenvolvimento. **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 8, n. 1, p. 115–131, 2015.
- VIDAL, J. B.; LALOU, C.; LABEYRIE, J. **Projeto de Desenvolvimento de Um Laboratório de Fracas Radioatividades na Universidade Federal da Bahia**. [S.l.]: Relatório Científico. IMF. UFBA. Salvador. Bahia, 1967.
- VIDAL, J. W. B. **Auto-Vibrações Eletromagnéticas entre Superfícies Refletoras em Movimento**. Salvador-BA: Escola Politécnica da UFBA, 1963.
- _____. Ciência e tecnologia. **REUNIÃO NACIONAL DE TECNOLOGISTAS**, v. 1, 1963.
- _____. **Ciência e Tecnologia**. In: **Reunião Nacional de Tecnologistas**. Salvador-BA: Revista do Instituto de Pesquisas Tecnológicas da UFBA, 1964.
- _____. **Reunião Nacional de Ensino de Ciências em Recife**. Salvador-BA: Boletim Informativo-Cultural da UFBA, 1965.
- _____. **Ciência, Indústria e Universidade**. Salvador-BA: Salvador: Publicação do Instituto de Matemática e Física da UFBA, 1966.
- _____. **Depoimentos**. In: **RIBEIRO FILHO, Aurino (Ed.)**. Salvador: Cadernos do IFUFBA, 1985.
- VIDAL JOSÉ WALTER BAUTISTA; LALOU, C. L. J. **Projeto de Desenvolvimento de Um Laboratório de Fracas Radioatividades na Universidade Federal da Bahia**. Salvador-BA: Relatório Científico. IMF. UFBA, 1968.
- VIDAL JOSÉ WALTER BAUTISTA; TANURE, H. **Estudo da Deriva dos Continentes em Latitudes Tropicais**. São Paulo: Ciência e Cultura, 1967.