UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

**Instituto de Física
Faculdade de Educação
Instituto de Química
Instituto de Biologia**

**A FORMAÇÃO DO CIDADÃO
E O
SISTEMA ENERGÉTICO BRASILEIRO**

SÍLVIA HELENA PAES DE ALMEIDA DE SAITO

ORIENTADOR: PROF. DR. LUÍS CARLOS DE MENEZES

São Paulo

2015

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Instituto de Física
Faculdade de Educação
Instituto de Química
Instituto de Biologia

**A Formação do Cidadão
e o
Sistema Energético Brasileiro**

Sílvia Helena Paes de Almeida de Saito

Dissertação de mestrado submetida à banca de
Defesa para obtenção do título de Mestre em
Ensino de Ciências (Área de Concentração:
Ensino de Física).

Orientador: Prof. Dr. Luís Carlos de Menezes

São Paulo

2015

Autorizo a reprodução total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA
Preparada pelo Serviço de Biblioteca e Informação
do Instituto de Física da Universidade de São Paulo

Saito, Silvia Helena Paes de Almeida de

A formação do cidadão e o sistema energético brasileiro.
São Paulo, 2015.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo.
Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química
e Instituto de Biociências.

Orientador: Prof. Dr. Luís Carlos de Menezes

Área de Concentração: Ensino de Física

Unitermos: 1.Física (Estudo e ensino); 2. Cidadania; 3.
Sociedade; 4. Educação; 5. Energia elétrica.

USP/IF/SBI-022/2015

*Quero falar de uma coisa
Adivinha onde ela anda
Deve estar dentro do peito
Ou caminha pelo ar
Pode estar aqui do lado
Bem mais perto que pensamos
A folha da juventude
É o nome certo desse amor
Já podaram seus momentos
Desviaram seu destino
Seu sorriso de menino
Quantas vezes se escondeu
Mas renova-se a esperança
Nova aurora cada dia
E há que se cuidar do broto
Pra que a vida nos dê cor, flor e fruto.
Coração de estudante
Há que se cuidar da vida
Há que se cuidar do mundo
Tomar conta da amizade
Alegria e muito sonho
Espalhados no caminho
Verde, plantas e sentimento
Folhas, coração,
Juventude e fé.
(Coração de Estudante, Milton Nascimento) ¹.*

*Água do meu Tietê,
Onde me queres levar?
Rio que entras pela terra
E que me afastas do mar...
É noite. E tudo é noite. Debaixo do arco admirável
Da Ponte das Bandeiras o rio
Murmura num banzeiro de água pesada e oleosa.
(Trecho de A Meditação sobre o Tietê, Mário de Andrade) ².*

¹ NASCIMENTO, M. *Coração de Estudante*, 1983 acessível em 09.07.2015 por <http://letras.mus.br/milton-nascimento/47421/>.

² ANDRADE, M. *A Meditação sobre o Tietê*, acessível em 01.07.2015 por <http://www.youtube.com/watch?v=NVI-5TdqwMU>.

AGRADECIMENTOS:

Gostaria de agradecer imensamente a colaboração de diversas pessoas para que este trabalho pudesse ser realizado e me perdoem se em alguns casos falhar a memória.

Em primeiro lugar, agradecer a consideração daqueles que me selecionaram entre tantos candidatos para que tivesse a oportunidade de cursar esse Mestrado.

Em seguida, a orientação do prof. Menezes e o desafio de tentar realizar um trabalho, que se revelou muito gratificante, não só como retorno à atividade intelectual da minha profissão original, mas principalmente, do ponto de vista da minha própria formação humana, pela necessidade de me sentir participante e tentar contribuir de alguma maneira. Em tempo: agradeço sua atenção, apoio e compreensão durante as dificuldades enfrentadas nesse período.

Ainda, a paciência dispensada pelo prof. João Zanetic ao ler atentamente esse trabalho, antes e depois da Qualificação e suas contribuições essenciais e valiosas.

Também preciso agradecer a inestimável ajuda, estímulo e dedicação dispensados pela profa. Maria Regina Kawamura desde o curso de Graduação até o Mestrado, sempre ouvindo e procurando encontrar uma solução para os problemas que surgiam.

Com seus ensinamentos preciosos, aos professores:

Maria José Bechara, Marcia Rizzutto, Cristiano Mattos, Cristina Leite, Osvaldo Pessoa, Fernando Navarra, Alberto Villani, Mikiya Muramatsu, Lúcia Helena Sasseron, Maurício Pietrocola, Pedro Jacobi, Luís Paulo Piassi, Marco Saidel e José Aquiles Grimoni.

Aos colegas, desde o início até hoje, o agradecimento pela convivência fraternal, trabalhos em equipe, colaboração, compartilhando momentos bons e difíceis:

Jeferson Almeida/*Super15*, Sonia, Shirley, Letícia, Wilson, Marcus Vinícius, Fernando, Marcos Galante, André Luiz, Francisco Ceoni, Diogo, Renata Pojar, Danila, Renata, Gabriel Steinicke, Calebe, Alan, Herbert, Monalisa, Marta, Roseny, Tadeu, Alexandre, Valéria e Andrezza.

À enorme colaboração do Leandro Gama, que ajudou a contornar as dificuldades dos cursos, após tanto tempo afastada da escola.

A todos os membros da CPGI/Comissão de Pós Graduação pelo encaminhamento de solicitações, em particular ao Thomaz, Rosana e Silvana.

Pessoalmente, agradeço a meus pais Aristides e Maria Stella, minhas irmãs Ana Maria e Mara Sofia, cunhados e sobrinhos.

E minha família, Walter, Helena, Júlia, Everton e Felipe pelo tempo dedicado, pela atenção aos pequenos detalhes, pela paciência e compreensão, pelo companheirismo incondicional e até pelo suporte da informática.

God only knows what I'd be without you. ³

*Grow old along with me,
Two branches of one tree.[...]
God bless our love
Grow old along with me,
Whatever fate may be,
we will see it through, for our love is true
God bless our love, God bless our love.* ⁴

*Half of what I say is meaningless
But I say it just to reach you
Julia
Oceanchild
Calls me
So I sing a song of love
Julia
Seashell eyes
Windy smile
So I sing a song of love
Julia.* ⁵

Finalmente dedico esse trabalho à netinha *Lisa* que está chegando com...

as águas de março, fechando o verão, é a promessa de vida em teu coração. ⁶

Não poderia esquecer a lealdade da parceirinha *Layla* de todos os momentos *eight days a week* ⁷ nesses 18 anos de convivência, em homenagem à sua luta pela sobrevivência. E também às novas *sete vidas* companheiras nessa estrada.

³ *God only knows*/The Beach Boys/Brian Wilson/T.Asher, acessível por <http://letras.mus.br/beach-boys/3441/>.

⁴ *Grow old with me* /John Lennon, acessível por <http://letras.mus.br/john-lennon/79779/traducao.html>.

⁵ *Julia*/John Lennon, acessível por <http://letras.mus.br/john-lennon/321677/>.

⁶ *Águas de Março*/Tom Jobim, acessível por <https://letras.mus.br/tom-jobim/49022/>.

⁷ *Eight Days a Week*/The Beatles/Lennon-McCartney.

RESUMO:

SAITO, S.H.P.A. *A Formação do Cidadão e o Sistema Energético Brasileiro*. São Paulo: Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biologia e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2015. 132p. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências – modalidade Física.

O conceito de cidadania tem evoluído ao longo dos anos, fonte e guardião de direitos e deveres iguais para todos. Mas a atual educação básica, que poderia proporcionar o desenvolvimento de espírito crítico, não prepara o cidadão para decisões presentes no cotidiano.

Nesse sentido, o presente trabalho se propõe a ressaltar a importância da aprendizagem sobre questões energéticas, em particular relacionadas à Eletricidade, em atenção ao desafio de conciliação de desenvolvimento humano à preservação ambiental, assim como a reunir informações e considerações que ampliem e qualifiquem a presença dessas questões na educação básica e na preparação de seus professores.

Pressupostos educacionais humanistas conduzem uma análise de textos, projetos e recursos didáticos, seguida de um panorama dos problemas socioambientais, econômicos e do desenvolvimento do sistema energético brasileiro ao longo do tempo.

A apresentação da atual e necessária interação interdisciplinar entre educação e preservação do meio ambiente fornece elementos para a elaboração de sugestões, no sentido de que recursos para educação básica e seus professores, especialmente do Ensino Médio, efetivamente equipem o jovem estudante em elementos para exercer sua cidadania.

Levando em consideração essas preocupações, a análise dos recursos didáticos e o histórico da política energética orientam proposições e sugestões para a pretendida qualificação visando maior compreensão e participação do estudante e cidadão a respeito desse tema.

Palavras-chave:

Ensino, Física, Cidadania, Sociedade, Educação, Meio Ambiente, Sistema Energético Brasileiro.

ABSTRACT:

SAITO, S.H.P.A. *The Education of the Citizen and The Brazilian Energy System*. São Paulo: Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biologia e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2015. 132p. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências – modalidade Física.

The citizenship concept evolved along the years, source and guardian of rights and duties equal for all. But the current basic school education, which could provide the social inclusion and the development of critical spirit, does not prepare the citizen for present decisions on a daily basis.

On this sense, the current Paper proposes itself to emphasize the importance of the learning about energetic questions, in particular related to the Electricity, in attention to the challenge of conciliation of economic growth to the environmental preservation, as well as to collect information and considerations that broaden and qualify the presence of those questions in the basic school education and in the preparation of its professors.

Presumed educational and humanists considerations lead to an analysis of texts, projects and learning resources, followed by an overview of the social-environmental issues, economical issues and of the development of the Brazilian energy system along the times.

The presentation of the current and necessary interdisciplinary interaction between education and environmental preservation give elements for the elaboration of suggestions, in the sense of which resources for basic education and its professors, especially of the medium education, effectively equip the young student with elements to exercise his citizenship.

Taking into consideration those concerns, the analysis of the learning resources and the historical ones of Energy Policy lead to propositions and suggestions for the desired qualification aiming a deeper understanding and a increased participation of the student and citizen about this topic.

Keywords:

Teaching, Physics, Citizenship, Society, Education, Environment, Brazilian Energy System.

ÍNDICE

I. PROPOSTA DE TRABALHO	10
I.1 INTRODUÇÃO E APRESENTAÇÃO	10
I.2 REFERÊNCIAS EDUCACIONAIS	11
I.3 DESENVOLVIMENTO, PRESSUPOSTOS E MÉTODOS DO TRABALHO	17
II. ANÁLISE DOS RECURSOS EDUCACIONAIS	19
II.1 DIRETRIZES E PARÂMETROS	19
II.2 HISTÓRICO DOS PROJETOS DE ENSINO E LIVROS DIDÁTICOS	24
II.3 LEVANTAMENTO DE DADOS	28
II.3.1 PROJETOS DE ENSINO	28
II.3.2 LIVROS DIDÁTICOS	36
II.3.3 TRABALHOS, DISSERTAÇÕES E TESES	53
III. PANORAMA SÓCIOAMBIENTAL	57
III.1 CONTEXTO SOCIAL	57
III.2 DESENVOLVIMENTO HUMANO	63
III.3 MUDANÇAS CLIMÁTICAS	65
III.4 CONSCIÊNCIA ECOLÓGICA	68
III.5 EDUCAÇÃO AMBIENTAL	73
IV. DESENVOLVIMENTO ENERGÉTICO	74
IV.1 MATRIZ ENERGÉTICA	74
IV.2 PLANEJAMENTO ENERGÉTICO	84
IV.3 DESMATAMENTO	90
IV.4 HIDRELÉTRICAS NA AMAZÔNIA	93
IV.5 ENERGIA RENOVÁVEL COMBINADA AO USO RACIONAL E EFICIENTE	96
V. SUGESTÕES E PROPOSTAS	100
VI. CONCLUSÕES: PRESENTE E PERSPECTIVAS	115
VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS/LINKS	118

I. PROPOSTA DE TRABALHO

I.1 INTRODUÇÃO E APRESENTAÇÃO

Uma longa caminhada dedicada à engenharia, com ênfase em projetos e instalações associados à *energia elétrica*, ao lado da compreensão de que as grandes opções nesta área dependem de se formar uma cidadania consciente, me animaram a aceitar o desafio de contribuir para tanto no aperfeiçoamento da educação básica e de seus professores.

Com tal propósito, o presente trabalho se propõe a ressaltar a importância da aprendizagem sobre questões energéticas, em particular relacionadas à Eletricidade, na tentativa de dar condições ao cidadão de participação nas decisões tomadas hoje pelos governos, que definirão os rumos das próximas décadas, em atenção ao desafio atual com que a humanidade se depara de conciliação de *desenvolvimento socioeconômico* à *preservação ambiental*, sem comprometer as condições de vida das futuras gerações.

Apesar das profundas desigualdades sociais, o conceito de cidadania tem evoluído no decorrer dos anos, fonte e guardião de deveres e direitos iguais para todos, sem restringir-se à participação política. Na prática, esse ideal requer esforço coletivo, pois apenas a teoria é igualitária e há muito que fazer na busca de qualidade de vida merecida para todos.

Mas a atual educação básica, que poderia proporcionar o desenvolvimento de espírito crítico, ainda não consegue preparar o cidadão para decisões presentes no cotidiano. Pressupostos educacionais humanistas (Itens I.2 e I.3) conduzem uma análise de textos, projetos e recursos didáticos (Item II), alguns dos quais já trazem elementos bastante adequados, na linha do que se propõe na presente dissertação.

Mostrou-se importante o estabelecimento de um panorama dos problemas socioambientais, econômicos (Item III) e do desenvolvimento do sistema energético brasileiro ao longo do tempo (Item IV), que conduziram a elaboração deste trabalho. A apresentação da atual e necessária interação interdisciplinar entre educação e preservação do meio ambiente também fornece elementos para a elaboração de sugestões e propostas (Item V), no sentido de que os recursos para a educação básica, especialmente do Ensino Médio e também para formação de seus professores, efetivamente equipem o jovem estudante em elementos para exercer sua cidadania.

Levando em consideração a análise dos recursos didáticos e o histórico da correspondente política energética, foram elaboradas proposições e sugestões para aquela

pretendida qualificação visando maior compreensão e participação do estudante e cidadão a respeito desse tema.

Valendo-nos do fato da Física estar presente em muitas de situações não só do cotidiano, nesse trabalho tentamos valorizar a realização pessoal, proveniente da interação das pessoas entre si e o mundo, através da troca de informações, assim como o sentimento de participar da construção do seu próprio conhecimento a respeito de um tema importante e significativo.

I.2 REFERÊNCIAS EDUCACIONAIS

Os primeiros conceitos de cidadania estabeleciam normas para assegurar a liberdade e a propriedade. Segundo Gadotti, hoje, além do cumprimento de leis e pagamento de impostos, surge uma concepção de *cidadania plena*, com instituições e regras que, além dos direitos individuais, visa necessidades e interesses das pessoas, exigindo um processo lento de educação. Com a globalização e avanços tecnológicos mais ligados à economia, existem muitos excluídos. (GADOTTI, 1998, pp.1-5).

Para o teólogo Leonardo Boff, baseada na solidariedade, antigo sonho de filosofias, religiões, movimentos sociais e políticos, surge a “cidadania planetária: percepção da Terra como uma única comunidade” (BOFF, 1996 apud GADOTTI, 1998, p.2), e Lovelock, um “super organismo vivo em evolução – Gaia”: o que for feito a ela repercutirá a todos seus filhos. (LOVELOCK, 1987 apud GADOTTI, 1998, p.2).

A educação pode proporcionar o desenvolvimento de espírito crítico, preparando o cidadão para os desafios futuros, através do conhecimento. Segundo Paulo Freire, através da reflexão que o conhecimento proporciona, sofremos transformações internas e externas, que transcendem o nível individual e atuam no coletivo. Essa reflexão e consequente ação dos homens sobre o mundo para transformá-lo são possíveis através da solidariedade. (FREIRE, 2011, p.52). O saber só existe na sua permanente busca de uns com os outros. (Idem, p.81). Mediatizados pelo mundo, os homens se educam em comunhão. (Idem, p.96). Tornam-se histórico-sociais pela contínua ação transformadora da realidade. (Idem, p.128).

No início do século XX, o mesmo processo foi observado por Vygotsky, precursor da teoria histórico-cultural, ao estudar as relações humanas entre si e com a natureza: o conhecimento obtido na produção de instrumentos, para sobrevivência, transformava o homem e se transformava, mediado pelo outro. Para seus estudiosos, linguagem e símbolos, criados para comunicação, estimulavam o desenvolvimento da estrutura de raciocínio e, na

troca de experiências, davam significado ao homem. O conhecimento, então, seria mediado pelo outro. A linguagem seria formulada através dos conceitos da cultura humana. (BRAGA, 2010, pp.20-29).

“Diferente do animal, o ser humano não se orienta somente pela impressão imediata e pela experiência anterior, pois pode abstrair, fazer relações, reconhecer causas e fazer previsões sobre os acontecimentos, e depois de refletir e interpretar, tomar decisões. Nesse sentido, ele é livre e independente das condições do momento e espaço presentes.” (REGO, 2003, p.47).

O professor Luís Carlos de Menezes demonstra sua preocupação em dar sentido à construção do conhecimento ao considerar que as transformações aceleradas da vida cotidiana decorrentes da globalização de informação e comunicação e do desenvolvimento tecnológico levam à necessidade de maiores conhecimentos da Ciência e da Tecnologia, no Ensino Fundamental e Médio, não só para inserção do estudante no mercado de trabalho, mas também para uma sociedade mais justa. (MENEZES, 2000, pp.6-8).

Não se trata somente de uma solução imediatista, visando apenas à economia do país, mas, além disso, seria uma tentativa de mostrar ao aluno a importância de manter a postura humilde de estar sempre aprendendo, em um mundo futuro, que não podemos prever.

Mas o conhecimento, a que todos temos direito, em muitas situações, tem se tornado *moeda de troca*, sob forma de controle e poder, agravando desigualdades, ao invés de diminuí-las, perdendo seu sentido humanitário.

O *trabalho em equipe* se tornou valorizado, de maneira que o aluno deve aprender a ouvir e dialogar, defender pontos de vista e saber argumentar, sob a orientação do professor. Mesmo porque, em muitas circunstâncias, existem várias possibilidades de se resolver um problema em que não existem soluções perfeitas e ideais, mas as mais adequadas. Valores éticos e humanitários se tornam importantes na medida em que o cidadão, participante de uma comunidade, precisa interagir nas decisões políticas e socioeconômicas com bom senso e espírito crítico.

Sobre o ensino tecnológico, Bazzo acredita que a falta de aprofundamento e reflexões sobre a possibilidade de questionar e ser responsável pelo desenvolvimento social tem levado à procura de soluções milagrosas, como alterações curriculares, melhorias nos recursos materiais dos laboratórios e de informática, que têm sua importância, mas escondem a raiz do problema, pois deixam de lado a formação didático-pedagógica e epistemológica dos professores e reflexões sobre onde revoluções tecnológicas estão nos levando, confundindo desenvolvimento tecnológico com humano. A conscientização humanística e sociológica dos professores deve ser estimulada, para se alterar esse quadro. O ensino só será de qualidade se

construir conhecimento efetivo e não simplesmente um acúmulo de informações. A motivação para mudança está presente, portanto é hora de mudar. (BAZZO, 2010, pp.13-15).

Conhecimentos sistematizados e elaborados direcionam o ensino tecnológico. Essa postura vem da concepção positivista que trata o conhecimento como uma coisa perfeita, acabada, neutra, pronta e imutável. Isto se reflete no ensino, que valoriza mais quem sabe a resposta do que quem sabe desenvolvê-la. O aluno é treinado a dar a resposta que o professor quer. A cultura de que o diploma, passagem para ascensão social, encerra uma fase da vida depois da qual não será preciso estudar, se desenvolveu a partir dos anos 1960. Os estudantes ficam com mentes fechadas, perdendo alegria e satisfação do crescimento intelectual. A necessidade de formação contínua é hoje questão de sobrevivência. Também o desempenho do professor é pré-requisito importante na construção do conhecimento, assim como sua fundamentação teórica. Quando não acompanhado do processo cognitivo, pode mostrar o caráter autoritário do professor, que precisa se sentir infalível perante os alunos, bloqueando o desenvolvimento de mecanismos de aprendizado. Competitividade e produtividade individual são desafios que a sociedade nos impõe, nas empresas e nas escolas. Contraditoriamente, avaliações e provas individuais estimulam comportamentos competitivos, incompatíveis com o esforço coletivo pretendido, na busca de soluções de problemas defrontados pela humanidade. Incorporar ajuda mútua, troca de ideias, respeito e convivência com opiniões divergentes, na busca de consenso são processos lentos. Trabalhos em grupo são tentativas de estimular essa capacidade. (Idem, pp.21-24).

Avaliações centradas na memorização, repetição de métodos (como o científico) e na reprodução de livros-textos podem prejudicar o aprendizado, em um processo de imposição de ideias. Aulas meramente expositivas desmotivam o aluno, que se sente intimidado em participar, refletir ou esclarecer dúvidas. Isso lembra, segundo Bazzo, a observação de Feyrabend sobre nossa falta de sensibilidade em trabalhar positivamente com visões e percepções dos alunos. (Idem, pp.29-30).

Características humanas, como dúvida, curiosidade, imaginação, abertura para ideias novas, perseverança e, mais do que nunca, solidariedade e ética são valores que todos deveriam respeitar e incorporar, para conduzir o avanço do conhecimento, do bem-estar proporcionado, seus riscos e prejuízos. O cidadão merece ler e aprender mais do que conhecimentos estanques, mas ter condições de avaliar implicações e consequências de seus produtos. Por não terem tido acesso a esse processo, milhões de pessoas se tornam susceptíveis ao domínio de outros, que dele dispõem. Por isso se torna tão importante o discernimento no trato da Ciência e da Tecnologia, não como forma de poder, mas como

veículo do desenvolvimento humano. O conhecimento, em um mundo que se modifica a cada instante, se torna ferramenta indispensável de poder e dominação, que pode significar uma ameaça de mais concentração de poder. (Idem, pp.31-59).

Em sua tese de doutorado, o prof. João Zanetic alerta para o professor de Ensino Médio estar ciente de que muitas concepções, algumas antagônicas entre si, procuram explicar o processo de desenvolvimento de teorias e isso vai muito além do que um conjunto de regras estabelecidas, como as do método científico. Essa seria a base filosófica da *cultura científica*. (ZANETIC, 1989, p.90).

A crítica de Paulo Freire ao sistema educacional:

“...ia ao fundo da discussão antropológica de cultura, de alienação do trabalhador da educação, de dominação cultural imposta por valores determinados pelos que detinham o poder de definir, inclusive, qual escola era “necessária” para a maioria da população, da falta de relação (intencional) do conteúdo escolar com a realidade vivenciada por essa mesma população, da doação de conteúdo a uma “plateia” passiva [...]” (Idem, p.5).

Sem levar em consideração a história tanto internalista (“história do surgimento dos conceitos e leis universais que compõem as teorias”), quanto externalista (“que procura relacionar a evolução de ideias da física ao contexto social”) (idem, p.16), essas ideias são apresentadas sem inseri-las no contexto dos acontecimentos sociais e econômicos, como se fossem neutras, sem interferências políticas e desligadas do cotidiano. (Idem, pp.15-17). O contexto social em diferentes épocas pode influenciar o desenvolvimento da ciência. (Idem, pp.105-106). A forma dominante de manipulação do conhecimento implica em selecionar e transmitir uma cultura desvinculada da realidade, produzindo formas alienadas de pensar. (Idem, p.148).

Como para a maioria dos estudantes seria a última chance de contato com a Física através de um professor, o Ensino Médio deveria transmitir a *cultura científica* associada à sua construção. (Idem, p.20). Assim, o ensino de Física deveria ser apresentado mais próximo da realidade. (Idem, p.43). O fato de mostrar a influência da sua história no desenvolvimento social e sendo por ele influenciada poderia proporcionar compreensão e transformação da realidade. (Idem, p.52).

“[...] como estudantes éramos obrigados a acumular essas noções em nossas mentes para os exames. Esse tipo de coerção tinha (para mim) um efeito frustrante. Depois de ter sido aprovado nos exames finais, passei um ano inteiro durante o qual qualquer consideração sobre problemas científicos me era extremamente desagradável [...] É quase um milagre que os métodos modernos de instrução não tenham exterminado completamente a sagrada sede do saber, pois esta planta da curiosidade científica necessita, além de estímulo, especialmente de liberdade; sem ela, fenece e morre.” (EINSTEIN, 1982, pp.25-26 apud ZANETIC, 1989, p.44).

Ainda sobre formação tecnológica, segundo Bazzo, muitos livros trazem a técnica pronta, inquestionável, neutra e descontextualizada do ambiente, alguns trazendo a história dos *vencedores*, em ordem cronológica, como sequência natural de acontecimentos. Os erros são banidos como anomalias, como se a luta contra eles não consistisse em grandes passos da humanidade. (BAZZO, 2010, p.40). A respeito das contribuições mútuas da interdisciplinaridade na construção do conhecimento, o cuidado que devemos ter é não forçar nossas convicções aos outros, pois existem muitas maneiras de pensar. Trocas e confrontações podem ser interessantes. Apesar do desenvolvimento científico-tecnológico, financiado pela sociedade como um todo e muitas vezes somente desfrutado pelos que dominam, problemas sociais se agravam cada vez mais. (Idem, pp.66-67).

Transmitir o conhecimento, para uma sala de aula, construído na *longa e tortuosa estrada*⁸ percorrida pela humanidade, na luta pela sobrevivência e na busca de respostas, é um desafio àqueles que procuram dar aos alunos sentido ao ensino da Física, que, destituído de valores humanitários, traz como consequência a competição, intensificada por avaliações individuais, como vestibulares. A formação dos professores, que deve ser contínua, deixa de lado reflexões sobre a responsabilidade pelo desenvolvimento social.

A construção do conhecimento se deve não só à inspiração, mas também é fruto de trabalho árduo de tentativas, observação, experimentação, abstração, cálculo, dúvidas, erros, acertos, troca de informações, interação, teste de teorias, refutação e, até mesmo, de rever velhas hipóteses abandonadas. O caminho trilhado é dinâmico, em que o homem, parte desse processo, com ele se transforma.

Prof. Menezes, em seu livro *A Matéria/Uma Aventura do espírito*, reflete sobre a tendência à simplificação, generalização e sistematização que aparecem como característica humana. Graças à ação e imaginação, conseguimos compreender melhor a Natureza e termos certo controle e poder sobre ela. Saber como evoluíram os conceitos de Física é importante para entender como se chegou a grandes teorias e técnicas. Ciência e Tecnologia constituem processos em construção e reconstrução constantes, intrinsecamente ligados. (MENEZES, 2005, pp.13-32).

É importante que essa história conste nos livros didáticos, ao invés de utilizar simplesmente a fragmentação de conteúdos.

⁸ youtube.com LENNON; MCCARTNEY, The Beatles *The Long and Winding Road*, álbum Let it be, 1970, acessível em 07.07.2015 por <https://www.youtube.com/watch?v=nlUC9tSBcY0>.

“O conhecimento científico desenvolvido historicamente pelas Ciências da Natureza como visão de mundo é parte essencial da cultura, seja o conhecimento das leis físicas de conservação, das substâncias químicas e de sua transformação, das espécies vivas e de sua diversidade e evolução, ou dos fundamentos da matéria ou das hipóteses sobre a constituição e a dinâmica do cosmo. Também a compreensão da relação entre as revoluções industriais e o desenvolvimento das ciências ao longo da história, assim como das perspectivas para o futuro abertas pelas modernas tecnologias de base científica, precisa fazer parte dessa cultura.” (KÜLLER *et al.*, 2010, p.64).

No Brasil, entre as décadas de 1960 e 70, para Zanetic, o Ensino Médio assumiu caráter propedêutico, pressupondo que o aluno daria profundidade ao conhecimento ao ingressar em um curso superior. Ainda hoje alunos são treinados a dar respostas com aplicação de fórmulas, sem absorver conceitos. Assim, o livro didático adotado contém, na maioria das vezes, uma lista de exercícios com respostas, visando o desempenho nas provas e determinando a organização do curso. Se não der sequência aos estudos, o aluno não terá mais oportunidade de contato com os conceitos da Física. Para a maioria, para que serviria esse tipo de conhecimento? (ZANETIC, 1989, pp.178-180).

No entanto é indiscutível a importância da transmissão de informação através do livro didático. Para muitos no Brasil, é o único livro com o qual se tem contato durante toda vida.

Muitas grades curriculares são estruturadas a partir de seus tópicos, caracterizando prática escolar e padrão de ensino de uma instituição, segundo Alves Filho. Através de um olhar mais cuidadoso ao longo tempo, podemos inferir algumas conclusões, sobre aspectos a serem transmitidos para futuras gerações: o livro didático deve refletir o que a sociedade espera e, de certa forma, determina. Podemos lhe atribuir um valor histórico, mesmo sob controle de interesses políticos e comerciais. (ALVES FILHO, 2000, pp.10-18).

I.3 DESENVOLVIMENTO, PRESSUPOSTOS E MÉTODOS DO TRABALHO

O trabalho se inicia com objetivos, diretrizes e parâmetros com que se constrói um currículo de Física no Ensino Médio relacionado ao tema, assim como competências e habilidades interessantes ao desenvolvimento do aluno. Informações foram pesquisadas em documentos, nos quais é possível detectar valores formativos.

A análise posterior é sobre a abordagem correspondente ao desenvolvimento do Sistema Energético em projetos de ensino e livros didáticos inclusive aprovados pelo PNLD/ Programa Nacional do Livro Didático até 2014 entre outros.

Um *projeto de ensino* é constituído por experiências e conceitos, em que tópicos atendem às necessidades sociais. Forma e conteúdo são importantes. (BRASIL, MEC, PCN, 1999, p.231).

Utilizaremos como metodologia a aplicação de *ênfases e concepções curriculares*, pois propiciam orientação ao professor quando for planejar o curso.

Para muitos, segundo Moreira e Axt, o currículo se constitui no conjunto de disciplinas isoladas, sem objetivos. Concepções decorrentes de metas, critérios e valores não ficam explícitas. O texto didático reflete orientações, não podendo ser considerado neutro. Eles veiculam *ênfases curriculares*, mensagens com objetivos além da aprendizagem, que são em síntese (MOREIRA; AXT, 1986, pp.33-48):

1. *Ciência do Cotidiano*: meio para entender e controlar o ambiente;
2. *Estrutura da Ciência*: percepção da natureza evolutiva do conhecimento científico;
3. *Ciência, tecnologia e sociedade*: implicações do conhecimento científico na sociedade e vice-versa;
4. *Desenvolvimento de habilidades científicas*: levantamento de hipóteses, generalização, abstração, etc.;
5. *Explicações corretas*: produto da Ciência;
6. *Indivíduo como explicador*: reconhecer-se como capaz de produzir conhecimento;
7. *Fundamentação Sólida*: propedêutica;
8. *Ciência Integrada*: focaliza o caráter unitário da Ciência.

Existem estudos sobre a implementação de concepções e ênfases curriculares, que orientariam o professor rumo ao propósito educacional a que se destinaria o curso, que dependeria das condições específicas, de cada época e de cada comunidade. Os cursos de formação de professores devem possibilitar visão ampla no projeto de currículos, associando várias ênfases, pois todas têm aspectos importantes. Mas na prática, há a limitação do livro

didático ser guia do ensino, adotando uma única ênfase. (MOREIRA; AXT, 1987, pp.255-257).

A questão do livro-texto pode ser analisada sob dois aspectos (MOREIRA; AXT, 1986, pp.33-48):

- Sua *não utilização*, onde professores utilizam o método de escrever no quadro com giz ou ditar para que alunos anotem, em geral com erros. Ausência de bibliotecas e elevado custo dos livros justificam essa atitude.

- Utilização de um único livro, tornando a aula sua repetição. Em um sistema massificado de ensino, o livro pode auxiliar a preparação das aulas dos professores.

As *ênfases curriculares* que orientaram esse trabalho, na escolha dos tópicos analisados e propostos foram:

- *Indivíduo como explicador;*
- *Ciência do cotidiano;*
- *Ciência, tecnologia e sociedade;*
- *Inclusão da história da ciência e do desenvolvimento de teorias;*
- *Desenvolvimento de habilidades científicas;*
- *Ciência Integrada;*
- *Concepção de auto realização*, em que o conteúdo representa experiência centrada na autonomia e crescimento do indivíduo.

II. ANÁLISE DOS RECURSOS EDUCACIONAIS

II.1 DIRETRIZES E PARÂMETROS

O critério de escolha dos documentos foi que, a partir deles, foi sugerida a implantação da reforma curricular do Ensino Médio a nível nacional e estadual. Seguem os pontos principais pesquisados:

LDB/Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, n. 9.394/96 (BRASIL, MEC, LDB, 1996):

O Ensino Médio deve desenvolver competências e habilidades para cidadania, trabalho e continuação do aprendizado com características regionais, sem visar somente profissão ou Ensino Superior, incluindo formação ética, de avaliação crítica e sem adotar uma única escola de pensamento. (MENEZES, 2000, pp.6-8).

PCN/Parâmetros Curriculares Nacionais/Ensino Médio

Parte III: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias:

Considerando o desenvolvimento industrial na América Latina, nas décadas de 1960-70, a prioridade da educação era profissionalização, para processos de produção. Com o desenvolvimento tecnológico, a formação do aluno deveria proporcionar a capacidade de lidar com esses aparatos. Para possibilitar a inserção social e profissional do estudante, em 1996 o Ministério de Educação e educadores baseados nos princípios da LDB chegaram a um perfil para o currículo, planejado com o objetivo do desenvolvimento de competências básicas, que estimulasse raciocínio e capacidade de aprender, pesquisar, selecionar informações, através de ensino contextualizado, integrado através da interdisciplinaridade, que desse significado ao conhecimento escolar. As reformas curriculares deveriam analisar o fator econômico do sistema educacional do país, considerando dois fatores: mudanças decorrentes da *revolução do conhecimento* e expansão da rede pública, atendendo aos padrões de qualidade. Elas deveriam orientar o professor a um processo dinâmico de formação continuada, buscando participação interativa durante a implantação e posterior aperfeiçoamento. (BRASIL, MEC, PCN, 1999, pp.13-16).

Os PCN consideram importante estimular a curiosidade dos alunos, através de objetos e situações que lhe sejam próximas, o que também requer habilidades para formar opiniões e tomadas de decisões. Esforços da comunidade escolar na articulação de disciplinas,

procurando promover valores, podem conscientizar o estudante sobre direitos e responsabilidades. A compreensão de teorias físicas teria o potencial para capacitar a uma compreensão articulada do mundo, ao generalizar conhecimentos. Mas, a apropriação do conhecimento das leis e princípios gerais deveria ocorrer de maneira gradual, partindo-se de elementos vivenciais (Idem, pp.200-231).

PCN+/Ensino Médio:

Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais
Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, 2002:

Em 2002, os PCN+ consideraram as contribuições de professores aos organizadores dos PCN na reformulação do Ensino Médio. Três áreas – Ciências da Natureza e Matemática, Ciências Humanas e Linguagens e Códigos – organizam e interligam as disciplinas. Ainda segundo os PCN+, *para que ensinar Física* se torna mais importante do que *o que ensinar de Física* com desenvolvimento de competências e habilidades através de participação em suas comunidades, levando à responsabilidade social: diálogo, troca de experiências, discussões e reflexões, com objetivo de cidadania atuante e solidária. (BRASIL, MEC, PCN+, 2002, pp.7-86).

Fig. II.1.1 Síntese das competências gerais
(BRASIL, MEC, PCN+, 2002, p.25).

PCESP/Proposta Curricular do Estado de São Paulo: Física/Ensino Médio, 2008:

Lançada em 2008 pela Secretaria de Educação do Estado de São Paulo, a PCESP é um projeto que visa dar apoio às escolas estaduais, partindo das experiências anteriores dos PCN e PCN+, reforçando interação com a comunidade e formação continuada dos professores, na tentativa de garantir que o projeto pedagógico se transforme em aprendizagem efetiva. Características como a capacidade de *trabalho em equipe* são cada vez mais valorizadas. Muitas questões têm surgido decorrentes da produção científica acompanhada pela

tecnológica de natureza ética, cultural e política relacionadas às Ciências Humanas. (SÃO PAULO, PCESP, 2008, pp.8-39).

Desenvolver competências para continuar aprendendo é um desafio (Idem, pp.19-20):

1. Ler e escrever;
2. Aplicar conceitos de várias áreas;
3. Selecionar, organizar, relacionar, interpretar informações;
4. Ter capacidade de escutar, supor, comparar;
5. Respeitar valores e diversidade sociocultural.

COPF/Cadernos de Orientação do Professor Física / Ensino Médio, 2008:

A PCESP se completa com os *Cadernos do Professor* orientando o trabalho em sala de aula, no desenvolvimento de conteúdos, habilidades e competências, através *de situações de aprendizagem*: atividades coletivas e projetos interdisciplinares. (SÃO PAULO, PCESP, 2008, p.9).

Ao analisarmos os COPF, pudemos constatar a inserção de temas significativos, amplamente divulgados pelos meios de comunicação, que traduzem o espírito inovador presente nos PCN, PCN+ e PCESP, para estimular interesse. Atividades em grupo incentivam o aluno a utilizar formas de expressão como linguagem, arte, além de aprimorar criatividade. A interdisciplinaridade surge desde o processo de pesquisa até a apresentação dos trabalhos. (SÃO PAULO, COPF, 2008, pp.38-52).

OCEM/Orientações Curriculares Para o Ensino Médio, 2006.

Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, vol.2.

“A qualidade da escola é condição essencial de inclusão e democratização das oportunidades no Brasil e o desafio de oferecer uma educação básica de qualidade para a inserção do aluno, o desenvolvimento do país e a consolidação da cidadania é tarefa de todos.” (BRASIL, MEC, SEB, OCEM, volume 2, Brasília, 2006, p.5).

Atitude reflexiva e crítica é característica importante do processo de aprendizagem efetiva, auxiliando na formação de raciocínio. Três aspectos devem conduzir à autonomia crítica, objetivo principal do ensino médio: intelectual, político e econômico, permitindo pensamento independente, garantindo participação cidadã e assegurando formação profissional para sobrevivência. A utilização da história e da filosofia da ciência dá ao aluno a noção de que houve um caminho percorrido. E também, a formação geral deve ampliar a compreensão do mundo relacionando o conhecimento científico e o cotidiano. Na construção

de um saber da realidade, é possível recorrer à interdisciplinaridade, explorando cada área do conhecimento. (Idem, pp.45-52).

O enfoque CTS pode contribuir para competências, como atitude crítica diante de acontecimentos, incluindo desastres ambientais, envolvendo conhecimentos científicos, tecnológicos e tomada de decisões sobre assuntos veiculados pela mídia, esclarecendo explorações sensacionalistas. (Idem, p.63).

Os temas estruturadores, relacionados à energia, sugeridos pelo PCN+ articulando competências e conteúdos são (Idem, p.57):

“Tema 1 Movimento, variações e conservações (unidades temáticas: fenomenologia cotidiana, variação e conservação da quantidade de movimento, energia e potência associadas aos movimentos, equilíbrios e desequilíbrios).

Tema 2 Calor, ambiente e usos de energia (unidades temáticas: fontes e trocas de calor, tecnologias que usam calor: motores e refrigeradores, o calor na vida e no ambiente, energia: produção para uso social).

Tema 3: Som, imagem e informação (unidades temáticas: fontes sonoras, formação e detecção de imagens, gravação e reprodução de sons e imagens, transmissão de sons e imagens).

Tema 4 Equipamentos elétricos e telecomunicações (unidades temáticas: aparelhos elétricos, motores elétricos, geradores, emissores e receptores).

Tema 5 Matéria e radiação (unidades temáticas: matéria e suas propriedades, radiações e suas interações, energia nuclear e radioatividade, eletrônica e informática).”

Matriz de Referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, 2009.

Utilizado a partir de 2009 para avaliar o desempenho do estudante na seleção para ingresso no ensino superior, o ENEM/Exame Nacional do Ensino Médio se vale das competências relacionadas na sua Matriz de Referência.

Abaixo seguem as competências desejadas ao desenvolvimento do aluno e descrição de alguns itens relacionados à física e ao tema do trabalho. (BRASIL, MEC, SEB, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira *Matriz de Referência para o Enem 2009*, pp. 8-11):

“Competência de área 1 – Compreender as ciências naturais e as tecnologias a elas associadas como construções humanas, percebendo seus papéis nos processos de produção e no desenvolvimento econômico e social da humanidade. [...]

H4 – Avaliar propostas de intervenção no ambiente, considerando a qualidade da vida humana ou medidas de conservação, recuperação ou utilização sustentável da biodiversidade. [...]

Competência de área 2 – Identificar a presença e aplicar as tecnologias associadas às ciências naturais em diferentes contextos. [...]

Competência de área 3 – Associar intervenções que resultam em degradação ou conservação ambiental a processos produtivos e sociais e a instrumentos ou ações científico-tecnológicos [...]

H10 – Analisar perturbações ambientais, identificando fontes, transporte e(ou) destino dos poluentes ou prevendo efeitos em sistemas naturais, produtivos ou sociais. [...]

H12 – Avaliar impactos em ambientes naturais decorrentes de atividades sociais ou econômicas, considerando interesses contraditórios.

Competência de área 5 – Entender métodos e procedimentos próprios das ciências naturais e aplicá-los em diferentes contextos. [...]

H19 – Avaliar métodos, processos ou procedimentos das ciências naturais que contribuam para diagnosticar ou solucionar problemas de ordem social, econômica ou ambiental.

Competência de área 6 – Apropriar-se de conhecimentos da física para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas. [...]

H22 – Compreender fenômenos decorrentes da interação entre a radiação e a matéria em suas manifestações em processos naturais ou tecnológicos, ou em suas implicações biológicas, sociais, econômicas ou ambientais. [...]

H23 – Avaliar possibilidades de geração, uso ou transformação de energia em ambientes específicos, considerando implicações éticas, ambientais, sociais e/ou econômicas.”

PNLD/Programa Nacional do Livro Didático

Foram pesquisadas informações em livros didáticos recomendados pelo PNLD desde 2007 até 2014.

BRASIL, MEC/Ministério da Educação e Cultura, SEB/Secretaria de Educação Básica
Guia de Livros Didáticos: PNLD 2015: física: ensino médio, Brasília, 2014.

II.2 HISTÓRICO DOS PROJETOS DE ENSINO E LIVROS DIDÁTICOS

Desde o Império, até meados do século XX, o ensino de Física no Brasil se caracterizou por preparar para o ensino Superior, segundo Moreira e Axt. Com programa teórico desacompanhado da experimentação, livros de origem francesa, adotados no Colégio Pedro II ainda no século XIX, influenciaram autores como Aníbal Teixeira e Alcântara Gomes, seguindo a ênfase da *fundamentação sólida*. (MOREIRA; AXT, 1986, pp.39-48).

Nos Estados Unidos, no início da Guerra Fria em 1956, lembra Zanetic, houve uma renovação no Ensino Médio, com a criação do primeiro projeto de ensino de Física, o PSSC/Physical Science Study Committee e desenvolvimento de materiais instrucionais (textos para alunos, guias para professores, aparatos experimentais e filmes didáticos). Com ajuda financeira do governo americano e do MIT/Massachusetts Institute of Technology, inspirava projetos em outros países. A intenção inicialmente educacional se transformou na necessidade de formar cientistas e tecnólogos. (ZANETIC, 1989, pp.182-183).

No Brasil, o PSSC começou a ser traduzido em 1962 com a ajuda financeira da USAID (Agência Norte-Americana para o Desenvolvimento Internacional) em prol da Aliança para o Progresso. (BITTENCOURT *apud* ZANETIC, 1989, p.184).

Após o golpe militar de 1964, intensificou-se a ajuda e controle sobre livros didáticos do país, sendo um dos motivos que provocou o movimento estudantil dos anos 1960 e 70. Houve reação e protestos dos estudantes. (ZANETIC, 1989, p.185).

O governo americano temia o crescimento do socialismo e do comunismo na América do Sul. Ocorreram prisões arbitrárias com tortura, desaparecimentos e mortes de trabalhadores, intelectuais, artistas, escritores, professores e estudantes, muitas até hoje ainda não esclarecidas, como relata o livro *Brasil nunca mais*, escrito pelo antigo cardeal arcebispo de São Paulo, Dom Paulo Evaristo Arns, o rabino Henry Sobel e o pastor presbiteriano Jaime Wright, entre 1979 e 1985. (ARNS; SOBEL; WRIGHT, 1985).

Foi época da censura aos meios de comunicação e de exílio de muitos pensadores, entre eles os compositores Chico Buarque e Gilberto Gil, que em 1973 compuseram a canção *Cálice*, que foi lançada somente em 1978: "Pai afasta de mim este cálice de vinho tinto de sangue." (BUARQUE; GIL, 1978).

Apesar desses aspectos, no Brasil, trazendo a parte experimental com profundidade, o PSSC provocou mudança por requerer habilidades como trabalhar em grupo, relatar observações e resultados. (ZANETIC, 1989, pp.186-187).

Segundo Moreira e Axt, com ele iniciou-se a inclusão da *estrutura de ciência*, cuja mensagem é da natureza evolutiva do conhecimento científico em livros e projetos. Antes do PSSC, os livros continham explicações sobre instrumentos científicos, substituindo atividades experimentais, aplicações tecnológicas ou da vida do aluno. Apesar disso, os textos podem ser considerados com rigor conceitual, profundidade de conteúdo e qualidade de nível europeu. A orientação do PSSC através da experimentação, análise de textos e filmes, propiciava a percepção do desenvolvimento da Física, identificando-se a *estrutura de ciência*. (MOREIRA; AXT, 1986, pp.33-48).

Mesmo sem a dinâmica forte entre experimentação e teoria do PSSC, o livro de Beatriz Alvarenga e Máximo é um exemplo de sua influência na época, integrando resolução de problemas, sugestão de experimentos, evolução do conhecimento científico na construção de teorias, explicação de fenômenos e significado de conceitos. (Idem).

Ainda nos meados da década de 1960, como o PSSC não atingira o objetivo de atrair estudantes ao ensino da Física, a Universidade de Harvard nos Estados Unidos criou o Projeto Harvard diferente do PSSC, por enfatizar aspectos históricos e filosóficos, aliviando exigências matemáticas. (ZANETIC, 1989, pp.188-194).

Voltado para *não físicos* e com componente humanística, o Harvard destaca a ênfase do *indivíduo como explicador*, buscando mostrar o conhecimento científico como herança cultural. (MOREIRA; AXT, 1986, pp.33-48).

A partir de 1970, com a crítica de que projetos estrangeiros nasceram de realidade diferente e com motivação de mudar o ensino tradicional, foram criados os projetos FAI/Física Auto-Instrutiva ⁹, PBEF/Projeto Brasileiro para o Ensino de Física ¹⁰ e PEF/Projeto de Ensino de Física. O PEF com conteúdos de Mecânica, Eletromagnetismo, Eletricidade, Física Moderna e aspectos experimentais, apesar de ter sido aplicado em algumas escolas de São Paulo e no Brasil, foi mal distribuído pelo MEC/Ministério da Educação e Cultura. (ZANETIC, 1989, pp.188-194).

Integrando diversas ênfases, fato até então inexistente em textos nacionais, como *estrutura da ciência*, *indivíduo como explicador* e *Ciência, tecnologia e sociedade*, o PEF se

⁹ GETEF/Grupo de Estudos em Tecnologia de Ensino de Física, *FAI/Física Auto Instrutivo*, São Paulo, Saraiva Livres e Editores, 1973.

SAAD, F.D. (coord.) *FAI: Física Auto-instrutiva*, Projeto do GETEF/Grupo de Estudos em Tecnologia de Ensino de Física do IFUSP, Saraiva, São Paulo, 1973.

¹⁰ CANIATO; GOLDEMBERG; TEIXEIRA JUNIOR, *Um Projeto Brasileiro para o Ensino de Física*, (ed. Preliminar), São Paulo, UNICAMP, 1974, 2.v.

constituiu em referência para professores. O projeto PBEF se empenhava em mostrar a evolução histórica da Física principalmente de Mecânica, com a ênfase da *estrutura da ciência*. O projeto FAI se constituiu em exemplo da ênfase de *tecnologia educacional*, recuperando deficiências de conhecimento prévio. (MOREIRA; AXT, 1986, pp.44-45).

Criado em 1984, por um grupo de professores do IFUSP e do Ensino Médio, o projeto GREF/Grupo de Reelaboração de Ensino de Física tinha como proposta, partindo de fenômenos reais e aspectos práticos, seu desenvolvimento conceitual e teórico, a *ênfase do cotidiano*. (Idem, pp.33-48).

Em uma tentativa inovadora de aproximar a Universidade ao Ensino de Física de escolas públicas do 2º grau na década de 1980, após a crise do petróleo e o consequente aumento de desemprego, surge o GREF no sentido de aperfeiçoar e participar do processo educacional do professor em atividade. A princípio se caracterizava por ministrar cursos de atualização de curta duração para apoio a professores. O grupo era composto por professores do IFUSP e de escolas públicas do 2º grau, que deixaram por algum tempo suas atividades para se dedicar à escrita de textos para o professor. À medida que eram aplicados em sala de aula, havia retorno por parte dos professores com as dificuldades encontradas. Textos eram revisados suprimindo deficiências, demonstrando disposição ao diálogo e renovação da equipe. Por isso e pela aceitação positiva, a demanda de trabalho se intensificou e houve criação de centros de formação de professores. Daí a necessidade em compilar textos, inicialmente voltados para o professor, em três volumes publicados, cujos temas abordados eram: Mecânica, Física Térmica e Óptica e Eletromagnetismo. A estratégia utilizada era atrair a atenção do estudante para a Física, através do entendimento de situações que fazem parte do seu *dia a dia*. A partir de um diálogo em que se levantavam coisas presentes no mundo do aluno era feita uma classificação. Estudava-se o fenômeno, o conceito envolvido e associações eram feitas a outros fenômenos que obedeciam ao mesmo conceito, chegando-se às leis e princípios gerais. Nesse jogo, que se partia do concreto ao abstrato, a capacidade de pensar e de relacionar situações do estudante é ampliada. O que caracterizava o GREF era a troca de experiências, a interação entre professores e entre professor e aluno. Nas reuniões dos cursos, não só se discutia o conteúdo a ser ministrado, mas também o método de ensino, já que a maioria dos professores era formada em outras disciplinas e não conheciam pesquisas de ensino. Além disso, havia uma atualização dos professores em discussões sobre o sentido de ensinar Física, o progresso da Tecnologia e análise crítica a problemas cotidianos, num engajamento com a comunidade. A dificuldade financeira provavelmente foi principal causa para término das atividades além da rotatividade dos professores que, desmotivados por

baixos salários, acabavam assumindo novos empregos, saindo das escolas ou mudando de profissão. Foi um grande feito o grupo sobreviver por dez anos. (MENEZES (org.); HOSOUME, 1996, pp.141-146).

Apesar de nas escolas públicas existirem professores dando ensino digno mesmo com baixos salários e nas escolas particulares o ensino ser de boa qualidade, a regra era a decadência. Esses projetos brasileiros não foram mais usados e livros adotados de sucesso eram de qualidade inferior aos da década de 1960. Más condições dos professores sobrecarregados pela carga horária devido a baixos salários tornavam impossível dedicação necessária a um bom ensino. Desde então, o livro didático se tornou mercadoria que atendia às necessidades de preparação ao vestibular no Ensino Médio, refletindo uma realidade atual. (ZANETIC, 1989, pp.192-194).

II.3 LEVANTAMENTO DE DADOS

Foram pesquisados textos e atividades em livros didáticos, projetos de ensino, trabalhos, dissertações e teses, referentes à abordagem do tema, relacionados às ênfases curriculares e às competências desejadas ao desenvolvimento do aluno para exercer sua cidadania com pensamento crítico e reflexivo, visando sua participação nas soluções de consenso necessárias à implantação da estrutura do sistema energético de cada região e comunidade, adequadas às características de economia e de recursos naturais disponíveis.

II.3.1 PROJETOS DE ENSINO

Foram avaliados projetos de ensino a partir de 1960, para averiguar a influência do contexto social e histórico sobre o tema.

PSSC/Physical Science Study Committee

Física/Parte IV/Eletricidade e Estrutura Atômica, 1963, pp.9-155:

Citação a respeito da importância sobre nossas vidas de utilização de energia elétrica e do Sistema Elétrico evidencia a associação das ênfases da *estrutura de ciência*, *CTS*, *ciência do cotidiano e habilidades científicas*:

“[...] Entretanto, foi somente durante a Renascença que se desenvolveu de forma sistemática o estudo da eletricidade e do magnetismo e os físicos só conseguiram uma compreensão clara do assunto no fim do século passado. Dificilmente encontrar-se-á um fato científico de consequências tão profundas e de tão grande alcance. Dele resultaram inúmeras aplicações práticas. A produção e utilização da energia elétrica e o desenvolvimento das comunicações elétricas modificaram completamente nosso sistema de vida.” (PSSC, Parte IV, cap.27,1963, p.9).

Harvard Project Physics/Projeto Física/Unidade 4

Luz e Eletromagnetismo/Texto e Manual de Experiências e Atividades

(HOLTON, RUTHERFORD, FLETCHER, 1985, pp.31-102).

Encontramos nesse projeto de ensino associação de várias ênfases, principalmente a da *estrutura da ciência*, pela análise histórica e filosófica da escolha da corrente alternada para transmissão a longas distâncias e sua influência sobre o contexto social, ambiental e econômico (*CTS* e *ciência do cotidiano*). Portanto, seria muito interessante que fosse apresentado aos estudantes, pois mesmo sendo redigido em 1960, continua atual.

O texto ressalta a importância dos temas Eletricidade e Magnetismo considerando tópicos que servem ao entendimento de aplicações:

- desenvolvimento da tecnologia elétrica (Capítulo 15), (Idem, pp.77-106),
- natureza da luz e ondas eletromagnéticas (Capítulo 16), (Idem, pp.107-133).

Fig.II.3.1.1

Harvard Project Physics/Projeto Física/Unidade 4
Luz e Eletromagnetismo/ (HOLTON, RUTHERFORD, FLETCHER, 1985, p.81).

Capítulo 15/Faraday e a Era da Eletricidade (Idem, pp.77-106):

O desenvolvimento das máquinas a vapor nos séculos XVIII e XIX na Europa e América trouxe problemas sociais: trabalhadores amontoados em fábricas. Máquinas queimavam combustíveis fósseis de reservas de carvão, madeira e petróleo, contribuindo para poluição do ar, transformando energia química em térmica utilizada para obter vapor que se expande, movimenta pistões ou turbinas e converte energia térmica em mecânica. O capítulo se inicia com o relato histórico social da necessidade de se encontrar um processo melhor do que os existentes de gerar energia elétrica e transportá-la de um lugar para outro. Depois da bateria de Volta, cuja energia química se esgotava rapidamente, especulava-se a possibilidade de se distribuir energia elétrica e colocar máquinas em funcionamento, processo que ao ser descoberto modificou completamente o estilo de vida das cidades e dos campos, dando origem a novas tecnologias que trouxeram benefícios e, por outro lado, problemas novos. (Idem, p.77).

Fig.II.3.1.2

Harvard Project Physics/Projeto Física/Unidade 4
Luz e Eletromagnetismo/ (HOLTON, RUTHERFORD, FLETCHER, 1985, p.97).

Há descrição de como foi escolhido o sistema para transmissão no final do século XIX, relacionando problemas de construção de anéis comutadores, que transformavam corrente alternada em contínua, ligados a geradores movidos a turbinas a vapor mais eficientes e velozes, além das perdas Joule de potência pelo aquecimento dos fios de transmissão. Para resolver isso, eletricidade deveria ser transmitida com correntes de baixa intensidade e alta tensão, precisando de transformadores nas duas extremidades da linha, para elevar a tensão na saída do gerador e abaixá-la para distribuição, sendo que corrente alternada poderia ser gerada e transmitida mais eficientemente. Ela foi escolhida na construção da Central Hidrelétrica das Cataratas do Niágara, cuja queda de água era aproximadamente constante, o que barateava a energia produzida. Isso atraiu indústrias de fundição, além de fornecer iluminação pública e proporcionar acionamento de máquinas elétricas. (Idem, pp.93-97).

Há o relato interessante sobre a rivalidade produtiva entre a *Companhia Edison* que distribuía em corrente contínua (mais tarde se fundiu com a *General Electric*) e a *Westinghouse Electric Company* (que havia aprimorado a construção de transformadores), que introduziu o sistema de corrente alternada nos Estados Unidos, culminando na sua ampla

utilização naquela época. Atualmente, há preferência na transmissão de energia a longas distâncias com tensões muito elevadas em corrente contínua. (Idem, pp.94-96).

O capítulo ainda traz pontos de vista *otimista e menos otimista* a respeito da utilização da eletricidade da época. O primeiro seria o fato de que o cidadão médio poderia apenas vigiar o funcionamento de máquinas durante algumas horas do dia e depois ir para casa gozar uma vida de lazer. Com transmissão de energia, pessoas poderiam voltar para o campo sem sacrificar o conforto urbano (aquecimento, iluminação, refrigeração em condições climáticas difíceis) através de programas de eletrificação rural, ajudando a inverter o sentido migratório das populações de áreas rurais para urbanas. Sem falar na tendência a reunir vastas regiões em uma unidade social, com meios de comunicação e transporte mais rápidos. Mas uma visão mais sombria desse progresso já apontava para diminuição de reservas de combustíveis fósseis e aumento da poluição do ar e da água. Já naquela época, muitas pessoas gozavam de altos padrões nos países ricos, com coisas que não preenchiam verdadeiras necessidades humanas. Grupos protestavam contra o fato de serem privados dos benefícios da sociedade de consumo, enquanto a tecnologia transformava agricultura em indústria gigantesca, onde não há lugar para pequeno agricultor. (Idem, pp.97-99).

A eletricidade nos abre uma imensa gama de possibilidades, no entanto é necessário tomar decisões a respeito de sua utilização, com base em sistemas de valores exteriores à Ciência e Tecnologia, não podendo deixar essas decisões a especialistas, empresas públicas e privadas, mas aos cidadãos que tenham preocupação sobre sua utilização. (Idem, p.102).

PEF/Projeto de Ensino de Física:

(HAMBURGER; MOSCATI, 1972).

Também encontramos associação de várias ênfases, de *habilidades científicas*, *CTS*, *ciência do cotidiano* e *estrutura da ciência*, trazendo o aspecto histórico da construção de um dos grandes reservatórios no Brasil.

Eletricidade:

Capítulo 4/Corrente Elétrica (Idem, pp.4-1 a 4-14):

Nesse capítulo, há uma pequena menção a respeito da utilização de correntes alternadas na distribuição de energia *devido às facilidades de geração, transporte e distribuição*. (Idem, p.4-10).

Capítulo 8/Efeito Joule (Idem, pp.8-1 a 8-30):

Transformações de energia, dissipação de energia dos elétrons em um metal, potência elétrica, efeito joule, princípio de conservação de energia.

Há uma breve descrição do caminho percorrido pela energia até se transformar em energia luminosa pelo simples apertar de um botão. Começa com a energia potencial de água armazenada em reservatórios em elevação, que ao descer transforma-se em cinética fazendo girar turbinas, ligadas a dínamos/geradores de corrente elétrica, então conduzida por fios até a lâmpada, transformando-se em energia térmica e luminosa. (Idem, p.8-3).

Eletromagnetismo:

Capítulo 6/Aplicações do eletromagnetismo (Idem, pp.6-1 a 6-22):

Motor elétrico, transformador (Idem, pp.6-1 a 6-17).

O texto sobre tecnologia elétrica de 1972 menciona as Usinas de Jupiá e Ilha Solteira, trazendo o relato sobre a utilização do transformador e circulação de óleo em seus radiadores para evitar aquecimento, tornando eficiente o projeto da transmissão da energia através dos cabos e reduzindo desperdício e perdas (Idem, pp.6-18 a 6-22).

Fig.II.3.1.3
PEF/Projeto de Ensino de Física
(HAMBURGER; MOSCATI, 1972, p.6-14).

Fig.II.3.1.4

PEF/Projeto de Ensino de Física (HAMBURGER; MOSCATI, 1972, p.6-21).

GREF/Grupo de Reelaboração do Ensino de Física

(MENEZES; HOSOUME (coordenadores)), 1998.

Destacamos a *ciência do cotidiano* como ênfase principal aplicada, utilizando um assunto motivador aos alunos, relacionados ao seu *dia a dia*, assim como o desenvolvimento de *habilidades científicas*, na conceituação de energia e suas conversões.

Leituras da Física/Física Térmica

Menciona a origem solar de quase todas as fontes de energia utilizadas na Terra: lenha, carvão mineral, petróleo, álcool da cana. (Idem, pp.21-28).

Também traz explicações sobre o efeito estufa, aquecimento e o clima. (Idem, pp.40-44).

Máquinas Térmicas e Processos Naturais:

Princípios fundamentais da Termodinâmica, rendimento das máquinas térmicas: ciclo de Carnot, produção de movimento, trabalho realizado no motor.

Turbina a vapor: outro tipo de máquina térmica: converte energia do combustível em energia mecânica. O vapor é obtido pelo aquecimento da água em uma caldeira e conduzido ao conjunto de hélices, transferindo-lhes energia cinética e produzindo rotação do eixo da turbina. Segue no texto um esquema de uma turbina, comparando-a a uma usina termonuclear, em que na caldeira haveria barras cheias de material físsil. (Idem, pp. 73-76).

Fig.II.3.1.5

Esquema de uma turbina a vapor improvisada “usina termelétrica”.
GREF/Grupo de Reelaboração do Ensino de Física/Leituras de Física/Física Térmica
(Idem, 1998, p.73).

Leituras da Física/Eletromagnetismo

Dínamo de bicicleta, gerador de usina, motor gerador, fontes de energia elétrica:

Dínamos e geradores: corrente elétrica a partir do campo magnético, geração de corrente: física do dínamo de bicicleta e do gerador de usina hidrelétrica, física do motor-gerador, interação de natureza elétrica e seu papel no mundo. Há descrição da rede elétrica desde geração de energia nas usinas, passando por subestações elevatórias, abaixadoras e transformadores, sendo transportada por longas distâncias, até a distribuição chegando às residências. Ele menciona o fato da maior parte da energia elétrica utilizada no Brasil ser proveniente de hidrelétricas, nas quais barragens proporcionam desnível de água para movimentar gigantescas turbinas ligadas a geradores, em que rotação se transforma em energia elétrica alimentando subestações elevatórias. (Idem, pp.77-110).

Fig.II.3.1.7

Ilustração do circuito de distribuição da energia elétrica
 GREF/Grupo de Reelaboração do Ensino de Física/Leituras de Física/Eletromagnetismo
 (Idem, 1998, p.86).

II.3.2 LIVROS DIDÁTICOS

Os livros didáticos foram pesquisados a partir da década de 1970 como de Alvarenga e Máximo influenciado pelo PSSC até alguns indicados pelo PNLD 2015, para averiguar a influência do contexto social e histórico sobre o tema em uma possível abordagem. (BRASIL, MEC, SEB *Guia de Livros Didáticos: PNLD 2015: física: ensino médio*, Brasília, 2014).

Curso de Física/Volume 3

(ALVARENGA ÁLVARES; MÁXIMO RIBEIRO DA LUZ, 1987).

Através da estratégia de utilização de esquemas e desenhos ilustrativos, a associação de ênfases de desenvolvimento *de habilidades científicas, ciência do cotidiano e CTS* consegue dar uma ampla visão do tema ao aluno.

Capítulo 25 Indução eletromagnética/Ondas eletromagnéticas.

Leitura: Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica (Idem, 1987, pp.894-900):

Energia elétrica recebida em nossas casas através de corrente alternada, produzida por grandes centrais elétricas:

- Usina hidrelétrica: energia potencial da queda d'água usada para colocar gerador em rotação, transformando energia mecânica em elétrica;
- Usina termelétrica: gerador acionado em uma caldeira aquecida pelo calor desenvolvido pela combustão de óleo ou carvão, transformando energia térmica em elétrica.
- Usina nuclear: similar às termelétricas, com a diferença de que calor é obtido por reações nucleares desenvolvidas em reatores, transformando energia nuclear em elétrica.

Escolha da corrente alternada ao invés da contínua devida às perdas de energia que ocorrem nos fios por efeito Joule no transporte a longa distância, portanto que deveriam ser as menores possíveis.

Como elas dependem do valor da resistência r dos fios e da corrente i ($P_{joule} = r \cdot i^2$), esses valores deveriam ser mínimos, ou seja, aumentando seção dos cabos, o que não seria interessante, pois aumentaríamos seu peso e seu custo. Resta diminuir a corrente i , ou seja, aumentar valor de V , tensão transmitida ($P_{transmitida} = V \cdot i$). Há um limite também para esse valor, uma vez que o ar em volta dos condutores se ioniza gerando perdas de outra natureza. Lembramos que essa explicação simplifica valores contínuos para corrente e tensão.

Como geradores fornecem médias tensões, torna-se necessária utilização de transformadores para elevação de tensão a ser transmitida, lembrando que estes funcionam somente para tensões alternadas.

Nos centros de distribuição, novamente transformadores são utilizados para reduzir a tensão para consumidores. Essa facilidade foi preponderante na preferência em sistemas de energia elétrica através de corrente alternada.

No texto de 1987 há um esquema de distribuição de energia elétrica, em que aparecem sucessivas transformações de tensão que ocorrem desde sua geração até o uso do consumidor final.

Há definição da distribuição do transformador de baixa tensão para residências normalmente através de três condutores, sendo duas fases e um neutro.

Fig.II.3.2.1

*Na usina hidrelétrica a energia mecânica da queda d'água se transforma em energia elétrica.
Na usina termelétrica a energia térmica do combustível é utilizada para produzir energia elétrica.
Curso de Física/Volume 3 (ALVARENGA; MÁXIMO, 1987, p.895).*

Fig.II.3.2.2

Passagem de corrente elétrica do transformador de rua para uma residência, vendo-se o fio neutro e os fios de fase. (ALVARENGA; MÁXIMO, 1987, p. 899).

Fig.II.3.2.3

A potência fornecida pelo gerador é dissipada, em parte, nos fios transportadores. Esta dissipação pode ser diminuída consideravelmente se o transporte de energia elétrica for feito com altas voltagens. (ALVARENGA; MÁXIMO, 1971, p.153).

Fig.II.3.2.4

Enquanto a energia é transportada desde a usina até as residências ela sofre várias alterações em sua voltagem.

*Curso de Física/Volume 3
(ALVARENGA; MÁXIMO, 1987, p.897).*

Figura 10.42 Gerador de corrente alternada constituído de uma única espira.

Fig.II.3.2.5

Física/Volume Único

(ALVARENGA; MÁXIMO, 2007, p.417).

Fig.II.3.2.6

Fig. 10.46 Na usina termelétrica, a energia liberada pelo combustível se transforma em energia elétrica. (ALVARENGA; MÁXIMO, 2007, p.419).

Fig.II.3.2.7

Fig. 10.47 Esquema de uma usina nuclear – a energia térmica liberada pela reação nuclear (fissão) no núcleo de urânio se transforma em energia elétrica. (ALVARENGA; MÁXIMO, 2007, p.419).

Fig.II.3.2.8

Fig. 10.51 Enquanto a energia elétrica é transportada, da usina até as residências, ocorrem várias alterações de voltagem. (ALVARENGA; MÁXIMO, 2007, p.422).

Física Contexto e Aplicações 3/ Ensino Médio

(ALVARENGA ÁLVARES; MÁXIMO RIBEIRO DA LUZ, 2012).

A partir de situações do cotidiano e/ou de aplicações tecnológicas, utiliza ênfases da *Ciência do cotidiano* e *CTS*. Apresenta elementos que podem contribuir para discussões sobre impactos ambientais associados ao desenvolvimento científico e tecnológico, auxiliando a ampliação da capacidade de pensamento crítico acerca de questões socioambientais que demandam reflexões (ênfase do *indivíduo como explicador*).

O texto menciona a vantagem de utilização de sistema de transmissão em corrente contínua e altas tensões, em relação ao em corrente alternada (3 fases) devida ao fato de que para longas distâncias, acima de 500 km, essa utilização resulta em economia de 2/3 dos custos dos cabos e redução de perdas. Esses sistemas necessitam de retificadores para transformar tensão alternada em contínua. (Idem, p.336).

Coleção Quanta Física/Manual do Professor/1º ano/Ensino Médio/Física.

(MENEZES *et al.*, 2010).

O livro traz situações do cotidiano bem como aplicações tecnológicas com abordagens contextuais e interdisciplinares, desenvolvendo a conceituação através de atividades didáticas, favorecendo pensamento crítico e argumentação para promoção da autonomia do estudante.

As ênfases associadas são: *CTS, Ciência do cotidiano, estrutura da Ciência, indivíduo como explicador e desenvolvimento de habilidades científicas*. Atividades e situações-problema são apresentadas ao aluno para que possam debater em grupos, assim como há material de apoio ao professor na organização do processo de ensino-aprendizagem.

Os livros trazem a interessante abordagem sobre a interdependência dos recursos naturais relacionados às fontes geradoras de energia: água, sol, vento. Também relacionam impactos ambientais como aquecimento global atribuído por muitos à emissão de gases de efeito estufa, causados pela queima de combustíveis fósseis. Trazem elementos que auxiliam a compreensão de indicadores de impacto, através de tabela, relacionando a potência produzida pela área alagada de grandes reservatórios de hidrelétricas e, ainda, traz aspectos socioambientais relacionados à desigualdade social pelo consumo de energia elétrica, visualizados através de mapa global, tabelas e gráficos.

Unidade 1/O mundo da energia (Idem, pp.4-5).

1. Uma presença universal:

Energia, sempre mudando de forma

Energia ao longo da história

Na vida moderna/Buscando a sustentabilidade/ A emissão de gases de efeito estufa e o aquecimento global.

2. Recursos energéticos naturais

O uso da energia solar/O ciclo da água e do ar/Efeito estufa

Ciclo do carbono/Combustíveis renováveis e não renováveis/Petróleo no pré-sal/Combustíveis nucleares.

Energia mecânica e térmica/Força, trabalho e potência.

Energia potencial/Princípio universal da conservação de energia.

1. Máquinas e processos térmicos

Calor, trabalho, conservação e degradação de energia/Energia interna.

A turbina a vapor e os motores a gasolina e a diesel/O trabalho da máquina térmica/leis da termodinâmica.

2. Eletricidade, geração e usos.

Consumo de energia elétrica nas residências/Instalações elétricas

Motores e geradores

Distribuição de energia elétrica e transformadores

Quanto dependemos de energia elétrica?

Fig.II.3.2.9

Os diferentes recursos energéticos utilizados na atualidade estão inter-relacionados e dependentes da energia solar.

*Coleção Quanta Física/Manual do Professor/1º ano/Ensino Médio/Física.
(MENEZES et al., 2010, p.25).*

Fig.II.3.2.10

Ciclo de água A água líquida que evapora retorna aos rios, lagos e oceanos por meio da chuva.
(MENEZES et al., 2010, p.26).

Fig.II.3.2.11

Usina eólica de Osório (RS, 2008). Com capacidade para produzir 150 MW, podendo atender a uma cidade de 700.000 habitantes.
(MENEZES *et al.*, 2010, p.27).

Fig.II.3.2.12

Representação esquemática de usina termelétrica.
(MENEZES *et al.*, 2010, p.83).

Fig.II.3.2.13
 Representação esquemática de usina termonuclear.
 (MENEZES *et al.*, 2010, p.83).

Fig.II.3.2.14
 Usina hidrelétrica de Itaipu (PR).
 (MENEZES *et al.*, 2010, p.132).

Coleção Quanta Física/Manual do Professor/3º ano/Ensino Médio/Física.
(MENEZES *et al.*, 2010).

Fig.II.3.2.15
Usina nuclear brasileira Angra I e Angra II (Angra dos Reis, RJ).
Coleção Quanta Física/Manual do Professor/3º ano/Ensino Médio/Física.
(MENEZES *et al.*, 2010, p.67).

No capítulo 6/Energia, economia e meio ambiente, há descrição dos impactos ambientais, como efeito estufa e aquecimento global, devido ao uso de combustíveis fósseis, também os ocasionados por fontes renováveis, como alagamento de extensas áreas, desmatamento e queimadas, para geração de energia, assim como a poluição ambiental, inclusive pelo uso de agrotóxicos. (Idem, pp.215-219).

Alternativas energéticas são apresentadas, assim como seus riscos e custos, como a de alto risco, no caso da energia nuclear, e as renováveis solares e eólicas. Associa a história humana à apropriação energética dos recursos naturais e atribui a tendência de crescimento dessa média de demanda pela incorporação das pessoas que ainda vivem na pobreza, que passarão a consumir mais energia. (Idem, pp.220-225).

A evolução humana está profundamente ligada à utilização cada vez maior da energia. A energia usada pelo homem tecnológico ultrapassa em mais de 100 vezes a energia utilizada pelo homem primitivo.

Fonte: Cock, E. Man, *Energy Society*, 1976.

Gráfico II.3.2.1
(MENEZES *et al.*, 2010, p.220).

Traz ainda gráficos associando consumo de energia em diferentes países e desigualdades sociais (expectativa de vida e analfabetismo), assim como a distribuição desse consumo entre diversos setores econômicos, representada pela Matriz Energética Brasileira.

Índices econômicos como PIB/Produto Interno Bruto e sociais como IDH/Índice de Desenvolvimento Humano são apresentados como instrumentos de análise que refletem aspectos de vida de um país. (Idem, pp.226-231).

Diferentes faixas de consumo de energia *per capita* no mundo. A energia consumida pelo 6% da população mundial que apresenta maior consumo *per capita* representa cerca de 14% do consumo global.

Gráfico II.3.2.2
(MENEZES *et al.*, 2010, p.226).

Física/Volume único/Ensino Médio.

(GASPAR, A., 2009)

Capítulo 46: Indução eletromagnética. (pp.509-518):

Retificação da corrente alternada: o comutador faz a corrente gerada percorrer o circuito em um só sentido.

Fig.II.3.2.16
Física/Volume único/Ensino Médio.
(GASPAR, 2009, p.509)

Gráfico II.3.2.3
Gráfico da força eletromotriz induzida (ϵ) obtida com o comutador.
(GASPAR, 2009, p.509).

Esquema de distribuição de energia elétrica desde a usina geradora até os consumidores:

Fig.II.3.2.17
Tecnologia: os transformadores na distribuição de eletricidade.
(GASPAR, 2009, p.511).

Compreendendo a Física 3/Eletromagnetismo e Física Moderna/Ensino Médio/Manual do Professor.

(GASPAR, A., 2013).

Seguindo as ênfases do desenvolvimento de *habilidades científicas* e no formalismo matemático, além da *Ciência do cotidiano* e *CTS*, contempla também, com textos biográficos como o de Tesla (1856-1943) (idem, p.192 e p.423), a inclusão da ênfase da *estrutura e história da Ciência*, relatando a escolha do sistema de corrente alternada para construção da hidrelétrica das Cataratas do Niágara, no final do século XIX. (Idem, p.196 e p.425).

Apresenta textos sobre o funcionamento e rendimento de transformadores de distribuição de eletricidade. (Idem, p.424).

Física: conceitos e contextos 3: pessoal, social, histórico, Eletricidade e Magnetismo, Ondas eletromagnéticas, Radiação e Matéria, Manual do Professor.

(OLIVEIRA, M.P.P. *et al.*, 2013).

Apresenta propostas que aproximam o cotidiano do aluno ao dos livros e que contribuem para formação do cidadão capaz de tomar decisões. Associa as ênfases *CTS* e *Ciência do cotidiano, estrutura da Ciência*, incluindo aspectos históricos e desenvolvimento de *habilidades científicas*. Inclui atividades práticas e de observação aos alunos e orientações ao professor estimulando a problematização no processo ensino-aprendizagem. (PNLD 2015, 2014, pp. 46-48).

Apresenta descrição do funcionamento de uma usina geradora de energia elétrica e sua transmissão até nossas residências, utilizando como exemplo a Usina hidrelétrica de Xingó, no Nordeste brasileiro. (Idem, pp. 143-144).

COPF/PCESP Caderno do Professor: Física/Ensino Médio/3ª Série/2º Bimestre/Tema 3-Produção e Consumo de Energia Elétrica.

(SÃO PAULO (Estado): SEE, (FINI, (Coordenação Geral); OLIVEIRA *et al.*, 2008)).

Traz uma discussão sobre a produção e transmissão de energia em larga escala, incluindo diversas fontes e seus impactos ao meio ambiente.

Há apresentação de gráfico da distribuição de consumo total e de energia elétrica por setor no Brasil. A importância está no fato da observação de ser o setor industrial responsável pelo maior consumo. (Idem, p.45):

Fonte: Atendimento do Mercado a Médio Prazo. Ivan Camargo, UnB, nov. 2006. Disponível em: <<http://www.celpe.com.br>>

Fig.II.3.2.32
(COPF, 2008, p.45)

Traz ainda dados históricos das algumas usinas pioneiras a partir de 1883. (Idem, p.47), associando as ênfases da *Ciência do cotidiano*, *CTS* e de *estrutura da Ciência*.

II.3.3 TRABALHOS, DISSERTAÇÕES E TESES

Todos os trabalhos analisados trazem a preocupação de exercitar o debate em sala de aula sobre questões socioambientais relacionadas ao uso de energia elétrica, seus impactos e vantagens.

Como exemplo de proposta para o Ensino Médio de abordagem do tema *Energia e Desenvolvimento Humano*, 2009, Lopes e Carvalho analisam a influência sobre a sociedade da informação com credibilidade de especialistas, a respeito do desenvolvimento científico tecnológico, aumentando o consumo, sem contribuir para o debate de assuntos polêmicos. Ciência e tecnologia são vistas como neutras, livres de valores, uma vez que a formação praticada nas escolas se resume à aquisição de informação, sem reflexão sobre implicações sociais da atividade científica. Portanto, para que o estudante ganhe autonomia, saia da passividade e se posicione, é necessário utilizar metodologias que busquem o livre debate em que seja tomada como verdade a visão da Ciência associada a argumentos sociais, éticos e econômicos. Questões sócio científicas abrangem entendimento de riscos, problemas ambientais, análises de custo-benefício e formação de opiniões através de notícias da mídia, que muitas vezes atendem a interesses dominantes. (LOPES; CARVALHO, 2009, pp.1-12).

“Para garantir o acesso à energia, é necessário o aumento na produção e na distribuição deste serviço, cujos processos apresentam inúmeros problemas. Por exemplo, o Brasil: que embora apresente uma matriz energética variada cuja produção é considerável, cerca de doze⁷ milhões de pessoas vivem sem energia elétrica. Destas, 90% estão localizadas nas áreas rurais menos desenvolvidas do país.”

.7 Dados fornecidos pelo Ministério de Minas e Energia. Disponível em <http://www.mme.gov.br>. Acesso em fevereiro de 2009.

(LOPES; CARVALHO, 2009, p.8).

Outra experiência de aplicação do tema *produção e consumo de energia elétrica* em sala de aula, 2007, relatada por Bernardo, Vianna e Fontoura, se inicia com a preparação e discussão entre professores de Ensino Médio estruturando o projeto pedagógico científico de cidadãos participantes de decisões. A partir de aulas expositivas aos professores, foram elaborados objetivos, justificativas e metodologia de *pesquisa-ação* com interação entre todos envolvidos. Para os alunos, a leitura de textos informativos, um trabalho interdisciplinar envolvendo geografia e a discussão sobre a música *Sobradinho*, que traz aspectos socioambientais, auxiliaram na compreensão da relação entre desenvolvimento humano e consumo de energia. (BERNARDO; VIANNA; FONTOURA, 2007, pp.1-10).

Apostando em uma formação mais abrangente e também conceitual, a proposta de Silva e Carvalho, 2006, em uma escola média pública aborda a temática ambiental. Tendo por

metodologia a ênfase às controvérsias do tema, como incertezas, complexidade, riscos sociais e ambientais e dilemas éticos e religiosos, procura quebrar a concepção de que a Ciência é um conjunto de verdades absolutas e observar a atitude dos estudantes. A pesquisa se inicia com leituras de textos que relacionam a produção de energia aos impactos ambientais. Após debates em sala de aula e visita a uma usina hidrelétrica, questionários avaliam a importância dada pelos estudantes à intervenção humana sobre a natureza. Como as consequências dessa intervenção não são imediatas, poucos estudantes identificam o problema e têm dificuldade em articular degradações ambientais às ações humanas. Alguns estudantes usam argumentos religiosos para se justificar. Mas a pesquisa mostra que outros conseguem associar sistemas eólicos e fotovoltaicos a menores níveis de impacto. (SILVA; CARVALHO, 2006, pp.1-12).

A preocupação na construção do conceito de energia se manifesta através de pesquisas de ensino com diferentes metodologias, como a de Rodrigues e Mattos, 2007, que evidencia a importância do contexto para formação do perfil conceitual de alunos do Ensino Médio. A partir do referencial sócio interacionista de Vygotsky (ou seja, na interação entre indivíduos em determinado contexto) foi aplicado um questionário aberto, para que estudantes escrevessem livremente sobre o tema. Como a interação aluno-livro pode não ocorrer e, além disso, o ambiente escolar, como um sistema complexo, também interfere, através desse tipo de comunicação, o contexto no ensino de ciências se torna parte importante dos processos interativos. (RODRIGUES; MATTOS, 2007, pp.4-11).

Em sua pesquisa sobre *Desenvolvimento Sustentável e Ensino de Física*, Paula Sousa e Maria Regina Kawamura, 2004, analisam a participação do Ensino de Física na questão interdisciplinar do ser humano com a natureza, que inclui relações sociais, de poder e de interesses. Constatam que o conhecimento técnico disciplinar e o da educação ambiental não se articulam. O tratamento científico das diversas formas de geração de energia, na maioria das vezes, se reduz a aspectos conceituais, sem sua aplicação em contextos reais de educação crítica. Como o conhecimento sobre desenvolvimento sustentável de especialistas disseminado através de livros escolares (de Ensino Médio e superior de Física e de Ciências Ambientais) é compreendido pela população é uma das propostas desse trabalho. Apesar da dificuldade em definir o conceito de sustentabilidade, pela pluralidade de enfoques, os que aparecem nos livros são: social, político, ambiental, biológico, agrícola e demográfico. Associados ao tema *energia*, a eficiência energética, utilização de recursos renováveis e novas tecnologias aparecem em destaque, ao contrário da discussão sobre a relação entre *desenvolvimento humano* e *consumo energético*, demonstrada por indicadores socioeconômicos. Quando consultada a população em relação especificamente às alternativas

de geração da energia, cerca de um terço não soube opinar. O cruzamento de dados de faixa etária e escolaridade permitiu concluir que o nível de consciência ambiental é função do nível de escolaridade, fato que, segundo as autoras, as estimulam no sentido de investir em educação ambiental crítica. Ao considerar como referência o desenvolvimento sustentável, o tema *energia* poderia assumir diferentes dimensões, como econômica, com estudo do perfil de consumo de cada classe social e o de viabilidade de fontes alternativas, com recursos existentes. Assim o Ensino de Física passaria a contribuir a uma relação dinâmica com a Ciência, passível a discussão de diferentes posicionamentos sem respostas prontas e definitivas. (SOUSA; KAWAMURA, 2004, pp.1-12).

“Considerar o desenvolvimento sustentável como referência significaria, nesse caso, situar a questão de energia segundo diferentes dimensões. Do ponto de vista econômico, significa investigar custos de diferentes processos de geração e de suas implicações tecnológicas; do ponto de vista social, implica, por exemplo, investigar os diferentes perfis de consumo em função das classes sociais, além do potencial como indicador do nível de desenvolvimento humano de determinado segmento; do ponto de vista ambiental, significa buscar instrumentos e parâmetros para quantificar as transformações em curso, e os limites de aplicação dos modelos hoje propostos; do ponto de vista tecnológico, envolve o estudo de viabilidade de fontes alternativas segundo todas essas dimensões; do ponto de vista demográfico, significa analisar os aspectos relacionados com os limites para expansão das ofertas de energia, dentro das condições e recursos existentes. E assim por diante, tomando como referência as dimensões da sustentabilidade que foram identificadas”. (SOUSA; KAWAMURA, 2004, p.10).

Em sua dissertação de mestrado, 2011, Ramos desenvolve propostas aos professores de Ensino Médio de Física baseado nas possibilidades de elaborar atividades em sala de aula, voltadas a uma educação ambiental crítica. Investiga o conceito de sustentabilidade, princípio de funcionamento de diversas fontes geradoras, usos sociais e seus impactos. Ele enfatiza atividades que envolvem o cotidiano do aluno, com articulação entre consumo representado pela abordagem domiciliar e disponibilidade de energia através do estudo da Matriz Energética Brasileira. Traz em perspectiva evolução histórica do uso de energia, desde os primórdios da humanidade, passando pela Termodinâmica e a Revolução Industrial (com máquinas a vapor, a combustíveis fósseis, como derivados do petróleo), pelo Eletromagnetismo (com máquinas elétricas) e finalmente pela Física Moderna (com as movidas pela energia nuclear). Menciona a abordagem dada por livros didáticos e propostas, nos quais o ensino do tema é reduzido a aspectos conceituais da Física, apesar do caráter social e ambiental de cidadania. (RAMOS, 2011).

Em sua dissertação de mestrado, 1996, Vannucchi descreve a importância de se trabalhar em grupo. Segue um resumo do que consideramos adequado ao nosso trabalho:

A exposição de pontos de vista e de argumentos é o fator mais importante na discussão em grupos, pois ajuda a esclarecer temas. O *trabalho em grupo* com orientação do professor contribui para tornar o conteúdo acessível. Em pequenos grupos, alunos têm oportunidade de refletir, expressar e contrastar ideias com colegas, mesmo quando contrárias às aceitas pela maioria, que pode não acontecer se o professor centralizar a discussão. Ajuda pedagógica para um estudante respeitar os demais, além de valores e normas subentendidos, é motivo para a escola adotar o debate em grupo. Nessa interação se verifica melhor compreensão de dúvidas e dificuldade de expressão, aspecto importante na educação escolar. É importante que se promova oportunidade de reflexão, não somente sobre o tema abordado, mas também sobre o mundo em que vivemos, favorecendo espírito crítico. Alunos demonstram dificuldade de conviver com conflito de ideias e há crença de que a Ciência é um conjunto de verdades. A importância do papel do professor consiste na orientação dos trabalhos criando condições adequadas numa direção pedagógica, interferindo quando necessário. (VANNUCCHI, 1996, pp.40-116).

III. PANORAMA SÓCIOAMBIENTAL

III.1 CONTEXTO SOCIAL

Em uma época em que a comunicação é globalizada e as distâncias diminuem, ao mesmo tempo em que aumentam, não nos sobra tempo para o que realmente seria essencial: *Time is Money*.

Estamos passando por profundas mudanças sociais, desencadeadas pela explosão demográfica e avanço tecnológico, associados a determinadas práticas de comportamento humano, principalmente nos últimos 50 anos, conforme Engelman. Na África, sem ajuda dos países desenvolvidos para controle de natalidade, como dos Estados Unidos durante o governo Bush, a população aumentou demais. Em todas as partes do mundo, as taxas de natalidade tendem a cair, quando as mulheres têm mais acesso à educação. Elas preferem ter menos filhos, ao saberem que estes terão futuro mais saudável. (ENGELMAN, 2009, pp.78-79).

O programa *Cidades Sustentáveis/Globo Ecologia*, 2013, apresenta a realidade das grandes cidades. Segundo a ONU/Organização das Nações Unidas, é na Ásia e na África que está a maior parte dos 7 bilhões que somos. E ainda, as pessoas se concentram cada vez mais nas cidades no mundo todo, sendo que a cada duas, uma vive na cidade e outra no campo. São Paulo é uma das cidades mais populosas do mundo. Nossa preocupação é com transporte coletivo eficiente, sistemas de saneamento básico, de saúde, de energia, emprego e educação. Grande parte dos imigrantes veio com a ilusão de melhores oportunidades, também em consequência das duas grandes Guerras Mundiais, como europeus e asiáticos, para se dedicar à lavoura, plantação e comércio de café, na primeira metade do século passado. Outra parte veio de regiões do país como o Nordeste para trabalhar nos grandes empreendimentos urbanos, como da construção civil e obras viárias, fugindo da pobreza, da seca e encontrando a miséria na grande metrópole. (Redeglobo.com, *Globo Ecologia*, 2013).¹¹

A população de idosos dos países ricos também tende a aumentar, devido às novas expectativas de vida, decorrentes do avanço da Medicina, além do nosso modo de viver. Vivemos mais e vivemos menos.

No Brasil, alguns continuam ativos e outros passam a depender da Previdência Social. O *déficit* entre os contribuintes e os dependentes está aumentando, causando preocupação sobre possível rombo futuro.

¹¹ Redeglobo.com, *Globo Ecologia* – 20.04.2013 - *Cidades Sustentáveis*.

No rumo em que nos encontramos, teria o planeta condições de garantir uma vida digna a todos?

A exploração de recursos naturais é tão intensa, como se estes fossem ilimitados, que precisamos alterar de imediato o rumo de nossas ações e do consumismo desenfreado. As populações mais pobres também acabaram pagando pelos abusos dos países ricos.

Somos nós humanos uma ameaça à nossa própria civilização?

“Desenvolver uma economia sustentável em uma biosfera finita exige novas maneiras de pensar e de agir.” (DALY, 2005, p.92).

Problemas cruciais, como escassez de água potável e energia, que já são sentidas pela maioria da população mundial, são preocupações cada vez mais presentes no nosso *dia a dia*, veiculadas pela mídia.

Podemos até pensar que são manifestações idealistas, poéticas, românticas, utópicas que nos fazem lembrar que *somos todos irmãos* e queremos *construir um mundo melhor*, que possa dar igual oportunidade a todos. Mas, por definição, *poetas não jogam pedras*, como escrevia Clóvis Rossi, no artigo *Pedras e Palavras* da Folha de São Paulo de um domingo de 2007.

Para que esse sonho se torne realidade, é preciso transformar o discurso em atitude, para não cair no vazio demagógico de alguns políticos e unir *a ação ao sentimento e ao pensamento*, como dizia o poeta Vinícius de Moraes, no *Samba da Benção*, na década de 1960, referindo-se ao poeta Carlinhos Lyra. (MORAES; POWELL, década de 1960).

Mudanças climáticas atribuídas por muitos ao efeito estufa, causado pela emissão de gases poluentes na atmosfera entre outros, produzidos pela queima de combustíveis fósseis, serviriam de alerta para o que poderia acontecer num futuro próximo.

Graças à conscientização e à pressão da sociedade, já podemos ver algumas ações de solidariedade, de mudanças de hábitos de nossa cultura de desperdício, de descarte e de desprezo pela vida humana, como retratado no documentário *Ilha das Flores*, dirigido por Jorge Furtado, em que pessoas famintas são menos valorizadas do que animais. (FURTADO, 1988).

A reciclagem do lixo doméstico se tornou popular, dando emprego a uma nova e imensa categoria de trabalhadores: os *catadores de lixo*, que mesmo ainda sem garantias trabalhistas merecidas, mudaram a rotina de muitas donas de casa adeptas, separando lixo orgânico do reciclável e não reciclável, como vidro, plástico, alumínio, papel, lâmpadas fluorescentes, pneus velhos, lixo eletrônico e da informática: baterias, carregadores, celulares, computadores, circuitos microprocessadores, *microchips*.

A atividade em São Paulo só não é mais bem aproveitada devido às dificuldades nos processos de coleta, já que o caminhão da Prefeitura não passa regularmente em todas as regiões e não há pessoal suficiente nos processos de seleção, desestimulando quem cumpre sua parte.

A coleta seletiva representa apenas pequena parcela do total de resíduos sólidos que a Prefeitura recolhe diariamente. E mais, São Paulo sente o impacto da implementação da *Política Nacional de Resíduos Sólidos* que cria regras e diretrizes. (BRASIL, MMA/Ministério do Meio Ambiente *Política Nacional de Resíduos Sólidos*).¹²

Processos de compostagem e biodigestores são muito úteis na destinação de lixo orgânico, produzindo adubo. A incineração também ainda é muito usada, embora emita muitos gases nocivos para atmosfera.

“Brasil é o 1º em reciclagem de latas de alumínio, reaproveitando a matéria prima.” (FOLHA UOL, 2004).¹³

Vemos as garrafas PET, que é um “polímero termoplástico” (wikipedia.org)¹⁴, servindo para várias utilidades, como por exemplo, para aquecer água e servindo de lâmpadas.¹⁵

Ainda quanto ao lixo em São Paulo, as termelétricas em aterros sanitários, como os desativados Bandeirantes e São João, servem de exemplo a nível mundial, com o aproveitamento do gás metano emitido pelo lixo orgânico, que produz energia térmica, então convertida em elétrica. (ambiente.sp.gov.br, 2004; g1.globo.com, 2012; BRASIL, MMA/Ministério do Meio Ambiente *Aproveitamento Energético do Biogás de Aterro Sanitário*).¹⁶

¹² BRASIL, MMA/Ministério do Meio Ambiente, *Política Nacional de Resíduos Sólidos*, acessível em 10.03.2015 por <http://www.mma.gov.br/pol%C3%ADtica-de-res%C3%ADduos-%C3%B3lidos>.

¹³ FOLHA UOL, *Brasil é o 1º em reciclagem de latas de alumínio, reaproveitando a matéria prima*; artigo da Folha, 19.07.2004 - 04h31, acessível por <http://www1.folha.uol.com.br/folha/cotidiano/ult95u97076.shtml>.

¹⁴ wikipedia.org, *PET/Politereftalato de etileno*, Wikipedia, acessível em 11.07.2015 por http://pt.wikipedia.org/wiki/Politereftalato_de_etileno.

¹⁵ youtube.com, *Lâmpadas de água*, 14.abril.2008, acessível em 10.07.2015 por <http://www.youtube.com/watch?v=QEME5RPNmZI>.

¹⁶ ambiente.sp.gov.br, *Termelétrica do Aterro Bandeirantes reduz emissão de CO₂ para atmosfera*, 25.03.04, acessível por http://www.ambiente.sp.gov.br/destaque/2004/marco/25_termeletrica.htm;

g1.globo.com, *Saiba como funciona um aterro sanitário em SP*, 10.04.2012, acessível em 10.07.2015 por <http://g1.globo.com/sao-paulo/sao-paulo-mais-limpa/noticia/2012/04/saiba-como-funciona-um-aterro-sanitario-em-p.html>;

BRASIL, MMA/Ministério do Meio Ambiente, *Aproveitamento Energético do Biogás de Aterro Sanitário*, acessível em 10.03.2015 por <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/politica-nacional-de-residuos-solidos/aproveitamento-energetico-do-biogas-de-aterro-sanitario>.

Em São Paulo, já existem entidades que recolhem o lixo da informática, referente ao descarte de equipamentos microeletrônicos (como o CEDIR/Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática da USP/Universidade de São Paulo) ¹⁷. E outras que recolhem remédios com validade vencida (algumas drogarias) e óleo de cozinha usado (como os CEUs/Centros Educacionais Unificados em SP), que contaminam os lençóis freáticos.

Os governantes já estudam a implantação da Logística Reversa, em que os fabricantes se responsabilizam pelo destino de seus produtos, fechando o ciclo desde sua produção até o final de sua vida útil.

Existem também os movimentos, como da Prefeitura de SP, as operações *catabagulhos*, que recolhem móveis e objetos antigos, para evitar que sejam jogados nas calçadas e nos rios. (Prefeitura, SP). ¹⁸

Quanto à água, já existem instalações prevendo a utilização de *água de reuso*, com reutilização de água tratada e também com captação da água da chuva. Em geral, são edificações mais modernas e caras, como os *Green buildings*, que fazem em geral aproveitamento de energia solar, ventos, resfriamento do ar ambiente, através de sua circulação pelas camadas mais frias do subsolo.

Mesmo assim, ainda podemos ver muito esgoto sendo lançado nos rios, pela população e pelas indústrias e, em nossa cultura de desperdício, a água que recebemos própria para consumo humano, clorada e fluoretada, continua sendo utilizada em jardins, lavagem de calçadas, automóveis e nos banheiros, para descarga.

¹⁷ cce.usp.br, CEDIR/Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática da USP/ Universidade de São Paulo, acessível em 07.07.2015 por <http://www.cedir.usp.br/>.

¹⁸ Prefeitura SP *Cata- Bagulho: o que é e como funciona*, acessível em 06.07.2015 por <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/catabagulho/index.php?p=19780>.

Sem contar que algumas mineradoras utilizam água para transporte de minério, de Minas ao Espírito Santo, através de tubos, até o porto marítimo, sendo então lançada ao mar, poluindo suas águas, ao invés de modernizarem antigas ferrovias, que hoje são sucata e meras lembranças da *Maria Fumaça*.

*Ponta de areia ponto final
Da Bahia-Minas estrada natural
Que ligava Minas ao porto do mar
Caminho de ferro mandaram arrancar
Velho maquinista com seu boné
Lembra o povo alegre que vinha cortejar
Maria fumaça não canta mais
Para moças flores janelas e quintais
Na praça vazia um grito um ai
Casas esquecidas viúvas nos portais
(Ponta de Areia, Fernando Brandt) ¹⁹.*

Por volta de década de 1970, houve uma escolha nítida dos governos pelo transporte automotivo, priorizando a construção de rodovias e, nos grandes centros urbanos, de avenidas, pontes e vias expressas, como em São Paulo o Elevado Costa e Silva/*Minhocão* e as Marginais dos Rios Pinheiros e Tietê, onde o problema de mobilidade é enorme e em que o transporte público coletivo continua se deteriorando, apesar da insuficiente kilometragem de metrô construída, corredores de ônibus, trens da CPTM/Companhia Paulista de Trens Metropolitanos, ciclovias, rodízio de carros, inspeção veicular e trólebus (ônibus elétricos).

É comum observarmos, em meio ao caos urbano do trânsito, carros pesando cerca de uma tonelada circulando com um só passageiro. Mesmo assim, indústrias automotivas continuam fabricando modelos que nos fascinam, cada vez maiores, inclusive com tração nas quatro rodas, que são utilizados na maior parte do tempo no asfalto urbano. Sem falar nos recentes incentivos do governo para montadoras, com redução de IPI/Imposto sobre Produtos Industrializados.

Em São Paulo, existem projetos que auxiliariam a melhorar o trânsito, como:

- término da construção do Rodoanel Mário Covas (muitas vezes paralisada devido às negociações com a sociedade, necessárias para atenuar impactos ambientais),
- projetos de revitalização do centro da cidade, com reforma de prédios abandonados, invadidos pelos *sem teto* (Estadão Notícias, 2009) ²⁰, que poderiam aproximar trabalhadores do local de trabalho,

¹⁹ BRANDT *Ponta de Areia*; acessível em 07.07.2015 por <http://musica.com.br/artistas/fernando-brant/m/ponta-de-areia/letra.html>

²⁰ Estadão Notícias, *Prefeitura de SP planeja reformar 59 prédios desocupados do centro*, 01.11.2009, acessível em 07.07.2015 por <http://www.estadao.com.br/noticias/impreso,prefeitura-de-sp-planeja-reformar-58-predios-desocupados-do-centro,459567,0.htm>.

- criação de empregos em bairros mais afastados,
- o projeto da FAU/Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP do Hidroanel Metropolitano (*rede de vias navegáveis composta pelos rios Tietê e Pinheiros, represas Billings e Taiaçupeba*). (Grupo MetrÓpole Fluvial FAU USP, 2011) ²¹.

²¹ Grupo MetrÓpole Fluvial/FAU USP, *Articulação Arquitetônica e Urbanística dos Estudos de Pré-Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental*, 2011, acessível em 07.07.2015 por <http://metropolefluvial.fau.usp.br/>

III.2 DESENVOLVIMENTO HUMANO

O PNUD/Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (em inglês UNDP/United Nations Development Programm) é uma instituição que opera em 117 países, ajudando a desenvolver a capacidade local a solucionar seus desafios desde 1990, publicando relatórios anuais. (PNUD, 2015).²²

Segundo o PNUD, a pobreza nos países em desenvolvimento está intimamente ligada à falta de acesso à energia elétrica. (PNUD, 2004).²³

Esse programa propõe um processo que dê iguais oportunidades de educação, saúde, renda e emprego, até condições de liberdades econômicas e políticas. (PNUD, 2012).²⁴

Para avaliar condições que relacionam *consumo de energia e desenvolvimento humano* são usados indicadores clássicos, que incluem bens e serviços produzidos:

- PIB/Produto Interno Bruto,
- PNB/Produto Nacional Bruto (PIB+rendimento externo),
- PNB/capita (PNB/população),
- PIB/capita e kWh/capita.

PIB representa a soma de todos os bens e serviços produzidos em uma região.

PNB difere do PIB por considerar rendas líquidas enviadas ou recebidas do exterior.

O conceito de *Desenvolvimento Humano* nasceu da necessidade de ampliação de escolha das pessoas. Ele procura olhar para oportunidades e capacidades sob perspectiva diferente daquela do crescimento econômico, baseada somente na renda que a sociedade pode gerar. O IDH/Índice de Desenvolvimento Humano é uma medida do progresso considerando três dimensões básicas: renda, educação e saúde. (Idem).

²² Wikipedia/UNDP/United_Nations_Development_Programm.

PNUD, 2015 *Objetivos de Desenvolvimento do Milênio, Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – Brasil*; acessível em 07.07.2015 por <http://www.pnud.org.br/odm/>.

²³ PNUD, 2004 *Elettricidade é essencial contra pobreza*, 10.12.2004, acessível em 06.07.2015 por <http://www.pnud.org.br/Noticia.aspx?id=3324>.

²⁴ PNUD, 2012 *PNUD Brasil/Programa das Nações Unidas para o desenvolvimento/Desenvolvimento Humano e IDH*, 2012, acessível em 06.07.2015 por <http://www.pnud.org.br/IDH/DH.aspx>.

O IDH se baseia na longevidade (expectativa de vida, mortalidade infantil), grau de instrução (alfabetização e anos médios de escolaridade) e padrão de vida (poder de compra, acesso à água potável, PIB). Esse índice no Brasil evidencia desigualdade social, cujos extremos encontram-se nas regiões Sul e Sudeste, com maiores índices e Nordeste, com o menor. (Brasil Escola *O IDH no Brasil*).²⁵

Estudos apontaram para correlação entre *consumo médio de eletricidade anual per capita* e *IDH*, de maneira que dimensões humanas da energia precisam ser consideradas (GOLDEMBERG; LUCON, 2012, pp.89-113):

- social (necessidades básicas),
- econômica (preços e confiabilidade),
- política (uso governamental da renda) e
- ambiental (utilização de recursos naturais, diversidades de fontes, impactos e emissões, biodiversidade).

²⁵ Brasil Escola *O IDH no Brasil*, acessível em 10.03.2015 por <http://www.brasilecola.com/brasil/o-idh-no-brasil>.

III.3 MUDANÇAS CLIMÁTICAS

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, o IPCC/Intergovernmental Panel on Climate Change, na sigla em inglês, foi criado em 1988 pelo PNUMA/Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente e pela Organização Meteorológica Mundial, pela percepção de que a ação humana poderia estar exercendo forte influência sobre o clima do planeta e pela necessidade de acompanhamento desse processo. É um órgão composto por 130 governos que avalia regularmente essas mudanças, divulgando pareceres técnicos e reunindo 2500 renomados cientistas. (Notícias Terra/BBC Brasil.com, 2007).²⁶

O primeiro relatório de avaliação (AR1/Assessment Report), divulgado em 1990, argumentou a favor da criação da Convenção do Quadro das Nações Unidas para Mudanças Climáticas. O segundo, em 1995, resultou no Protocolo de Kyoto, dois anos depois. O terceiro, divulgado em 2001 e, em 2007, o IPCC publicou o quarto relatório. Desde o primeiro, os relatórios são produzidos em quatro etapas por três grupos de trabalho. O primeiro grupo procura argumentos científicos de que a mudança climática seria consequência da ação do homem; o segundo relaciona a vulnerabilidade dos sistemas humanos e naturais frente aos impactos dessas mudanças, as consequências para o meio ambiente e para a saúde humana. O terceiro grupo estuda alternativas para combater as mudanças e as possíveis adaptações das populações. O quarto grupo faz um resumo dos anteriores. Foi considerada ação humana provavelmente maior responsável pelo aquecimento global, devido ao efeito estufa, causado pela emissão de dióxido de carbono (CO₂), óxido nitroso (N₂O) e metano (CH₄) nos últimos 50 anos, acarretando na elevação de temperatura dos oceanos e variações extremas de temperatura e padrões dos ventos. (Idem).

O IPCC estima aumento de temperatura global de 1,8 a 4°C até o final do século, ameaçando espécies e deixando populações vulneráveis a doenças e desnutrição. Outra conclusão é sobre o derretimento das camadas polares, aumentando o nível dos oceanos até 2100, obrigando pessoas a deixar o local onde vivem. Para o IPCC, o custo para mitigar emissões razoavelmente até 2030 seria de 3% do PIB mundial. (Idem).

No segundo relatório, cientistas disseram que até 2080 cerca de 10 a 25% da floresta amazônica poderiam desaparecer, existindo possibilidade de se transformar em cerrado. No

²⁶ Notícias Terra/BBC Brasil-BBC Brasil.com; *Entenda o que é o IPCC e suas conclusões*; 14.11.2007, acessível em 07.07.2015 por <http://noticias.terra.com.br/ciencia/interna/0,,OI2072927-EI8278,00.html>.

pior cenário para o Nordeste até 2050, 75% de suas águas poderiam desaparecer e os manguezais sofreriam com aumento do nível da água do mar. (Idem).

Apesar do perfil científico, o IPCC sofreu influências políticas da China e Estados Unidos, grandes poluidores que apresentaram própria versão sobre o aquecimento. Ao revisar documentos, outros países acabaram concordando com essas versões. Apesar disso, a repercussão das conclusões do IPCC e a ampla cobertura da mídia colocaram a mudança climática entre as grandes questões mundiais e um dos principais temas da agenda política em diversos países. (Idem).

O quarto relatório de avaliação (AR4/Assessment Report 4) divulgado pelo IPCC em 2007 abordou opções para atenuação de mudanças climáticas, como fontes renováveis de energia (RE's), mostrando seu potencial em reduzir emissões de GEE/gases de efeito estufa. (IPCC, 2011).²⁷

O quinto relatório divulgado em 27.09.2013:

“dá destaque ao fato de as últimas três décadas terem sido as mais quentes da história, sendo que a temperatura média na superfície da terra no final deste século provavelmente vai exceder um aumento médio de 1,5°C em relação à média de 1850 a 1900” (GARCIA, 2013, p.11)

no cenário mais otimista, com aumento da linha d'água de mais de 26cm. No mais pessimista, com emissão de GEE triplicada, essa temperatura subiria até 4,8°C, aumentando o

“grau de certeza sobre o papel do homem.” (Idem).²⁸

O relatório divulgado em 31 de março de 2014 em Yokohama no Japão, *Mudanças Climáticas 2014: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade* identifica pessoas expostas aos riscos, que afetam ecossistemas, agricultura, abastecimento de água e saúde humana. Estratégias e ações para preparação contra desastres causados por estas alterações seriam medidas eficazes. (ONU.BR, 2014).²⁹

²⁷ IPCC 2011 *IPCC/Intergovernmental Panel on Climate Change/Working Group III/ Mitigation of Climate Change; SRREN/Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation*, p.167, acessível em 06.07.2015 por <http://srren.ipcc-wg3.de/report>.

IPCC/Intergovernmental Panel on Climate Change: *Summary for Policymakers*. In: *IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, 2011.

²⁸ GARCIA *Aquecimento segue mesmo com “hiato” de 15 anos, diz relatório*, Caderno Ciência da Folha de São Paulo, 28.09.2013, p.11.

²⁹ ONU.BR *Mudanças climáticas aumentam riscos globais de fome, inundações e conflitos, alerta IPCC*, de 31.03.2014, acessível em 07.07.2015 por <http://www.onu.org.br/mudancas-climaticas-aumentam-riscos-globais-de-fome-inundacoes-e-conflitos-alerta-ipcc/>.

Instituído em 2009, o Painel Brasileiro de Mudanças do Clima reúne 300 cientistas e pesquisadores de diversas áreas, com objetivo de disseminar conhecimentos, tecnologias e acompanhar políticas públicas em cidades, zonas costeiras, recursos hídricos, desenvolvimento regional, energias renováveis, agricultura, saúde. (Portal Brasil, 2010).³⁰

³⁰ Portal Brasil *Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima/IPCC*, Portal Brasil, 24.11.2010, acessível em 07.07.2015 por <http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2010/11/painel-intergovernamental-sobre-mudanca-do-clima-ipcc>.

III.4 CONSCIÊNCIA ECOLÓGICA

Durante os primeiros anos da ONU, lembra Gadotti, criada em 1945 com objetivo de discutir temas como paz, direitos humanos e desenvolvimento equitativo, pouca atenção era dada à consciência ecológica. (GADOTTI, 2002, p.1).

A partir de 1950 nos países desenvolvidos, verificou-se grande crescimento econômico. Com expansão da atividade industrial, impulsionada pelo crescimento demográfico e de consumidores, poluição e uso de recursos naturais aumentaram muito.

Resultado da associação de cientistas, descreve Jacobi, empresários e políticos de diversos países no início da década de 1970, surgem movimentos em defesa da ecologia, com relatórios do Clube de Roma e publicações de livros como *Primavera Silenciosa* de Rachel Carlson (denunciando uso indiscriminado de substâncias tóxicas na agricultura) e *Limites do Crescimento* (de autoria de vários cientistas sobre controle do crescimento demográfico). Em 1973, surge o conceito de *eco desenvolvimento*, alternativo ao desenvolvimento. (JACOBI, 2005, p.237).

Em 1972, segundo Gadotti, organizada pela ONU, a Conferência de Estocolmo introduziu preocupação com desenvolvimento econômico em detrimento do meio ambiente, sendo primeira iniciativa mundial a relacionar comportamentos e responsabilidades, resultando na divulgação de um Manifesto Ambiental publicado em 1980, pelo PNUMA/Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, o documento *Uma estratégia mundial para conservação* que critica o modelo de desenvolvimento adotado pelos países industrializados. (GADOTTI, 2002, p.1).

Desde o fim dos anos 1980, expressões como *sustentabilidade* e *economia verde* têm sido utilizadas pela mídia, associadas à erradicação da pobreza e inclusão social.

Ainda hoje existem várias concepções de *sustentabilidade* e persistem tensões entre desenvolvimento e conservação do meio ambiente. A busca por consenso quanto ao seu conceito teve início quando o objetivo era tornar a temática visível na agenda internacional. Uma posição intermediária entre os que priorizavam o crescimento econômico e os catastrofistas, que pregavam o esgotamento dos recursos naturais, surge propondo um *desenvolvimento sustentável*, que harmonizasse objetivos sociais, ambientais e econômicos. (JACOBI, 2005, pp.237-238).

Em 1987, segundo o INPE, no relatório *Nosso Futuro Comum* ³¹ da CMAD/Comissão Mundial sobre Meio Ambiente, em inglês World Commission on Environment and Development, organizada pela ONU, presidida por Gro Harlem Brundtland, primeira ministra da Noruega, foi publicado o conceito de

“desenvolvimento sustentável como competência da humanidade em garantir que as necessidades do presente sejam atendidas sem comprometer a qualidade de vida de gerações futuras”,

sendo principais conferências (INPE/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2012, p.5) ³²:

- Estocolmo, Suécia (1972) (primeiras recomendações de proteção ao meio ambiente)
- Rio de Janeiro, Brasil (1992) - ECO 92 (recomendações de cortes de emissões de gases de efeito estufa)
- Quioto, Japão (1997) (Protocolo de Quioto - estabelece a redução das emissões de gases de efeito estufa aos níveis de 1990)
- Haia, Holanda (2000) (estabelece o Crédito de Carbono)
- Bonn, Alemanha (2001) (criação de fundo para países em desenvolvimento)
- Copenhagen, Dinamarca (2009) (recomendação para não ultrapassar a temperatura média global de 2°C acima dos patamares da Revolução Industrial)
- Cancun, México (2010) (Fundo Global para fomentar pesquisa de desenvolvimento sustentável)
- Rio de Janeiro (2012) - Rio+20 (deverá contribuir para definir a agenda do desenvolvimento sustentável para as próximas décadas)

O conceito de *Pegada Ecológica* traduziria a extensão de terra e mar que a sociedade precisaria para se sustentar. Existem estudos desde 1980 sobre a demanda mundial por recursos naturais, que seria maior do que a capacidade de renovação do planeta, demonstrando que precisamos de *um planeta e mais um quarto* para sustentar nosso estilo de vida. (Idem, pp.10-11).

Em 1992 no Rio de Janeiro, a CNUMAD/Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (em inglês, UNCED/United Nations Conference on Environment and Development), também chamada Cúpula da Terra, representou o maior encontro internacional, com participação de 175 países, conhecida como Eco 92 ou Rio 92. (GADOTTI, 2002, p.2).

Segundo José Goldemberg e Lucon, marco de conscientização da sociedade em articular questões, trouxe propostas de reformas institucionais que pouco avançaram, apesar

³¹ BRUNDTLAND *Nosso futuro comum*, Relatório da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, Rio de Janeiro, FGV, 1988.

³² INPE/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais: *O futuro que queremos/Economia Verde, desenvolvimento sustentável e erradicação da pobreza*, Fabiano Scarpa, Ana Paula Soares, Jean Galvão, SP: INPE, 2012, acessível em 02.07.2015 por: http://issuu.com/magnostudio/docs/o_futuro_que_queremos.

da criação da Comissão para o Desenvolvimento Sustentável. (GOLDEMBERG; LUCON, 2012, p.90).

Surge a *subpolítica*, disseminação de grupos ativistas paralelos aos políticos oficiais, que exercem pressões em assuntos como ecologia e direitos humanos. (BECK, 1997, p.28 *apud* JACOBI, 2005, p.240).

Incertezas e ameaças levaram a sociedade a redefinir padrões de responsabilidade, de segurança, de controle e de limitação de desenvolvimento e danos. (BECK, 1997, p.17 *apud* JACOBI, 2005, pp.240-241).

Participações ativas da sociedade através das ONG's/Organizações não Governamentais têm contribuído para pressionar as Nações Unidas e Estados a assumir temas importantes. Reconhecidas como vitais para projeto, execução e obtenção de bons resultados, se multiplicaram, consideradas interlocutoras entre governos dos países pobres e instituições financeiras dos países ricos. Paralelamente ocorreu o Fórum Global 92³³, com participação de mais de 10.000 ONG's, promovido pela Sociedade Civil em que foi elaborada a Carta da Terra, conclamando participantes a adotarem através de ações concretas seu espírito e princípios, a nível individual e coletivo. Com objetivo de preservação da vida, a UNCED produziu a Agenda 21, o mais importante documento aprovado e assinado por 175 nações com programa de ação em áreas como proteção à atmosfera, energia, combate ao desmatamento, prevenção da poluição da água e do ar, gestão de resíduos tóxicos, desertos, oceanos, tecnologia. Além disso, incluiu comércio internacional, pobreza, dívida externa dos países em desenvolvimento e padrões insustentáveis de produção e consumo. Recomendou fortalecimento de grupos de mulheres, agricultores, crianças e povos indígenas. (GADOTTI, 2002, pp.2-3).

Críticas à Agenda 21 se referem principalmente às dificuldades de implementação: "não explicitou os conflitos a serem pactuados entre governos, empresariado e sociedade... o resultado, quase invariavelmente, tem sido a inação." (NOVAIS, 2000, p.2 *apud* GADOTTI, 2002, p.3).

Em 1997, a Rio+5 concluiu que os avanços para o desenvolvimento sustentável foram muito pequenos. Problemas globais estão relacionados às necessidades locais e degradação do meio ambiente que se dá em hábitos e costumes na tradição ocidental, que não se importava com extermínio dos índios, escravidão, endividamento dos países do Sul, em prol dos do Norte. (GADOTTI, 2002, pp.3-4).

³³ FÓRUM GLOBAL 92, *Tratados das ONG's*, aprovados no Fórum Internacional das Organizações Não Governamentais e Movimentos Sociais no âmbito do Fórum Global Eco 92, Rio de Janeiro, Fórum das ONG's, 1992.

Em Johannesburgo, a Cúpula Mundial sobre Meio Ambiente, a Rio+10 demonstrou que as expectativas da Rio 92 e objetivos de aprofundar debates não se concretizaram. Para muitos, princípios de proteção ambiental continuam a ser um entrave ao crescimento econômico e vários países tornaram-se mais vulneráveis a uma série de fenômenos ambientais. (JACOBI, 2005, p.239).

A falta de conhecimentos, durante o planejamento e/ou implementação, devido às grandes distâncias em que se encontram problemas de degradação ambiental (às vezes atravessam fronteiras), geram gastos que muitas vezes prejudicam lucros. Projetos tecnicamente aceitáveis muitas vezes são prejudiciais às populações afetadas, por não serem compatíveis com modos de vidas, obrigando à mudança de padrões ou ao abandono de *habitat*, tendo como resultado mais degradação ambiental. (SACHS, 2007, cap.I, pp.44-47).

Para países pobres não é desejável a repetição do caminho percorrido pelos industrializados, enquanto para os ricos, seria necessário limitar o desperdício de recursos em vias de esgotamento. O declínio do consumo não se processa sem criação de uma ordem internacional capaz de ajudar uns aos outros. Instituições rurais devem colocar ao alcance do pequeno camponês equipamentos e técnicas de produção adaptadas às condições econômicas e ecológicas regionais. (SACHS, 2007, cap.II, pp.61-65).

A possibilidade de repensar a obsolescência dos produtos do progresso industrial e riscos socioambientais associados ao desenvolvimento faz surgir a *sociedade de risco e reflexiva* sobre crescentes incertezas quanto ao futuro, alerta aos limites e consequências de ações, redirecionando estilos de vida individual e coletivo. (JACOBI, 2005, pp.239-240).

O discurso do *risco* começa onde a confiança em segurança termina, determinando uma ciência de possibilidades, revertendo a relação entre passado, presente e futuro. O passado perde seu poder de determinar o presente. Discutimos sobre algo que pode acontecer se continuarmos no mesmo curso que estamos. (BECK, 1999, cap.7, pp.135-137).

O senso comum e outras formas de conhecimento foram destituídos de autoridade pelo método científico. Embora a ciência seja considerada democrática, opiniões de intelectuais tornaram-se cruciais nas tomadas de decisões. Problemas ambientais envolvem todo planeta e impactos duram vários anos, para os quais a ciência não está preparada adequadamente. Decisões políticas devem ser tomadas com urgência e debates científicos incluem, além de aspectos técnicos, interesses comerciais. Um diálogo aberto poderia permitir que considerações não fossem unilaterais, mas com negociação de soluções. Informações sobre condições locais se transformam em dados complementares, com comunidades se apoiando mutuamente. A democratização da ciência não é apenas extensão da democracia na sociedade,

mas é necessária para enfrentar desafios dos complexos problemas como ambientais. O controle de políticas científicas precisa ser renovado com participação de todos afetados, a *comunidade ampliada de pares*. Um novo método de *ciência pós-normal* complementar à *ciência aplicada* pode guiar os rumos da ciência, sem substituir formas tradicionais e sem contestar o conhecimento científico. (FUNTOWICZ, RAVETZ, 1997, pp.220-230).

III.5 EDUCAÇÃO AMBIENTAL

O papel da *educação ambiental* é decisivo na mudança de hábitos, valores éticos e participação dos cidadãos nas decisões que influenciam seus destinos, segundo Jacobi. A *educação para cidadania* aspira à capacidade de exercer seus direitos, implicando em autonomia e liberdade responsável. O objetivo é sensibilizar alunos e professores a um questionamento de comportamentos e atitudes face ao consumismo, inovando práticas para o futuro. Educadores devem ser capacitados a relacionar diversas áreas, compartilhando preocupação com justiça ambiental e social, como prática política-pedagógica. (JACOBI, 2005, pp.243-247).

Tristão aponta quatro desafios: (TRISTÃO, 2002, pp.173-181 *apud* JACOBI, 2005, p.246):

- 1º Identificar vários pontos de vista, na complexidade ambiental;
- 2º Superar a visão do especialista e práticas tradicionais;
- 3º Superar a pedagogia das certezas, para a formação do professor reflexivo;
- 4º Superar a lógica da exclusão e das desigualdades.

Para Rayanut, a interação entre ciência e tecnologia não pode ser analisada desconsiderando a ação do ser humano e sua organização coletiva. O pensamento científico deve se apoiar na análise de fatos que transcendem diferenças culturais e de épocas, ultrapassando limites de espaço e tempo, na transmissão de conhecimentos. A ciência tem responsabilidade de enfrentar desafios como da *interdisciplinaridade*, definindo bases teóricas e metodológicas em sua aplicação mesmo não havendo consenso conceitual. O sistema educacional reforçou especializações que dificultaram a comunicação entre disciplinas. Aceitar a diversidade, entender o que o outro diz são condições básicas para colaboração entre as ciências, identificando soluções de longo prazo. (RAYANUT, 2011, pp.84-88).

IV. DESENVOLVIMENTO ENERGÉTICO

IV.1 MATRIZ ENERGÉTICA

O tema *ENERGIA* se tornou prioritário e estratégico no mundo por diferentes razões: preço do petróleo, políticas econômicas, crescimento acelerado de demanda (principalmente nos países emergentes, como a China), questões ambientais e efeito estufa.

Por se tratar de tema polêmico, com diversos pontos de vista, o assunto se tornou presente em várias divulgações na mídia, inclusive em séries de TV e nas universidades. O saldo é extremamente positivo, pois graças a essa exposição é possível para muitas pessoas comuns esclarecer dúvidas, refletir e se posicionar.

Segundo o programa *Matriz Energética/Globo Ecologia*, 2013, combustíveis fósseis, como carvão mineral, derivados do petróleo e gás natural, que fornecem eletricidade através das usinas termelétricas, alimentam a indústria e a maior parte dos meios de transporte. Muitos atribuem à queima desses combustíveis a maior parte da emissão global de gases que se acumulam na atmosfera, agravando o efeito estufa. No Brasil, desmatamento, queimadas, agronegócio e pecuária também contribuem para o aquecimento. A matriz energética é constituída pelas fontes que acompanham o desenvolvimento do país, mas aumenta a pressão por fontes renováveis, na medida em que esgotamento dos recursos naturais e mudanças climáticas tornam-se mais evidentes. No Brasil, a atual matriz estruturada em fontes renováveis há 30-40 anos era motivo de orgulho nacional, baseada na produção do álcool combustível e na construção de barragens hidrelétricas. Entretanto, nas últimas décadas têm faltado medidas de planejamento de longo prazo para uma matriz limpa no futuro. (Redeglobo.com, Globo Ecologia, 2013).³⁴

As hidrelétricas são responsáveis pelo maior fornecimento da nossa geração, mas o desafio é de que a capacidade instalada hoje atenda a demanda necessária para o crescimento econômico do país. O álcool/etanol se mostrou capaz de diminuir nossa dependência da gasolina, que causa mais danos para nossa saúde e ao meio ambiente, mas faltam incentivos à sua produção e comercialização. Com investimentos insuficientes, energia solar ainda não foi incluída em nossa matriz. (Idem). Também a produção da cana de açúcar tem pontos negativos socioambientais.

Há pouco tempo, *apagões* frearam investimentos na indústria, provocando desemprego e mudanças nos hábitos de consumo. Para complementar o fornecimento de

³⁴ Redeglobo.com, Globo Ecologia-06.04.2013-*Matriz energética*.

energia, durante o período de seca nos grandes reservatórios, a partir de 2001, a expansão das termelétricas de biomassa tradicional, como a carvão, causou polêmica, uma vez que o custo do kWh gerado é muito mais elevado em relação ao das hidrelétricas e por poluírem muito mais do que alternativas disponíveis, como energia eólica, solar e de biomassa moderna, como o bagaço de cana de açúcar. (Idem).

Durante as épocas de seca, quando os ventos sopram com mais força no Nordeste, no Sul e em todo litoral, a energia eólica também pode complementar a baixa produção das hidrelétricas. Os investimentos iniciais nesses tipos modernos de energia renovável podem ter um custo elevado, a princípio, devido ao aprendizado de sua tecnologia e implementação. Mas a grande vantagem é que complementam a energia disponível, diminuindo emissões de gases e gerando empregos. Somente considerando custos ambientais, sociais e financeiros, associados ao Sistema Energético, podemos prever os próximos 30 anos, a partir de escolhas atuais e hábitos de consumo. (Idem).

Para Goldemberg e Lucon, o estabelecimento de metas de maior participação de renováveis na matriz energética e programas de eficiência podem contribuir para o distanciamento da dependência do petróleo e carvão mineral. O Brasil, reconhecido internacionalmente pela produção do etanol, busca autossuficiência do petróleo, fator que consome altos investimentos do país, que se não ocorresse, poderia liberar recursos para outras finalidades mais produtivas. (GOLDEMBERG; LUCON, 2007, p.13).

Apesar dos esforços do governo federal através do PROINFA/Programa de Incentivo a Fontes Alternativas de Eletricidade, a participação de fontes de energias renováveis modernas na matriz energética é pequena, comparada à média mundial. (Idem, p.8).

Após a crise do *apagão* de 2001, quando houve pouco investimento privado, foi criada a EPE/Empresa de Pesquisa Energética, vinculada ao Ministério de Minas e Energia, cujos empreendimentos se baseiam em projeções de taxas de crescimento (PIB) e de demanda. Partindo de premissas erradas, grande parte de energia comercializada é de usinas térmicas a combustível fóssil, encarecendo o custo, agravando problemas ambientais e contrariando tendências mundiais que buscam alternativas renováveis. Em relação ao potencial hídrico do país, para alguns empreendedores e pessoas do governo, licenciamento ambiental é mera formalidade, esquecendo leis e muitas vezes iniciando obras antes de sua obtenção. Muitos estudos de impacto ambiental são incompletos, de conclusão demorada, sendo que empreendedores privilegiam projetos de rápida construção, economizando em medidas de compensação ambiental e de reassentamento das populações atingidas. (Idem, pp.14-16).

Apesar do bom histórico brasileiro em energias renováveis, convivemos com desmatamento, reforma do Código Florestal, altos investimentos na exploração do pré-sal, problemas urbanos, como transporte, violência e períodos de secas e inundações. A crença de que desenvolvimento econômico depende do uso crescente de energia, acarretando emissões de GEE está sendo desmistificada pelo reconhecimento de que tanto eficiência energética quanto utilização de fontes limpas ajudam a promover acesso à energia a muitas pessoas, além da redução de impactos ambientais. Novas tecnologias podem aliviar a pressão de grandes investimentos. (GOLDEMBERG; LUCON, 2012, pp.90-91).

A eletricidade é *serviço de alta qualidade* para funcionamento de indústrias, comércio, agricultura, transporte e serviços básicos. Nos países mais pobres, parte da energia vem do esforço humano e tração animal, enquanto a biomassa tradicional proveniente de resíduos animais e agrícolas como a lenha é dominante em áreas rurais para cocção, além de muito poluente. Em áreas urbanas, famosos *gatos*, ligações clandestinas de eletricidade, expõem moradores a risco de incêndios. O GLP/gás liquefeito de petróleo, armazenado em botijões e querosene também são combustíveis bastante utilizados. (Idem, p.94). Como falta de acesso à eletricidade indica pobreza, a Rio+20 seria oportunidade de alavancar compromisso entre governos com apoio da comunidade internacional para o aumento do IDH e utilização de energias mais limpas. (Idem, p.98).

Instituições públicas e privadas têm disponibilizado financiamentos para o desenvolvimento científico-tecnológico, no sentido de obter melhor qualidade de vida.

No Brasil, programas de governo para obtenção de maior eficiência, tanto dos Sistemas Elétricos, como no uso final dos consumidores, das instalações industriais e residenciais, incluindo dos eletrodomésticos, foram iniciados a partir da crise do petróleo, nos anos 1970, quando os países produtores do Oriente Médio aumentaram demasiadamente o preço do barril, em retaliação aos Estados Unidos, por terem se aliado a Israel, na guerra contra os árabes pelos territórios da Palestina.

No Brasil, durante o governo Geisel em 1975 se inicia o PROÁLCOOL/Programa Nacional do Alcool, "com intuito de substituir combustíveis derivados do petróleo, como a gasolina, por uma fonte alternativa renovável." (veja.abril.com.br *PROÁLCOOL*).³⁵

O programa teve resultados positivos nas primeiras décadas, mas com a redução mundial de preço do barril de petróleo, os usineiros passaram a destinar a produção de açúcar

³⁵ veja.abril.com.br, Arquivo Veja, Coleções, *Proálcool*, acesso em 11.03.2015 por http://veja.abril.com.br/arquivo_veja/proalcool-alcool-etanol-geisel-petroleo-carros-flex-economia-exportacao-cana-de-acucar.shtml.

para o mercado internacional, contribuindo para que se voltasse a priorizar veículos movidos a gasolina. Com a tecnologia dos motores *flex fuel*, introduzida em 2003, as vendas dos automóveis bicompostíveis ultrapassaram as dos movidos a gasolina, no mercado interno. (Brasil Escola *PROÁLCOOOL*).³⁶

Para conscientização e informação da população a respeito do uso eficiente de energia, nas décadas de 1980-90, o governo lançou dois programas que promovem ações de etiquetagem dos produtos (GOLDEMBERG; LUCON, 2007, p.18):

- PROCEL/Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica criado em 1985 pela Eletrobrás voltado também à iluminação pública, saneamento ambiental e ações de educação.

- CONPET/Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural, coordenado pela Petrobrás.

A partir de 2001, após um período de seca prolongada associado a restrições financeiras, em que os reservatórios das usinas hidrelétricas ficaram com baixos volumes, os *apagões* nos deixaram em pânico e os políticos em desespero, resultando na imposição do racionamento de energia, em várias regiões do Brasil.

³⁶ Brasil Escola, *PROÁLCOOOL*, acesso em 11.03.2015 por <http://www.brasilecola.com/brasil/proalcoool.htm>.

Emissões evitadas por ações de eficiência energética (MtCO₂)
Energy efficiency avoided emissions

EPE, *Brasil: Renováveis para o Desenvolvimento*, p.2.

Na *Linha do Tempo de Memória de Eletricidade no Brasil*, encontramos que nas décadas de 1950-60, houve uma opção do governo brasileiro pela construção de usinas hidrelétricas e seus gigantes reservatórios, principalmente a partir de Furnas, no governo de Juscelino Kubitschek, cujo lema era *cinquenta anos em cinco*, em que se deu a criação de Brasília e o grande desenvolvimento da indústria automobilística, na região da Rodovia Anchieta na Grande São Paulo, nas cidades do ABCD (Santo André, São Bernardo, São Caetano e Diadema), onde na década de 1980 houve o surgimento dos movimentos sindicalistas, como dos metalúrgicos. Mais tarde, com acordo Brasil-Paraguai, nas décadas de 1970-80, houve a construção da obra faraônica de Itaipu, concebida na época da ditadura e do *milagre brasileiro*, em que prevalecia a ideia de desenvolvimento a qualquer preço. (Memória da Eletricidade no Brasil).³⁷

Acredita-se ainda hoje que a energia gerada pelas grandes usinas hidrelétricas seja a mais barata, pelo seu rendimento, em relação às usinas solares e eólicas. Mas nesse cálculo não são computados vários fatores associados como danos sociais e ambientais.

³⁷ Memória da Eletricidade no Brasil, *Linha do Tempo, 1948-1963, 1964-1990, 1992-2009*, Eletrobrás, Light, ABCEE/Associação Brasileira de Companhias de Energia Elétrica, Cemig/Companhia Energética de Minas Gerais acessível em 07.07.2015 por <http://www.memoriadaeletricidade.com.br/Default.asp?pagina=destaques/linha&menu=368&iEmpresa=Menu#368>.

A construção de grandes reservatórios, tradicionais desde a ditadura militar e defendida pelo governo, enfrenta problemas de licenciamento ambiental e protestos de ONG's, que podem atrasar ou inviabilizar o empreendimento. (GOLDEMBERG; LUCON, 2007, pp.15-16).

Além de inundar grandes regiões e desalojar populações e espécies vivas, há vários problemas, como o de perdas de energia pela transmissão em grandes distâncias, o da construção e manutenção dessas linhas e subestações e o fato de centralizar o fornecimento de várias regiões numa só fonte. Essa dependência não consegue garantir a continuidade de fornecimento, pois a probabilidade de ocorrência de falhas no sistema é muito grande, principalmente em se tratando de transmissão a longas distâncias e através de regiões de difícil acesso para manutenção, causando interrupções: os *apagões*. Várias fontes distribuídas (Geração Distribuída) e localizadas próximas ao consumidor final poderiam dar mais flexibilidade e confiabilidade ao fornecimento.

Sistemas descentralizados e complementares, interligados em redes inteligentes/*smart grids*, diminuiriam desperdício de energia na transmissão e distribuição. Quando um recurso é abundante em determinada época, uma fonte poderia suprir a deficiência de outra, como, por exemplo, o período de estiagem em alguns rios coincidente com a boa safra da cana de açúcar no Sudeste, ou ainda com o período de maior volume, velocidade e frequência de ventos nas regiões Nordeste, Sul e todo litoral. As tecnologias *smart-grids* tendem à integração e comunicação do Sistema Elétrico com a rede de automação, em que sensores detectariam o sentido do fluxo da energia, ou seja, o consumidor que, além de produzir energia para consumo próprio, poderia alimentar o sistema com o restante que não está sendo utilizado e receber por isso. (youtube.com, *Caminhos da Energia*, Episódio 10, 2011).³⁸

Quanto menor o valor da divisão entre a capacidade instalada (potência fornecida por uma hidrelétrica em kW/kilowatts) pela área de alagamento do reservatório, maior será o impacto causado por esse reservatório (em hectares).

Poderia ser considerado um *indicador de impacto*.

³⁸ youtube.com, *Caminhos da Energia - Episódio 10 - Perspectivas de futuro para o sistema energético do Brasil*, Grupo CPFL/Companhia Paulista de Força e Luz, 04.08.2011.

Segue uma tabela com esses *indicadores de impacto* de hidrelétricas brasileiras: (GRIMONI; GALVÃO; UDAETA, 2004, p.59).

Tabela 2.10 Potência produzida por hectare de área inundada de usinas hidrelétricas brasileiras.

<i>Usina</i>	<i>Potência gerada (MW)</i>	<i>kW/hectare</i>
Xingu	5 000	588,2
Segredo	1 260	152,7
Itá	1 620	116,7
Itaipu	12 600	93,6
Belo Monte	11 000	89,8
Machadinho	1 200	45,8
Garabi	1 800	22,5
Itaparica	1 500	18,0
Tucuruí	3 900	13,9
Três Irmãos	640	9,0
Porto Primavera	1 800	8,4
Serra da Mesa	1 200	6,7
Camargos	45	6,1
Manso	210	5,4
Samuel	217	3,3
Sobradinho	1 050	2,5
Balbina	250	1,1
Média		21,7

Fonte: *Science Concepts Inc.*, 1995.

Tabela IV.1.1

Toda forma de obtenção de energia traz consigo riscos e perdas, prós e contras, impactos ambientais, sociais e econômicos. Como não existem soluções ideais, mas sim, as mais adequadas às características geográficas de cada região e necessidades de cada comunidade, seria necessário se fazer um estudo do custo-benefício, caso a caso, com participação da população local, para que ela possa participar da decisão sobre quais riscos poderia correr e que preço estaria disposta a pagar.

Como no Hino Nacional, sendo o Brasil *gigante pela própria Natureza*, existem muitas possibilidades de captação de energia, dependendo da região: água, terra, sol e ar. Recursos hídricos, períodos com insolação, ventos, áreas cultiváveis são abundantes em nosso país.

As pequenas centrais hidrelétricas PCH's e as do tipo *a fio-d'água* também têm papel de destaque, pois não utilizam grandes reservatórios, embora produzam potência menor. Estão mais sujeitas às oscilações sazonais de vazão de água, nos períodos de chuva e seca. Hoje em dia, a tecnologia aprimorou o conjunto turbina-gerador, tornando-o mais eficiente e uma

alternativa interessante, com a repotenciação de antigas usinas. (youtube.com, *Caminhos da Energia*, Episódio 10, 2011).³⁹

Em diversas localidades do mundo, estudos se iniciaram para captação de energia, através de outros meios que não os derivados do petróleo, depois da crise dos anos 1970. Nos Estados Unidos e na Europa, a tecnologia para obtenção de energia solar foi desenvolvida, utilizando espelhos, com transparência e reflexão especiais, capazes de direcionar o calor dos raios solares para um único foco ou para um tubo, que aqueceria uma mistura de água e determinado sal, que a manteria quente por tempo suficiente, compensando o tempo sem insolação, do ciclo do dia e da noite. Como esse sal se solidifica em 280°C, a temperatura deve sempre ser superior a esse valor. Um dos principais problemas é o armazenamento da energia gerada. Células fotovoltaicas são amplamente utilizadas em instalações tanto urbanas quanto rurais, mais distantes das linhas de distribuição. Mas o processo para construção dessas células também é poluente. Usada desde a Idade Média, para moer grãos em moinhos de vento, como conhecemos na Holanda, a energia eólica também está em grande destaque, principalmente em regiões como o Nordeste e toda a costa brasileira, com importação do *know-how* e aprimoramento tecnológico, eliminando problemas característicos dessas regiões, como efeito da salinidade e oxidação, pela ação da areia, nas pás das hélices. Devido a ser competitiva economicamente hoje, o investimento inicial estaria barateando, com a construção de fábricas de turbinas, trazidas pelas grandes multinacionais ao Brasil. Um dos impactos decorrentes seria ocasionado pelo choque de pássaros às hélices das turbinas. (youtube.com, *Caminhos da Energia*, Episódio 8, 2011).⁴⁰

Muito utilizada na região Sudeste, como em Ribeirão Preto em São Paulo, no processo de produção de biocombustível, o etanol, a partir da queima do bagaço da cana de açúcar, energia termelétrica é gerada como subproduto e acaba retornando ao sistema, não só para consumo próprio, podendo o restante ser injetado à rede de distribuição (cogeração). (youtube.com, *Caminhos da Energia*, Episódio 7, 2011).⁴¹ Além do desmatamento de vastas áreas e das queimadas, que prejudicam o meio ambiente e do corte da cana, que causa problemas sociais, prejudicando a saúde dos *boias-frias*, existe o problema da monocultura, que esgota a terra, deixando-a imprópria para outras culturas, da contaminação dos lençóis

³⁹ youtube.com, *Caminhos da Energia - Episódio 10 - Perspectivas de futuro para o sistema energético do Brasil*, Grupo CPFL/Companhia Paulista de Força e Luz, 04. 08.2011.

⁴⁰ youtube.com, *Caminhos da Energia-Episódio 08-Alternativas para geração de eletricidade*, Grupo CPFL/Companhia Paulista de Força e Luz, 21. 07.2011.

⁴¹ youtube.com, *Caminhos da Energia-Episódio 07-O Calor*, Grupo CPFL/Companhia Paulista de Força e Luz, 14. 07.2011.

freáticos pelos agrotóxicos e ainda, o fato de que extensas plantações de canaviais estariam tomando espaço do plantio de alimentos. Para a colheita, muitos canaviais hoje adotaram modernas máquinas de corte, porém seu uso depende das condições do terreno.

*Vira usinas comer
as terras que iam encontrando;
com grandes canaviais
todas as várzeas ocupando.
O canavial é a boca
com que primeiro vão devorando
matas e capoeiras,
pastos e cercados;
com que devoram a terra
onde um homem plantou seu roçado;
depois os poucos metros
onde ele plantou sua casa;
depois o pouco espaço
de que precisa um homem sentado;
depois os sete palmos
onde ele vai ser enterrado.*

(Trecho de *O Rio*, João Cabral de Melo Neto)

As termelétricas também fazem parte do processo das siderúrgicas, que aproveitam o calor dos altos fornos, para gerar vapor d'água e movimentar as pás do conjunto turbina-gerador, produzindo energia e retroalimentando o processo. Algumas siderúrgicas já substituíram o carvão mineral por carvão vegetal de reflorestamento. Mas existem denúncias sobre a utilização de trabalho escravo e infantil, para essa finalidade, devido à dificuldade de fiscalização na região Norte.

Analogamente, as indústrias de papel aproveitam, no processo de produção da celulose, os resíduos, que são queimados, produzindo energia termelétrica, também para auto alimentação. Ainda nos campos, a energia do biogás começa a ser difundida, ao se adicionar uma solução aos excrementos dos animais, para formação do gás metano e obtenção de energia térmica, que é convertida em elétrica para consumo próprio. E também, a energia produzida em aterros sanitários a partir de resíduos orgânicos de lixo urbano. (youtube.com, *Caminhos da Energia*, Episódio 7, 2011).⁴²

⁴² youtube.com, *Caminhos da Energia-Episódio 07-O Calor*, Grupo CPFL/Companhia Paulista de Força e Luz, 14. 07.2011.

Na década de 1970, a tecnologia nuclear era uma das principais alternativas para geração de energia. Embora não haja emissão aérea de GEE, seus resíduos radioativos apresentam caráter permanente, representando, no caso de falhas de funcionamento, risco ao meio ambiente, como em Chernobyl e Fukushima. Além disso, enfrenta pressões populares contra sua implantação, por desconhecimento de seus benefícios. Esses fatores resultaram em um crescimento abaixo do esperado. Atualmente, a indústria nuclear tem buscado refazer a confiança, como alternativa futura, desenvolvendo tecnologias voltadas à segurança ambiental. (REIS; SILVEIRA, 2001, p. 96).

O mercado do gás natural evoluiu lentamente até 1950, mas apresentou rápido crescimento a partir de 1960, por motivos ambientais e intensificou-se a partir da crise do petróleo, em 1973, quando se mostrou bom substituto em diversas aplicações. Embora não seja uma fonte renovável, emite menos poluente que o petróleo e o carvão mineral. A substituição aos dois últimos acontece em ritmo moderado, devido ao elevado custo da construção da malha de dutos para seu transporte. (Idem, p.80).

IV.2 PLANEJAMENTO ENERGÉTICO

Segundo a EPE, no Brasil cerca de quase 80% da energia elétrica gerada provém de fontes renováveis. A hidroeletricidade permanece elemento-chave na estratégia de expansão nos próximos anos. Estão em construção grandes usinas, como Santo Antônio (3.150 MW), Jirau (3.300 MW) e Belo Monte (11.233 MW), na bacia Amazônica. Estudos recentes de planejamento da expansão, entre eles o Plano Decenal de Expansão de Energia-PDE 2020, indicam que será mantida a proporção das fontes renováveis na produção de energia elétrica nas próximas décadas, mesmo com declínio da hidroeletricidade. (EPE, *Brasil: Renováveis para o Desenvolvimento*, p.4) ⁴³.

Gráfico IV.2.1

BEN, *Balanco Energético Nacional 2012/ ano base 2011, Relatório Final*, 2012, p.16.

⁴³ EPE/ Empresa de Pesquisa Energética: *Brasil: Renováveis para o Desenvolvimento*, Rio +20, Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, acessível em 07.07.2015 por <http://www.epe.gov.br/MeioAmbiente/Documents/Cartilha%20EPE%20-%20Riomais20.pdf>.

Gráfico IV.2.2

BRASIL, MME, *Plano Decenal de Expansão de Energia 2020, Sumário*, 2011, p.77.

Gráfico IV.2.3

BRASIL, MME, *Plano Decenal de Expansão de Energia 2020, Sumário*, 2011, p.78.

Em 2020, o Plano prevê que 46,2% da energia ofertada serão renováveis sendo principais fontes hidráulica e de biomassa (Gráfico IV.2.3).

Gráfico IV.2.4

BRASIL, MME, *Plano Decenal de Expansão de Energia 2020*, 2011, p.75.

Gráfico I.1 – Capacidade Instalada de Geração Elétrica

Chart I.1 – Installed Capacity Of Electric Energy Generation

Gráfico IV.2.5

BEN, *Balanco Energético Nacional 2012/ ano base 2011; Relatório Final*, 2012, p.173.

Fig. IV.2.1

BRASIL, MME, *Plano Decenal de Expansão de Energia 2020*, 2011, p.59.

Segundo o Plano Decenal de Expansão de Energia 2020, maior flexibilidade a partir da operação integrada, com predominância de fonte hídrica, permite melhor aproveitamento das diferentes características sazonais de cada região, aumentando a confiabilidade de suprimento e reduzindo o custo. Interligações representadas em traços pontilhados estão previstas para se incorporarem ao SIN/Sistema Interligado Nacional durante o período analisado (2011-2020). Segundo o Relatório, perdas de energia nas interligações foram consideradas de 3% e estão incorporadas nas previsões dos subsistemas. (BRASIL, MME, *Plano Decenal de Expansão de Energia 2020*; *PDE 2020*, 2011, pp.58-59).

Tabela 42 – Capacidade instalada em 31/12/2009 no SIN		
Fonte	MW	Participação (%)
Hidráulica ^(a)	74.279	71,7
Térmica	13.302	12,8
Nuclear	2.007	1,9
Fontes Alternativas	7.645	7,4
Potência Instalada	97.233	93,9
Importação Contratada ^(b)	6.365	6,1
Potência Total com Importação	103.598	100,0

(a) Inclui a parte brasileira da UHE Itaipu (7.000 MW).

(b) Importação da UHE Itaipu não consumida pelo sistema elétrico Paraguai.

Fonte: ONS.

Tabela IV.2.1

BRASIL, MME; *Plano Decenal de Expansão de Energia 2020*, 2011, p.55.

Conforme apresentado nas premissas deste estudo, observa-se a priorização das usinas hidrelétricas e das fontes alternativas no horizonte de planejamento, não sendo indicada nenhuma nova fonte utilizando combustível fóssil neste horizonte.

Tabela 50 – Evolução da capacidade instalada por fonte de geração (MW)											
FONTE	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
HIDRO ^(a)	82.939	84.736	86.741	88.966	89.856	94.053	98.946	104.415	109.412	111.624	115.123
URÂNIO	2.007	2.007	2.007	2.007	2.007	2.007	3.412	3.412	3.412	3.412	3.412
GÁS NATURAL	9.180	9.384	10.184	11.309	11.309	11.659	11.659	11.659	11.659	11.659	11.659
CARVÃO	1.765	2.485	3.205	3.205	3.205	3.205	3.205	3.205	3.205	3.205	3.205
ÓLEO COMBUSTÍVEL	2.371	3.744	5.172	8.790	8.790	8.790	8.790	8.790	8.790	8.790	8.790
ÓLEO DIESEL	1.497	1.497	1.471	1.471	1.471	1.121	1.121	1.121	1.121	1.121	1.121
GÁS DE PROCESSO	686	686	686	686	686	686	686	686	686	686	686
PCH	3.806	4.201	4.230	4.376	4.633	4.957	5.187	5.457	5.737	6.047	6.447
BIOMASSA	4.496	5.444	6.272	6.681	7.053	7.353	7.653	8.003	8.333	8.703	9.163
EÓLICA	831	1.283	3.224	5.272	6.172	7.022	7.782	8.682	9.532	10.532	11.532
TOTAL^(b)	109.578	115.467	123.192	132.763	135.182	140.853	148.441	155.430	161.887	165.779	171.138

Notas: Os valores da tabela indicam a potência instalada em dezembro de cada ano, considerando a motorização das UHE.

(a) Inclui a estimativa de importação da UHE Itaipu não consumida pelo sistema elétrico Paraguai.

(b) Não considera a autoprodução, que, para os estudos energéticos, é representada como abatimento de carga. A evolução da participação da autoprodução de energia é descrita no Capítulo II.

Fonte: EPE.

Tabela IV.2.2

BRASIL, MME; *Plano Decenal de Expansão de Energia 2020*. 2011, p.74.

Hidrelétricas de Belo Monte (rio Xingu), Santo Antônio e Jirau (rio Madeira) seriam responsáveis por cerca de 10% da capacidade instalada do SIN no final do horizonte decenal. (Idem, p.61).

Integração energética com países vizinhos também têm função de otimizar recursos e aumentar a confiabilidade do sistema.

“A Figura 4 ilustra, de forma esquemática, a configuração do SIN referente ao ano 2010 indicando também algumas instalações a serem implantadas no futuro próximo (2011/2013).” (Idem, p.98).

Fig. IV.2.2

BRASIL, MME; *Plano Decenal de Expansão de Energia 2020*, 2011, p.98.

Nessa figura estão representadas as linhas de transmissão que interligarão diretamente as Se's de Jirau e Santo Antônio na Amazônia ao Centro Oeste e Sudeste, assim como as futuras interligações de Belo Monte às regiões Norte, Nordeste, Centro Oeste e também ao Sudeste. As perdas nessas transmissões não devem ser desprezíveis.

IV.3 DESMATAMENTO

O Brasil deve acabar com desmatamento e queimadas para reduzir emissões poluentes. No caso da floresta amazônica, o governo está licitando várias áreas, alegando que ela poderia ser objeto de exploração madeireira, desde que respeitando regras *sustentáveis* de manejo. Alguns cientistas radicais dizem não haver base científica para explorar a floresta e garantir preservação de biodiversidade, já que sua recomposição, se isso fosse possível, se daria em centenas de anos. Por não conhecermos a dinâmica da floresta, mais sensato seria a precaução de não explorarmos sua madeira, mesmo seguindo regras *sustentáveis*, que requerem regulação, fiscalização e obediência à legislação. Para Abranches, o que temos visto na Amazônia é constante desrespeito à lei e, como a floresta tem papel fundamental no equilíbrio climático global, o argumento de sua conservação fica mais forte, devendo esse risco ser evitado a qualquer custo. (ABRANCHES, 2009, pp.30-35).

Entre os motivos que levaram brasileiros à Amazônia encontramos, além do sonho de ter um pedaço de terra, atividades relacionadas à borracha, madeira, soja, minério, pecuária. Durante o governo Getúlio Vargas, 1930-1945, a colonização da floresta se tornou estratégica na *Marcha para o Oeste*, com a exploração da borracha. Em 1966, militares da ditadura pregavam unificação do país, com o lema *Integrar para não entregar*, dando início às grandes obras rodoviárias, como a Transamazônica e a Belém/Brasília. Subsídios eram oferecidos aos interessados em produzir na região. Na década de 1970, os sinais de destruição ficaram mais claros. O comércio de terras sem controle do governo tornou-se comum. Em 1988, com o assassinato do líder sindical Chico Mendes e discussões sobre meio ambiente, o governo brasileiro passou a sofrer pressões internacionais. Na década de 1990, com a realização da Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, Eco 92, a Amazônia é colocada nas discussões mundiais. Nessa época também ocorre a chegada da soja à região, um dos principais produtos de exportação, sendo que a população regional e o desmatamento aumentam demais. Em 2000, a pecuária passa a ser responsável pelo desmatamento de grandes áreas, sendo que também nessa década o governo abriu mão de terras federais, para assentamento de reforma agrária ou projetos indígenas.⁴⁴

⁴⁴ [bbc.co.uk](http://www.bbc.co.uk/portuguese/noticias/2009/07/090722_amazonia_timeline_fbdt.shtml), *Entenda como ocorreu a ocupação da Amazônia*, 23.07.2009, acessível em 10.07.2015 por http://www.bbc.co.uk/portuguese/noticias/2009/07/090722_amazonia_timeline_fbdt.shtml.

Segundo o artigo SOS FLORESTAS/O código florestal em perigo/*Entenda o que está em jogo com a reforma da nossa legislação ambiental*, com apoio da WWF/Wild World Foundation, o Código Florestal tem a ver com a qualidade de vida de todos os brasileiros.⁴⁵

Desde que surgiu em 1934, ele parte do princípio de que a conservação das florestas interessa a toda sociedade, pois elas garantem a produção de água, regulação do ciclo das chuvas e recursos hídricos, proteção da biodiversidade, controle do assoreamento dos rios e equilíbrio do clima. É a lei nacional que veta ocupação urbana ou agrícola de áreas sujeitas a inundações e deslizamentos de terra. Ele determina preservação de áreas sensíveis e manutenção de uma parcela da vegetação nativa no interior das propriedades rurais. São chamadas áreas de preservação permanente (APPs) e reserva legal. (Idem, p.2).

Desde a chegada dos primeiros colonizadores, a natureza era considerada fonte de recursos sem fim e florestas, *obstáculos* que impediam desenvolvimento. Essa visão permanece até hoje: é mais barato degradar e procurar outra área do que cuidar da terra e investir na produtividade. (Idem, p.4).

Em 1934, Getúlio Vargas criou o Código Florestal na tentativa de ordenar o uso dos recursos naturais. Em 1962, foi reivindicada a reformulação da legislação ao se notar o impacto direto da agricultura, devido ao seu avanço indiscriminado sobre as matas. Em 1965, o presidente Castello Branco sancionou o novo Código, determinando que 50% da vegetação de cada propriedade na Amazônia deveriam ser preservadas e 20% nas demais regiões do país, sendo que os proprietários, que já tivessem derrubado além dessa porcentagem, teriam que recompor essa área. A lei também definiu as áreas de preservação permanente (APPs) no campo ou nas cidades que deveriam ser mantidas. (Idem, pp.4-5).

Após trinta anos, o Brasil registrou o maior índice de desmatamento na Amazônia. Em 1996, preocupado com a devastação, o presidente Fernando Henrique Cardoso editou uma Medida Provisória (MP) que ampliou as restrições, aumentando a reserva legal nas áreas de floresta para 80%, mas no Cerrado dentro da Amazônia Legal, reduziu de 50% para 35%. (Idem, p.6).

Uma enorme pressão do setor agropecuário pela modificação da lei se verificou, pois em 1998 ela começou a ser aplicada com aumento da fiscalização no campo, penalizando quem desobedecesse a legislação ambiental e com o Ministério Público agindo com vigor em suas denúncias. Além disso, em 2008 o governo incluiu a restrição de financiamento bancário

⁴⁵ SOS FLORESTAS/O código florestal em perigo *Entenda o que está em jogo com a reforma da nossa legislação ambiental*, com apoio da WWF, acesso em 13.03.2015 por http://d3nehc6yl9qzo4.cloudfront.net/downloads/cartilha_codigoflorestal_20012011.pdf

para fazendas que não tivessem seu passivo ambiental regularizado. Alguns representantes do agronegócio começaram a se sentir pressionados e optaram pelo modelo de retorno imediato e sem sustentabilidade em longo prazo. A mais recente tentativa de derrubar a lei teve início em 2009, com a criação de uma comissão na Câmara dos Deputados e a participação desproporcional da bancada ruralista, para analisar projetos de lei que procuram alterar a legislação ambiental, sem buscar o seu aperfeiçoamento, argumentando que o Código Florestal prejudica o crescimento da agropecuária, sobretudo, a agricultura familiar. (Idem, pp.6-7).

Estudo coordenado pela USP/Universidade de São Paulo (Idem, pp.8-9):

“mostra que a área cultivada no Brasil poderá ser praticamente dobrada se áreas hoje ocupadas com pecuária de baixa produtividade forem realocadas para cultivo agrícola.”

Nelas,

“associação de tecnologia com manejo agrícola e melhor aproveitamento de culturas já implantadas” garantiria produção, sem afrouxar a proteção ambiental. Além disso, o Brasil precisa adotar para o setor rural uma abordagem que inclua o fortalecimento da agricultura familiar.

IV.4 HIDRELÉTRICAS NA AMAZÔNIA

O tema aparece na publicação na Folha de São Paulo de Marcelo Leite e outros jornalistas:

“Segundo a EPE/Empresa de Pesquisa Energética do Ministério das Minas e Energia, o Brasil precisa acrescentar 6.350 MW anuais de geração elétrica, até 2022, ao seu parque atual de 121 mil MW (70% produzidos por hidrelétricas).” (LEITE, M. *et al.*, 2013).⁴⁶

Em 2012, o acionamento de usinas térmicas “custou ao país R\$ 12 bilhões a mais que a geração hidrelétrica”. (Idem).

O trabalho de Souza e Jacobi reflete sobre os problemas da construção de hidrelétricas na Amazônia. Segue resumo das considerações.

Tendo como base o planejamento do setor elétrico até 2030, a EPE prevê que a bacia do Rio Amazonas seja responsável por 77% da expansão da matriz elétrica brasileira, dos quais 62% têm restrições socioambientais, ou seja, há possibilidade de aumento de conflitos na região. (SOUZA, JACOBI, p.6).⁴⁷

Segundo relatório da Comissão Mundial de Barragens, *WCD/World Commission Dams*, 2001⁴⁸, nos últimos anos o suprimento de eletricidade necessário à industrialização e urbanização do Brasil gerou empreendimentos polêmicos, que não se justificam pelos impactos socioambientais em relação à quantidade de energia que produzem, como as hidrelétricas de Balbina e Tucuruí, que são questionadas internacionalmente. (WCD, 2001; MILARÉ, 2004 *apud* SOUZA, JACOBI, p.1).

Essa visão, que orientou o planejamento na expansão da hidroeletricidade durante o regime militar, desabrigou milhares de ribeirinhos, agricultores familiares e trabalhadores da terra, que desprovidos de direitos de reivindicação, organizaram-se em torno do MAB/Movimento dos Atingidos por Barragens, desde 1980. (SIGAUD, 1986; CASTRO, 1988, BERMANN, 1993; VAINER, 1993 *apud* SOUZA, JACOBI, p.1).

⁴⁶ LEITE, M. *et al.* *A Batalha de Belo Monte*, 1º. Capítulo, artigo *O Controvertido Colosso do Xingu/As dúvidas e o gigantismo dos números que erguem Belo Monte* da Folha de São Paulo de 15.12.2013.

⁴⁷ SOUZA, A.N.; JACOBI, P.R. *Hidrelétricas na Amazônia: conflitos de interesses e perspectivas socioambientais*, acessível em 10.07.2015 por <http://www.anppas.org.br/encontro5/cd/artigos/GT17-601-577-20100903225428.pdf>.

⁴⁸ WORLD COMMISSION DAMS. *Final WCD Forum Report, Responses, Discussions and Outcomes*, South Africa, 2001.

Um fato que tem contribuído para conflitos é que a maior parte dos grandes empreendimentos está localizada no centro-sul do país, região próxima aos principais centros de consumo e mais densamente povoada que a região norte, onde se encontra parte significativa do potencial hidrelétrico do país a ser aproveitado. (SOUZA, JACOBI, p.3).

A EPE foi criada com a incumbência de avaliar empreendimentos hidrelétricos, que só poderão ir a leilão depois de obtida licença prévia, primeira de um conjunto de três licenças ambientais. Avanços das questões socioambientais se deram pela atuação do movimento social, populações atingidas, ambientalistas, acadêmicos e Ministério Público, que têm apontado problemas como falta de diálogo, insuficiência nos programas compensatórios para atingidos, desrespeito em relação ao ser humano e seu espaço, principalmente em relação aos povos indígenas, uma vez que 44% do potencial da bacia a ser aproveitado estão localizados em suas terras. (Idem, pp.5-12).

Apesar dos esforços do governo brasileiro em rever os projetos hidrelétricos do Rio Madeira e Belo Monte, processos de licenciamento demonstram que persistem comportamentos de quatro décadas atrás. Em função de modificações técnicas destinadas a diminuir impactos socioambientais, dois projetos do Rio Madeira foram retomados prevendo menor volume de água acumulada durante períodos de menor vazão do rio. No caso de Belo Monte, o governo se comprometeu a abrir mão da utilização de outros possíveis aproveitamentos, esperando compensar essa perda com inclusão de termelétricas entre alternativas na matriz energética. Estudos socioambientais apresentados aos órgãos de licenciamento foram contestados por especialistas, ambientalistas e comunidades indígenas, já que audiências públicas durante o processo foram realizadas sem participação das comunidades atingidas. De acordo com as críticas, esse estudo repete falhas de hidrelétricas construídas no passado: subdimensionamento das populações atingidas e da que se deslocará para a região, negligência das perdas e dos impactos sobre populações, falta clareza em critérios metodológicos. (Idem, pp.7-9) ⁴⁹.

Em outro artigo, o GREENPEACE também manifesta sua preocupação:

Concebida em 1979, com a construção de cinco barragens no Rio Xingu e no Iriri, o projeto Belo Monte foi abandonado pelo desastre socioambiental causado com a construção de Itaipu, no Rio Paraná, que deslocou milhares de pessoas e afogou o Parque Nacional de Sete Quedas, quando o país passava por uma crise financeira. Anterior ao *apagão* em 2001, o

⁴⁹ MAGALHÃES, S.M.S.B. & HERNADEZ, F.M. (Orgs.) *Painel de Especialistas: Análise Crítica do Estudo de Impacto Ambiental do Aproveitamento Hidrelétrico de Belo Monte*. Belém, 2009, acessível em 10.07.2015 por http://www.socioambiental.org/banco_imagens/pdfs/Belo_Monte_Painel_especialistas_EIA.pdf.

projeto passou de cinco para uma barragem e consequente menor área de alagamento. Mesmo assim, o desmatamento de 12.000 hectares causará efeitos à fauna, à biodiversidade e aos indígenas do Xingu, que segundo o IBAMA ainda estão longe de terem sido adequadamente avaliados. A previsão é de que a usina forneça 4.000MW/ano em média, portanto longe dos 11.000MW/ano prometidos pelo governo, devido às concessões ao ambiente (41% da capacidade instalada). A obra, que compreende escavação de terra maior do que o Canal do Panamá, necessitará da abertura de 260 km de estradas e deslocamento de 20.000 pessoas para lugares ainda não esclarecidos. Certamente a vazão do Xingu será afetada, assim como populações mais distantes da usina, que dele dependem.⁵⁰

Um dia a vida surgiu na terra.

A terra tinha com a vida um cordão umbilical.

A vida e a terra.

A terra era grande e a vida pequena. Inicial.

A vida foi crescendo e a terra foi ficando menor, não pequena.

Cercada, a terra virou coisa de alguém, não de todos, não comum.

Virou sorte de alguns e desgraça de tantos.

Na história foi tema de revoltas, revoluções, transformações.

A terra e a cerca. A terra e o grande proprietário.

A terra e o sem terra.

E a morte.

(Herbert de Souza, o Betinho *apud* GADOTTI, 2000, p.120).

⁵⁰ GREENPEACE *Belo Monte: triste história*, de 18.04.2010 acessível em 10.07.2015 por <http://www.greenpeace.org/brasil/pt/Noticias/A-feia-historia-de-Belo-Monte/>.

IV.5 ENERGIA RENOVÁVEL COMBINADA AO USO RACIONAL E EFICIENTE

Para que a elevação de temperatura global seja mantida dentro de limites aceitáveis, seria necessário reduzir as emissões dos GEE. Assim, faz-se necessário um estudo de alternativas viáveis, que, em conjunto com políticas públicas, possam ser aplicadas.

A mudança climática exige novas maneiras de gerar, distribuir e consumir energia. Além disso, respeitar os limites do meio ambiente, eliminar fontes de energia *sujas* e não sustentáveis, desvincular o crescimento econômico de combustíveis fósseis e promover sua utilização aos que não têm acesso à energia elétrica.

O Protocolo de Kyoto determinou que os países industrializados reduzissem emissões em relação aos níveis de 1990. Para isso, a União Europeia se comprometeu em aumentar a participação de energias renováveis. Para um suprimento de energia capaz de garantir um desenvolvimento sustentável, além da redução em 50% de emissões de CO₂ em relação aos níveis de 1990, a fim de manter o aumento de temperatura abaixo de 2°C, o Conselho Europeu de Energia Renovável (em inglês EREC/European Renewable Energy Council) e o GREENPEACE elaboraram um relatório com um cenário mundial em que fontes renováveis e geração descentralizada seriam combinadas ao uso racional e eficiente de energia. Ele traz a boa notícia de que a energia renovável seria capaz de suprir grande parte (50%) da demanda global, demanda que seria então reduzida em até 47%, até 2050. Mas o tempo para a transição é curto. Assim como os países industrializados precisam repensar com urgência suas matrizes energéticas, os em desenvolvimento precisam aprender com erros passados e planejar a infraestrutura de sua economia em bases sustentáveis.⁵¹

Aplicado ao Brasil foi elaborado pelo GREENPEACE, com a supervisão do GEPEA/Grupo de Energia e Automação da Escola Politécnica da USP/Universidade de São Paulo, um relatório que apresenta três cenários, que consideram as projeções de geração elétrica para 2050, baseados em um crescimento populacional proposto pela ONU e o PIB de 3,2% ao ano, pela EPE. Os cenários não pretendem prever o futuro, mas descrever caminhos de desenvolvimento dentre as várias possibilidades. Como objetivo, o terceiro *Cenário de*

⁵¹ EREC/Conselho Europeu de Energia Renovável; GREENPEACE Brasil; GEPEA- Grupo de Energia da Escola Politécnica da USP; *[r]evolução energética/Perspectivas para uma energia global sustentável/Relatório Cenário Brasileiro*; abril 2007, pp.4-5 acessível em 10.07.2015 por http://www.greenpeace.org/brasil/pt/Documentos/greenpeacebr_070202_energia_revolucao_energetica_brasil_port_v1/.

Revolução Energética descreve as opções disponíveis para modificar o atual sistema e transformá-lo em um modelo sustentável. (Idem, p.8).

Seguindo tendências atuais elaboradas pela EPE, ligada ao Ministério de Minas e Energia, que constam no estudo *Mercado de Energia Elétrica 2006-2015*, o primeiro *Cenário de Referência* apresentou um aumento de consumo de eletricidade de quatro vezes em 2050.

O segundo, *Cenário Intermediário*, elaborado pelo GEPEA/USP, que eliminava utilização de óleo combustível e diesel, incluindo eficiência energética, apresentou uma economia de 29%, em relação ao *Cenário de Referência*.

O terceiro, *Cenário da Revolução Energética*, elaborado pelo GREENPEACE se baseou no princípio básico da utilização de soluções renováveis de cogeração e descentralização associadas à eficiência, com eliminação gradativa de fontes não sustentáveis (usinas a óleo diesel, carvão e diminuição de usinas a gás), desvinculando crescimento econômico do consumo de combustíveis fósseis e promovendo equidade na utilização de recursos. Neste cenário, a maior parte da eletricidade produzida no Brasil seria proveniente de fontes renováveis. (Idem, p.8).

figura 5: um futuro de energia descentralizada

OS CENTROS DAS CIDADES INTERLIGADAS NO FUTURO VÃO PRODUZIR ENERGIA ALÉM DE CONSUMI-LA. OS TELHADOS E FACHADAS DE PRÉDIOS PÚBLICOS SÃO IDEIAIS PARA ABSORVER ENERGIA SOLAR. TODOS OS PRÉDIOS SERÃO ENERGETICAMENTE EFICIENTES. GOVERNOS COMPROMETIDOS COM METAS DE REDUÇÃO TERÃO QUE IMPOR REGRAS E OFERECER INCENTIVOS PARA REFORMA DE PRÉDIOS.

Fig. IV.5.1

EREC; GREENPEACE Brasil; GEPEA-USP; *[r]evolução energética/Perspectivas para uma energia global sustentável/ Relatório Cenário Brasileiro*; p.20; abril 2007.

figura 25: geração total (2005) - cenário de referência

figura 26: geração elétrica total (2050) cenário de referência

figura 27: geração elétrica total (2050) cenário GEPEA-USP

figura 28: geração elétrica total (2050) cenário Greenpeace

Gráfico IV.5.1

EREC; GREENPEACE Brasil; GEPEA-USP; *[r]evolução energética/Perspectivas para uma energia global sustentável/ Relatório Cenário Brasileiro*; p.47; abril 2007.

V. SUGESTÕES E PROPOSTAS

Em nosso trabalho, pesquisamos propostas de aplicação do tema em sala de aula e livros didáticos com textos para leitura e atividades sobre conceitos físicos e tecnológicos a respeito da *energia* em seus diversos enfoques, principalmente em publicações mais recentes.

Sendo o tema polêmico e que toda forma de obtenção de energia traz consigo riscos e perdas, prós e contras, impactos ambientais, sociais e econômicos, selecionamos os itens mais compatíveis com as ênfases, concepções curriculares e diretrizes educacionais que nos nortearam durante a execução deste trabalho.

Em uma situação real de escolha governamental, como não existem soluções ideais, mas sim, as mais adequadas às características geográficas de cada região e às necessidades de cada comunidade, seria necessário se fazer um estudo do custo-benefício, caso a caso, com a participação da população local, para que ela possa participar da decisão sobre quais riscos poderia correr e que preço estaria disposta a pagar.

Recursos hídricos, períodos com insolação, ventos, áreas cultiváveis são abundantes em nosso país, portanto são muitas alternativas. Seu uso racional e eficiente evitando desperdício mostram possibilidades que poderão determinar nosso futuro. Também vimos que diversificação e complementaridade de várias fontes de energia interligadas em sistemas integrados e inteligentes (*smart-grids*) de geração distribuída e de cogeração poderiam ser usadas para resolver problemas de demanda, respeitando o meio ambiente, considerando a geografia, recursos naturais disponíveis, economia e necessidades da população local.

Assim, acima de tudo fica a discussão ética, da igualdade social ao acesso à Eletricidade, do direito das pessoas de participar, levando em consideração as consequências a longo prazo das decisões tomadas muitas vezes por especialistas e políticos, com interesses alheios às populações afetadas.

Além de leitura sobre o tema, sob orientação do professor, trabalhos e discussões em grupos poderiam estimular a criatividade do estudante, mediante atividades organizadas a partir de *situações de aprendizagem*, *sequências didáticas*, *situações-problema*, nas quais se solicita analisar, caso a caso, alternativas possíveis de suprimento de energia para determinadas regiões. Seria um bom treino para exercício de autonomia e cidadania, em que as opiniões seriam expostas e debatidas.

“Para um espírito científico, todo o conhecimento é uma resposta a uma questão.” (BACHELARD, 2001, p.166 *apud* FONSECA, p.365).

“Chega uma altura em que o espírito gosta mais daquilo que confirma o seu saber do que daquilo que o contradiz, prefere as respostas às perguntas.” (BACHELARD, 2001, p.167 *apud* FONSECA, p.365).

Portanto, o ponto de partida para abordagem do tema está no fato da *falta de acesso à Eletricidade ser indicador de pobreza*.

Recomendamos a leitura para debate dos artigos do PNUD 2004 e 2012 ⁵².

Vimos que os livros didáticos trazem com maior frequência a definição do conceito de *energia*, sua conversão termo eletromecânica, seu Princípio de Conservação, funcionamento de transformadores e máquinas elétricas, partindo das leis da Eletricidade, do Eletromagnetismo e da Termodinâmica. Alguns também apresentam características da sua transmissão e problemas inerentes, relativos às perdas por efeito Joule de aquecimento em seus condutores, que determinariam a preferência por sistemas de corrente alternada ou contínua, esta no caso a longas distâncias, utilizando extra alta tensão.

Os mais recentes trazem o princípio de funcionamento, além das tradicionais termelétricas a combustíveis fósseis e das hidrelétricas com grandes reservatórios de armazenamento, também das diversas alternativas modernas de fontes de energia, incluindo solar, eólica e de biomassa, como bagaço de cana e lixo orgânico. Alguns incluem seus impactos socioambientais.

⁵² PNUD 2004 Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento *Eletricidade é essencial contra pobreza*, 10.12.2004, acessível em 06.07.2015 por <http://www.pnud.org.br/Noticia.aspx?id=3324>.

PNUD 2012 Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento *PNUD Brasil/Desenvolvimento Humano e IDH*, 2012, acessível em 06.07.2015 por <http://www.pnud.org.br/IDH/DH.aspx>.

Nesse sentido, destacamos as publicações:

Física Contexto e Aplicações 3/ Ensino Médio.

(ALVARENGA ÁLVARES, B.; MÁXIMO RIBEIRO DA LUZ, A., 2012).

Através de um infográfico com informações sobre impacto ambiental da construção de uma usina hidrelétrica, a atividade proporciona oportunidade de reflexão e debate aos alunos. (Idem, pp.365-365).

Coleção Quanta Física, 1º e 3º ano do Ensino Médio, Manual do Professor.

(MENEZES *et al.*, 2010).

Traz aspectos importantes tanto na conceituação de energia, a evolução histórica associada ao desenvolvimento humano, utilização de recursos energéticos naturais, enfoques de sustentabilidade até aspectos práticos relacionados à Eletricidade/geração, transformação e distribuição.

Para o 3º. Ano do Ensino Médio, os autores apresentam o uso de energia sob perspectiva de impactos ambientais, como efeito estufa e aquecimento global, atribuídos à emissão de GEE pela queima de combustíveis fósseis, assim como os ocasionados por fontes renováveis: alagamento de extensas áreas, desmatamento, queimadas e poluição inclusive pelo uso de agrotóxicos.

Seria interessante para debate em grupos a leitura do texto e a interpretação dos gráficos abaixo:

O texto *Poluição ambiental de origem energética, industrial e agrícola* traz aspectos a serem considerados no planejamento do sistema energético a médio e longo prazo, a respeito da renovabilidade dos recursos naturais. (Idem, p.218).

Ainda, apresenta gráficos socioeconômicos, que associam *desenvolvimento humano ao consumo de energia*: expectativa de vida, analfabetismo e indicadores sociais (PIB e IDH) como instrumentos de análise de aspectos de vida de um país.

Interessantes os exercícios do ENEM que auxiliam o aluno a avaliar a relação de dano e benefício de usinas, associando a *área alagada* em reservatórios de hidrelétricas com a *potência produzida*.

Usina	Área alagada (km ²)	Potência (MW)	Sistema hidrográfico
Tucuruí	2.430	4.240	Rio Tocantins
Sobradinho	4.214	1.050	Rio São Francisco
Itaipu	1.350	12.600	Rio Paraná
Ilha Solteira	1.077	3.230	Rio Paraná
Furnas	1.450	1.312	Rio Grande

Tabela V.2
(MENEZES *et al.*, 2010, p.219).

Em outro exercício também há oportunidade de reflexão na comparação dos parâmetros: *potência instalada*, *potência efetiva* de energia elétrica e *área inundada* pelo reservatório das usinas de Itaipu no Brasil e de Três Gargantas na China.

Parâmetros	Itaipu	Três Gargantas
Potência instalada	12.600 MW	18.200 MW
Produção efetiva de energia elétrica	93 bilhões de kWh/ano	84 bilhões de kWh/ano
Área inundada pelo reservatório	1.400 km ²	1.000 km ²

Tabela V.3
(MENEZES *et al.*, 2010, p.219).

Também é interessante a definição da unidade TEP/tonelada equivalente de petróleo. Lembramos que 1 TEP= 10^{10} J; 1 kcal= $4,2 \cdot 10^3$ J e 1 kWh= $3,6 \cdot 10^6$ J. (Idem, p.229).

No Capítulo 6 Energia, economia e meio ambiente, há um texto muito interessante relacionando as condições de vida de um país, associando a matriz energética aos índices econômicos sociais. (Idem, p.230):

“As decisões políticas podem ser orientadas por pareceres técnicos, elaborados por especialistas em energia, mas devem ser tomadas a partir do posicionamento da população do país que, portanto, tem de entender o que está em jogo no mundo da energia.”

Física 3/Eletromagnetismo e Física Moderna/Ensino Médio.

(GASPAR, 2012)

Como atividade, apresenta exercícios do ENEM de 2004, dos quais destacamos os seguintes:

Ex.1. Debate sobre a utilização da energia nuclear para produção de eletricidade, cuja vantagem seria de não contribuir para aumento dos GEE, porém os efeitos dos acidentes com usinas nucleares são muitos graves. (Idem, p. 333).

Ex.3 Debate sobre a utilização da cogeração em que a queima do bagaço da cana das indústrias produtoras de álcool é utilizada como subproduto na geração de energia, auto-alimentando o sistema. (Idem, p. 334).

Compreendendo a Física 3/Eletromagnetismo e Física Moderna/Ensino Médio/Manual do Professor.

(GASPAR, 2013).

Interessante a leitura dos textos biográficos de Tesla (1856-1943) (idem, p.192 e p.423) e o da escolha do sistema de corrente alternada para construção da hidrelétrica das Cataratas do Niágara, no final do século XIX. (Idem, p.196 e p.425).

Física: conceitos e contextos: pessoal, social, histórico, Eletricidade e Magnetismo, Ondas eletromagnéticas, Radiação e Matéria, Manual do Professor 3, Ensino Médio.

(OLIVEIRA *et al.*, 2013).

Apresenta atividade de pesquisa a respeito da utilização da energia nuclear, seu funcionamento, os acidentes de Chernobyl, Fukushima, de Goiânia com o cézio-137 e a produção de energia nuclear no Brasil. (Idem, 275-276).

Traz uma questão do Enem que apresenta um texto a respeito dos parques eólicos no Brasil e a comparação entre investimento necessário para geração de 1 kWh de uma eólica e uma hidrelétrica na época em que o livro foi escrito. (Idem, pp.281-282).

COPF/PCESP *Caderno do Professor: Física/Ensino Médio/3ª Série/2º Bimestre/Tema 3-Produção e Consumo de Energia Elétrica.*

(SÃO PAULO (Estado): SEE, (FINI, (Coordenação Geral); OLIVEIRA *et al.*, 2008)).

São sugeridas três *situações de aprendizagem*:

Situação de Aprendizagem 6: princípio de funcionamento de hidrelétricas, térmicas, eólicas, nuclear, avaliando custo-benefício identificando o Princípio de Conservação de Energia.

Situação de Aprendizagem 7: linhas de transmissão e suas perdas, transformadores.

Situação de Aprendizagem 8: evolução da produção e consumo energéticos relacionando-os ao IDH/Índice de Desenvolvimento Humano, questionando a melhoria da qualidade de vida.

Durante as atividades, o professor tem a oportunidade de avaliar a variedade e qualidade da postura e interação dos alunos entre si e com o professor, da compreensão das informações, na realização, análise e apresentação dos resultados. Em debates, ainda, consegue relacionar o princípio de funcionamento das usinas, dos geradores, dos transformadores, do ponto de vista de conversão eletromecânica de energia e dos aspectos socioeconômicos ambientais.

Também sugere pesquisas sobre a primeira usina hidrelétrica do Brasil, grandes centrais como Itaipu, Tucuruí e Ilha Solteira e principais hidrelétricas atualmente existentes (localização e capacidade/potência), assim como apresentação de dados históricos de algumas usinas pioneiras a partir de 1883. (Idem, pp.46-47).

Harvard Project Physics/Projeto Física/Unidade 4

Luz e Eletromagnetismo/Texto e Manual de Experiências e Atividades

(HOLTON, RUTHERFORD, FLETCHER, 1985, pp.93-102).

A história sobre o desenvolvimento dos sistemas elétricos é tema interessante para leitura e debate, em que os estudantes têm a oportunidade de conhecer a influência do contexto nas escolhas em determinada época, assim como o texto sobre os pontos de vista *otimista* e *menos otimista* a respeito do uso e transmissão de eletricidade. Portanto, sugerimos a leitura do texto que traz a preferência por sistemas de corrente alternada.

PEF/Projeto de Ensino de Física:

(HAMBURGER; MOSCATI, 1972, pp.6-18 a 6-22).

Outro texto de 1972 menciona as Usinas de Jupia e Ilha Solteira e a utilização do transformador e circulação de óleo em seus radiadores para evitar aquecimento, tornando eficiente o projeto da transmissão da energia através dos condutores e reduzindo desperdício e perdas.

A seguir, ressaltamos alguns trabalhos, dissertações e teses pesquisados com sugestões que consideramos adequadas à finalidade desse trabalho.

Sem dúvida, tentar estabelecer o entendimento dos conceitos físicos e tecnológicos envolvidos em uma aplicação prática, do contexto do sistema energético estrutural de uma região, associados a padrões de vida dos cidadãos é uma tarefa necessária e difícil.

No trabalho de Maria Regina Kawamura e Paula Sousa, a preocupação, ao verificar como o conhecimento sobre desenvolvimento sustentável dos especialistas disseminado em livros didáticos era mal compreendido pela população, levou à proposta de destacar a discussão sobre a relação entre *desenvolvimento humano e consumo energético*, demonstrada por indicadores socioeconômicos, assim como sobre a viabilidade de fontes alternativas com recursos existentes. (SOUSA; KAWAMURA, 2004, pp.1-12).

A aplicação de um questionário aberto, para que os estudantes escrevessem livremente sobre o tema, poderia auxiliar na construção do conceito de energia, manifestada no trabalho de Rodrigues e Mattos, devido à importância do contexto na formação do perfil conceitual dos alunos. (RODRIGUES; MATTOS, 2007, pp.4-11).

Outra boa proposta de Silva e Carvalho seria de, após uma visita a uma usina hidrelétrica, a aplicação de questionários que pudessem avaliar a importância dada pelos estudantes à intervenção humana de consequência a longo prazo sobre a natureza. (SILVA; CARVALHO, 2006, pp.1-12).

No trabalho de Bernardo, Vianna e Fontoura, a preparação entre professores do projeto pedagógico interdisciplinar, com interação de todos envolvidos é uma boa sugestão. A discussão sobre a música *Sobradinho* e seus aspectos socioambientais auxiliaria na compreensão da relação entre *desenvolvimento humano e consumo de energia*. (BERNARDO; VIANNA; FONTOURA, 2007, pp.1-10).

*O homem chega e já desfaz a Natureza
Tira gente, põe represa, diz que tudo vai mudar.
O São Francisco, lá pra cima da Bahia,
diz que dia menos dia vai subir bem devagar
E, passo a passo, vai cumprindo a profecia
do beato que dizia que o sertão ia alagar
'O Sertão vai virar mar' dá no coração
o medo que algum dia o mar também vire sertão.
Adeus Remanso, Casa Nova, Sento Sé,
Adeus Pilão Arcado, vem o rio te engolir,
Debaixo d'água, lá se vai a vida inteira
Por cima da cachoeira o Gaiola vai subir.
Vai ter barragem no salto do Sobradinho
E o povo vai-se embora com medo de se afogar.
'O Sertão vai virar mar' dá no coração
o medo que algum dia o mar também vire sertão.
Remanso, Casa Nova, Sento Sé, Pilão Arcado, Sobradinho,
Adeus, adeus...
(Sá e Guarabyra, *Sobradinho*, 1977).⁵³*

Elaborar atividades em sala de aula que envolvam o cotidiano do aluno voltadas para educação ambiental crítica é uma preocupação presente na dissertação de mestrado de Ramos. Ele propõe como atividade a busca de significado dos números através da familiarização com a Matriz Energética Brasileira, articulando o consumo de diferentes setores e disponibilidade de fontes de energia, colocando as seguintes questões. (RAMOS, 2011, p.133):

⁵³ SÁ & GUARABIRA *Sobradinho*, 1977, acessível em 10.07.2015 por <http://www.youtube.com/watch?v=5qXHlselGpo>.

“Quais setores da economia consomem mais energia?

Quais fontes energéticas são mais consumidas?

Seria possível eliminar alguma fonte dessa matriz, realizando alguma substituição factível?

De que forma os dados de consumo expressos na matriz podem ser utilizados para propor políticas voltadas para a sustentabilidade?”

	Gás natural	Carvão mineral	Lenha e carvão vegetal	Alcool e produtos da cana	Óleo diesel e outros derivados de petróleo	Gasolina	GLP	Elettricidade	Outras fontes	Total
Setor Energético	5.110	200	0	12.550	1.170		37	1.610	3.750	24.427
Residencial	240		8.110	0	8		6.120	8.750	0	23.228
Comercial	180		158	0	177		140	5.530	0	6.185
Público	4		0	0	184		370	3.160	0	3.718
Agropecuário	2		2.417	0	5.588		23	1.430	0	9.460
Transportes	1.850		0	11.790	34.190	14.720		140	0	62.690
Industrial	7.160	9.310	9.860	16.290	4.444		740	16.020	12.860	76.684
Consumo Final	14.546	9.510	20.545	40.630	45.761	14.720	7.430	36.640	16.610	206.392

Tabela 7.3 – Recorte da matriz energética brasileira com algumas fontes agrupadas.
Unidade: mil tep. Ano: 2009.

Tabela V.4
(RAMOS, 2011, p.113)

Através de gráficos, sugere discussão sobre a participação de fontes renováveis e não renováveis na geração de eletricidade e seu consumo em cada setor (Idem, Fig.7.2 e 7.3, pp.119-120).

Figura 7.2 – Matriz da eletricidade brasileira. Ano: 2009.

Gráfico V.2
(RAMOS, 2011, Fig.7.2, p.119)

Figura 7.3 – Comparação do consumo de fontes de energia renováveis e não-renováveis, para cada setor de consumo. Unidade: *mil tep*. Ano: 2009.

Gráfico V.3
(RAMOS, 2011, Fig.7.3, p.120)

Em relação aos impactos ambientais, coloca as questões (Idem, p.140):

“Como a matriz energética nacional pode ser utilizada para avaliar esses impactos?

Que setores mais contribuem em cada tipo de impacto ambiental?”

Em relação à desigualdade social, a questão para reflexão (Idem, p.143):

“Todas as famílias brasileiras apresentam igual consumo de energia?”

Bastante apropriado para os dias atuais de crise hídrica e de energia, exemplifica estimativa de consumo mensal residencial de energia elétrica, lembrando que $E = P \cdot \Delta t$:

Aparelhos Elétricos	Potência Média (W)	Dias de uso No mês	Tempo médio de Utilização por dia	Consumo médio Mensal (kWh)
Chuveiro elétrico	3500	30	40 min	70,0
Ferro elétrico	1000	12	1 h	12,0
Geladeira	130	-	-	55
Lavadora de roupas	500	12	1 h	6
Lâmpada incandescente	23	30	5 h	3,45
Lâmpada fluorescente	100	30	8 h	24
TV 20"	90	30	5 h	13,5
Aparelho de som pequeno	20	30	3 h	1,8
Microcomputador	120	30	4 h	14,4
Total	5483	204	27,7	200,15

Tabela 5.1 – Estimativa do consumo mensal de energia elétrica para uma família de quatro pessoas. Adaptado do site <http://www.eletronbras.com/eleb/procel/main.asp>

Tabela V.5
(RAMOS, 2011, p.83).

Sugerimos a apresentação da série para TV *Caminhos da Energia* por trazer muitas informações atualizadas verbais e visuais de entidades envolvidas do setor do Sistema Elétrico Brasileiro, como EPE/Empresa de Pesquisa Energética do Ministério de Minas e Energia, CPFL/Companhia Paulista de Força e Luz, CEMIG/Companhia Energética de Minas Gerais, IEA/Instituto de Energia e Ambiente USP, COPPE/Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia UFRJ. Constituída de vários episódios, consegue abordar uma gama extensa de aspectos científicos, sociais e econômicos das possibilidades de geração de energia, seus impactos e vantagens. (youtube.com, *Caminhos da Energia*, Grupo CPFL/Companhia Paulista de Força e Luz, 2011).

Trabalhos relacionados ao site *Linha do Tempo de Memória de Eletricidade no Brasil*⁵⁴ também ajudariam a entender o contexto do desenvolvimento do Sistema Energético Brasileiro.

Uma discussão a respeito dos *indicadores de impacto* de hidrelétricas brasileiras da tabela IV.1.1 (GRIMONI; GALVÃO; UDAETA, 2004, p.59) também é uma oportunidade de exposição de argumentos.

O mapa com as interligações do SIN/Sistema Interligado Nacional dos sistemas existentes e futuras também ajudam a visualizar a tendência de alimentar as regiões Centro-Oeste e Sudeste a partir do potencial hidrelétrico das regiões Norte-Nordeste, assim como suas perdas na transmissão a tão longas distâncias. O mesmo acontece com Itaipu para o Sudeste. Também propicia o entendimento das dificuldades em alimentar as regiões ao Norte da Bacia Amazônica, visto que as linhas de transmissão deveriam atravessar muitos quilômetros entre as margens do Rio Amazonas. (BRASIL, MME, *Plano Decenal de Expansão de Energia 2020; PDE 2020*, 2011, pp.58-59).

Tabela 42 – Capacidade instalada em 31/12/2009 no SIN		
Fonte	MW	Participação (%)
Hidráulica ^(a)	74.279	71,7
Térmica	13.302	12,8
Nuclear	2.007	1,9
Fontes Alternativas	7.645	7,4
Potência Instalada	97.233	93,9
Importação Contratada ^(b)	6.365	6,1
Potência Total com Importação	103.598	100,0

(a) Inclui a parte brasileira da UHE Itaipu (7.000 MW).

(b) Importação da UHE Itaipu não consumida pelo sistema elétrico Paraguai.

Fonte: ONS.

Tabela V.6

BRASIL, MME; *Plano Decenal de Expansão de Energia 2020*; 2011, p.55.

Hidrelétricas de Belo Monte (rio Xingu), Santo Antônio e Jirau (rio Madeira) seriam responsáveis por cerca de 10% da capacidade instalada do SIN no final do horizonte decenal. (Idem, p.61).

“A Figura 4 ilustra, de forma esquemática, a configuração do SIN referente ao ano 2010 indicando também algumas instalações a serem implantadas no futuro próximo (2011/2013).” (Idem, p.98).

⁵⁴ *Memória da Eletricidade no Brasil, Linha do Tempo, 1948-1963, 1964-1990, 1992-2009*, Eletrobrás, Light, ABCEE/Associação Brasileira de Companhias de Energia Elétrica, Cemig/Companhia Energética de Minas Gerais acessível em 07.07.2015 por <http://www.memoriadaeletricidade.com.br/Default.asp?pagina=destaques/linha&menu=368&iEmpresa=Menu#368>.

Sugerimos a leitura e discussão de textos relacionados ao desmatamento, Código Florestal, populações atingidas (principalmente indígenas), problemas de licenciamento ambiental, danos à biodiversidade, no tocante às Hidrelétricas da Amazônia:

ABRANCHES, S. *Aquecimento Global refaz conceito de sustentabilidade*, Especial Scientific American Terra 3.0, Planeta sustentável, *10 Mitos sobre a Sustentabilidade*, editor: Ulisses Capozzoli, São Paulo, Duetto, 2009, pp.30-35.

EPE/Empresa de Pesquisa Energética: *Brasil: Renováveis para o Desenvolvimento*, Rio +20, Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável acessível em 07.07.2015 por <http://www.epe.gov.br/MeioAmbiente/Documents/Cartilha%20EPE%20-%20Riomais20.pdf>

FURTADO, J. Documentário *Ilha das Flores*, dez.1988, Casa de Cinema de Porto Alegre, acessível em 10.07.2015 por <http://casacinepoa.com.br/os-filmes/roteiros/ilha-das-flores-texto-original>.

GADOTTI, M. *Agenda 21 e Carta da Terra*, 2002.

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. *Energia e Meio Ambiente no Brasil*; Estudos Avançados 21 (59), 2007, pp.7-20.

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. *Contribuições para a Rio+20: Energia*, pp.89-113, extraído do texto Governança Ordem Ambiental, 2012.

LEITE, M et al. R. *A Batalha de Belo Monte*, 1º. Capítulo, artigo *O Controvertido Colosso do Xingu/ As dúvidas e o gigantismo dos números que erguem Belo Monte* da Folha de São Paulo de 15.12.2013.

MAGALHÃES, S.M.S.B. & HERNADEZ, F.M. (Orgs.) *Painel de Especialistas: Análise Crítica do Estudo de Impacto Ambiental do Aproveitamento Hidrelétrico de Belo Monte*. Belém, 2009, acessível em 10.07.2015 por http://www.socioambiental.org/banco_imagens/pdfs/Belo_Monte_Painel_especialistas_EIA.pdf.

SOUZA, A.N.; JACOBI, P.R. *Hidrelétricas na Amazônia: conflitos de interesses e perspectivas socioambientais*, acessível em 10.07.2015 por <http://www.anppas.org.br/encontro5/cd/artigos/GT17-601-577-20100903225428.pdf>.

LINKS:

Brasil Escola, *O IDH no Brasil*, acesso em 10.03.2015 por <http://www.brasilecola.com/brasil/o-idh-no-brasil>

GREENPEACE *Belo Monte: triste história*, de 18.04.2010 acessível em 10.07.2015 por <http://www.greenpeace.org/brasil/pt/Noticias/A-feia-historia-de-Belo-Monte/>.

INPE/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais: *O futuro que queremos/Economia Verde, desenvolvimento sustentável e erradicação da pobreza* Fabiano Scarpa, Ana Paula Soares, Jean Galvão, SP: INPE, 2012, acessível em 02.07.2015 por <http://www.inpe.br/noticias/arquivos/pdf/RIO+20-web.pdf>.

SOS FLORESTAS/O código florestal em perigo *Entenda o que está em jogo com a reforma da nossa legislação ambiental*, com apoio da WWF, acesso em 13.03.2015 por http://d3nehc6yl9qzo4.cloudfront.net/downloads/cartilha_codigoflorestal_20012011.pdf.

Também seria interessante ouvir a opinião dos estudantes a respeito da música *Passaredo* de Chico Buarque e Francis Hime da época da ditadura militar⁵⁵:

Ei, pintassilgo
Oi, pintaroxo
Melro, uirapuru
Ai, chega-e-vira
Engole-vento
Saíra, inhambu
Foge asa-branca
Vai, patativa
Tordo, tuju, tuim
Xô, tié-sangue
Xô, tié-fogo
Xô, rouxinol sem fim
Some, coleiro
Anda, trigueiro
Te esconde colibri
Voa, macuco
Voa, viúva
Utiariti
Bico calado
Toma cuidado
Que o homem vem aí
O homem vem aí
O homem vem aí
Ei, quero-quero
Oi, tico-tico
Anum, pardal, chapim
Xô, cotovia
Xô, ave-fria
Xô, pescador-martim
Some, rolinha
Anda, andorinha
Te esconde, bem-te-vi
Voa, bicudo
Voa, sanhaço
Vai, juriti
Bico calado
Muito cuidado
Que o homem vem aí
O homem vem aí
O homem vem aí

⁵⁵ Chico Buarque/Francis Hime *Passaredo*, acessível em 10.07.2015 por <http://letras.mus.br/chico-buarque/80825/>.

VI. CONCLUSÕES: PRESENTE E PERSPECTIVAS

A ser iniciado este trabalho, em que a preocupação era verificar como o conhecimento sobre *energia elétrica* fazia parte do currículo escolar e pesquisar diversas maneiras como o domínio conceitual dessa problemática era desenvolvido, foi se revelando quais livros e projetos didáticos tratam o tema e como o fazem.

A maioria das pessoas não compreende muito bem o que é *energia elétrica*, nem como é produzida e levada a sua casa, mas sabem que sem ela sequer conseguiriam mais viver.

Curiosamente, durante o período de elaboração do trabalho e até em sua fase de conclusão, problemas relacionados a eventos climáticos extremos se tornaram mais críticos e em maior frequência, como a escassez de água no Sudeste e Nordeste brasileiros, atribuída por muitos à ação humana, como o desmatamento da Amazônia, que continua a aumentar. Homem ou Natureza sendo responsável, o fato é que isso acarreta distúrbios, como possíveis racionamentos de água e energia e trazem à consciência pública a problemática do planejamento energético.

Tendo em vista que o *desenvolvimento humano* (não só de alguns, mas de todos, que tem justificado a ação humana) foi o ponto de partida, é também o de chegada do nosso trabalho.

Em uma época de reivindicações e manifestações populares como a que estamos vivendo, as pessoas têm o direito de saber como funcionam os sistemas de provisão de água e energia e de perceber como é frágil e instável o equilíbrio da Natureza dos recursos envolvidos.

Formar opinião pública independente dos eventuais interesses privados é tão difícil como complicado nos dias de hoje, em que, não as aulas, mas a mídia desempenha esse papel, confundindo nossas mentes.

Como remanescente de uma época em que a tecnocracia respaldada pelos governos definia que empreendimentos construir (a qualquer preço econômico e/ou ambiental), o espírito que norteou a elaboração dessa dissertação foi o da dúvida enquanto defesa, fato que incentiva a procurar várias opiniões e pontos de vista.

Assim, Belo Monte ou Balbina não deveriam ter sido simplesmente aceitos ou rejeitados, mas propostos, debatidos amplamente e submetidos à avaliação popular. As decisões a serem tomadas, no tocante ao acesso à Eletricidade, devem passar por discussões em que todos envolvidos se manifestem e suas necessidades sejam consideradas, para tentar diminuir o número de excluídos.

A questão que então emerge é como uma população se dispõe e se qualifica para tanto. Esta foi a pergunta central deste trabalho.

Daí a importância do conhecimento dos impactos socioambientais, suas consequências a longo prazo e das várias possibilidades da Natureza e da tecnologia disponíveis em nosso Brasil. A história, a geoeconomia de cada região e o funcionamento de fontes tradicionais e alternativas de energia, assim como seu uso racional e eficiente, tornam-se determinantes nesse processo.

Estamos longe de alcançar uma educação à altura dessas questões, mas elas se revelam cada vez mais urgentes, quando suspeitas de corrupção envolvendo empreiteiras e grandes corporações aparecem relacionadas às decisões políticas tomadas sem consulta popular. E as dificuldades de envolvimento das comunidades escolares passam por insuficiente formação de professores, por falta de estímulo aos alunos e, na base de tudo, por falta de verbas para educação.

Felizmente, já há bons exemplos de recursos educacionais, como livros texto e propostas de ensino, que já tratam da problemática energético-socioambiental e publicações bastante ricas em informação, que auxiliam o encaminhamento do aperfeiçoamento do ensino na educação básica. E, no contexto da ameaça do racionamento, pequenas atitudes, como verificar o consumo de energia em sua residência para evitar desperdício e até refletir sobre a participação de cada fonte e setor de consumo na Matriz Energética Brasileira, já representam algum avanço na direção da formação de consciência a respeito do desafio *desenvolvimento humano x sustentabilidade socioambiental*.

As contribuições que esta dissertação pretende trazer tratam somente de alguns aspectos conceituais e resvalam em outros pedagógicos, tendo como pano de fundo um alerta, em termos de política de formação da cidadania. É preciso admitir, no entanto, que há necessidades ainda praticamente intocadas, que não caberiam nessa simples dissertação, mas que abrem importantes perspectivas de trabalho.

Ainda que tenha sido apontado como poderiam ser melhorados os textos didáticos e ser posto em prática o que vários projetos já sinalizaram, a principal lacuna, que não pode esperar para ser tratada, está no investimento à educação e à formação de professores.

É lamentável, por exemplo, a carência ou literal ausência do tratamento da temática energético-socioambiental na maior parte dos livros adotados na formação de professores de física.

Lidar com formação da cidadania, seus aspectos práticos, éticos e políticos não é fácil, é um processo lento. Daí o entendimento da limitação do que está sendo apontado aqui, comparado com tudo que ainda há por fazer.

VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS/LINKS

As referências seguem as recomendações do documento:

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS - SIBi/USP:

Diretrizes para apresentação de dissertações e teses da USP: documento eletrônico e impresso Parte I (ABNT) acessível em 07.07.2015 por

http://www.teses.usp.br/index.php?option=com_content&view=article&id=52&Itemid=67&lang=pt-br.

ABRANCHES, S. *Aquecimento Global refaz conceito de sustentabilidade*, Especial Scientific American Terra 3.0, Planeta sustentável, *10 Mitos sobre a Sustentabilidade*, editor: Ulisses Capozzoli, São Paulo, Duetto, 2009, pp.30-35.

ALVARENGA ÁLVARES, B.; MÁXIMO RIBEIRO DA LUZ, A. *Curso de Física*, vol.3, Editora Bernardo Álvares, 1971.

ALVARENGA ÁLVARES, B; MÁXIMO RIBEIRO DA LUZ, A. *Curso de Física*, vol.3, 2ª Ed. Editora HARBRA Ltda., 1987.

ALVARENGA ÁLVARES, B; MÁXIMO RIBEIRO DA LUZ, A. *Física/Volume Único*, São Paulo, Scipione, 2007.

ALVARENGA ÁLVARES, B; MÁXIMO RIBEIRO DA LUZ, A. *Física Contexto e Aplicações 3/ Ensino Médio*, 1ª ed., 2ª Impressão, São Paulo, Scipione, 2012.

ALVES FILHO, J.P. *A literatura escolar do ensino médio e o laboratório didático no Brasil*, Capítulo 1, Tese de doutorado *Atividades experimentais: do método à prática construtivista*, UFSC, 2000.

ARNS, P.E.; SOBEL, H.; WRIGHT, J. *Brasil nunca mais*, 1985; acessível em 30.06.2015 por https://pt.wikipedia.org/wiki/Brasil:_Nunca_Mais.

BACHELARD, G. *O novo espírito científico*, Rio de Janeiro, Tempo Brasileiro, 2001.

BAZZO, W.A. *Ciência, Tecnologia e Sociedade e o contexto da educação tecnológica*, 2ª Ed., Florianópolis, Editora da UFSC, 2010.

BECK, U. *A Reinvenção da Política*. In: GIDDENS, A. *et al. Modernização Reflexiva*. São Paulo: UNESP, 1997.

_____. *World Risk Society*; cap. 7: *Risk Society revisited: Theory, Politics, Critiques and Research Programmes*; pp.133-152; 1999.

BEN/*Balanço Energético Nacional 2012, ano base 2011, Relatório Final*, 2012.

BERMANN, C. *Parecer Técnico. Relatório de Impacto Ambiental: Aproveitamento Hidrelétrico Tijuco Alto*. São Paulo, 1993.

BERNARDO, J.R.R.; FONTOURA; H. VIANNA, D. M.; *A energia elétrica na sala de aula do ensino médio: estratégias de abordagem em ciência-tecnologia-sociedade (CTS)*. Florianópolis, Atas do VI ENPEC, 2007.

BITTENCOURT, D. R. S. *Uma análise de Projeto de Ensino de Física–Mecânica*, Dissertação de Mestrado, Instituto de Física de Faculdade de Educação da USP, pp.5-6.

BOFF, L. *Ecologia, Grito da Terra, Grito dos pobres*, São Paulo, Ática, 1996.

BRAGA, E.S. *A Constituição Social do Desenvolvimento*, pp.20-29, Revista Educação: História da Pedagogia 2/Lev Vygotsky, editora Segmento, agosto de 2010.

BRASIL, MEC/Ministério da Educação e Cultura, SEB/Secretaria de Educação Básica *Guia de Livros Didáticos: PNLD 2015: física: ensino médio*, Brasília, 2014.

_____, MEC/Ministério da Educação e Cultura, SEB/Secretaria de Educação Básica, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira *Matriz de Referência para o Enem 2009*, pp. 8-11, acessível em 25.06.2015 por <https://www.google.com.br/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=matriz+de+referencia+enem+ciencias+da+natureza>.

_____, MEC/Ministério de Educação e Cultura, *LDB/Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional* – Lei n. 9.394/96, de 20 dez. 1996.

_____, MEC/Ministério de Educação e Cultura, SEB/Secretaria de Educação Básica, OCEM/Orientações Curriculares para o Ensino Médio/Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, volume 2, Brasília, 2006, acessível em 23.06.2015 por http://fep.if.usp.br/~profis/ocnem/ciencias_natureza_matematica_ocn.pdf.

_____, MEC/Ministério de Educação e Cultura, SEMTEC, *PCN/Parâmetros Curriculares Nacionais/Ensino Médio/Parte III: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*, 1999; CDD 373.19; CDU 373.5.

_____, MEC/Ministério de Educação e Cultura, SEMTEC, *PCN+/Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais/Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*, 2002; CDU 373.

_____, MMA/Ministério do Meio Ambiente, *Aproveitamento Energético do Biogás de Aterro Sanitário*, acessível em 10.03.2015 por <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/politica-nacional-de-residuos-solidos/aproveitamento-energetico-do-biogas-de-aterro-sanitario>.

_____, MMA/Ministério do Meio Ambiente, *Política Nacional de Resíduos Sólidos*, acessível em 10.03.2015 por <http://www.mma.gov.br/pol%C3%ADtica-de-res%C3%ADduos-%C3%B3lidos>.

_____, MME/Ministério de Minas e Energia, Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético, EPE/Empresa de Pesquisa Energética, *Plano Decenal de Expansão de Energia 2020*, 2011.

_____, MME/Ministério de Minas e Energia, Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético, EPE/Empresa de Pesquisa Energética, *Plano Decenal de Expansão de Energia 2020, Sumário*, 2011.

BRUNDTLAND, G. H. *Nosso futuro comum*, Relatório da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, Rio de Janeiro, FGV, 1988.

BUARQUE, F. H.; GIL, G. *Cálice*, 1973; acessível em 30.06.2015 por [https://pt.wikipedia.org/wiki/C%C3%A1lice_\(can%C3%A7%C3%A3o\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/C%C3%A1lice_(can%C3%A7%C3%A3o)).

CANIATO, R.; GOLDEMBERG, J.; TEIXEIRA JUNIOR, *Um Projeto Brasileiro para o Ensino de Física*, (ed. Preliminar), São Paulo, UNICAMP, 1974, 2.v.

CASTRO, E. V. de. *Hidrelétricas do Xingu: O Estado Contra as Sociedades Indígenas*, In: SANTOS, L. de O., ANDRADE, L. M. M. *As Hidrelétricas do Xingu e os Povos Indígenas*. São Paulo: Comissão Pró-Índio, 1988.

DALY, H. *Sustentabilidade em um mundo lotado*; Scientific American Brasil, *O Planeta no Limite*, Edição Especial Brasil, Ano 4, n°. 41, outubro 2005.

EINSTEIN, A. *Notas autobiográficas*, Ed. Nova Fronteira, Rio de Janeiro, 2ª. Edição, 1982, pp. 25-26.

ENGELMAN, R. *O jogo dúbio que envolve demografia e poluição*, Especial Scientific American Brasil Terra 3.0 Planeta sustentável, *10 Mitos sobre a Sustentabilidade*, editor: Ulisses Capozzoli, São Paulo, Duetto, 2009, pp.78-79.

EPE/ Empresa de Pesquisa Energética: *Brasil: Renováveis para o Desenvolvimento*, Rio +20, *Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável*, acessível em 07.07.2015 por <http://www.epe.gov.br/MeioAmbiente/Documents/Cartilha%20EPE%20-%20Riomais20.pdf>.

EREC/Conselho Europeu de Energia Renovável; GREENPEACE Brasil; GEPEA- Grupo de Energia da Escola Politécnica da USP; *[r]evolução energética/Perspectivas para uma energia global sustentável/Relatório Cenário Brasileiro*; abril 2007.

http://www.greenpeace.org/brasil/pt/Documentos/greenpeacebr_070202_energia_revolucao_e_nergetica_brasil_port_v1/.

FEYERABEND, P. *Contra o método*, 3ª Ed.; Rio de Janeiro, Francisco Alves, 1989.

FONSECA, D. M. *A pedagogia científica de Bachelard: uma reflexão a favor da qualidade da prática e da pesquisa docente*, Educação e Pesquisa, São Paulo, v.34, n.2, p. 361-370, maio/ago. 2008.

FÓRUM GLOBAL 92, *Tratados das ONG's*, aprovados no Fórum Internacional das Organizações Não Governamentais e Movimentos Sociais no âmbito do Fórum Global Eco 92, Rio de Janeiro, Fórum das ONG's, 1992.

FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*, 50. ed. rev.e atual.- Rio de Janeiro, Paz e Terra, 2011.

FUNTOWICZ, S.; RAVETZ, J., *Ciência Pós-Normal e comunidades ampliadas de pares face aos desafios ambientais; História, Ciências, Saúde – Manguinhos*; IV (2), Tradução Jaime Larry Benchimol, revisão técnica Carlos Machado de Freitas, pp. 219-230, jul-out 1997.

FURTADO, J. Documentário *Ilha das Flores*, dez.1988, Casa de Cinema de Porto Alegre, <http://casacinepoa.com.br/os-filmes/roteiros/ilha-das-flores-texto-original>.

GADOTTI, M. *Cidadania Planetária/ Pontos para Reflexão*, Instituto Paulo Freire, Universidade de São Paulo, 1998.

_____ *Pedagogia da Terra*, 2000.

_____ *Agenda 21 e Carta da Terra*, 2002.

GARCIA, R. *Aquecimento segue mesmo com “hiato” de 15 anos, diz relatório* artigo da Folha de São Paulo, de 28.09.2013, caderno Ciência, p.11.

GASPAR, A. *Física/Volume único/Ensino Médio*, 1ª edição, editora ÁTICA, São Paulo, 2009.

_____. *Física 3/Eletromagnetismo e Física Moderna/Ensino Médio/Manual do Professor*, editora ÁTICA, 2ª Ed., 3ª Impressão, São Paulo, 2012.

_____. *Compreendendo a Física 3/Eletromagnetismo e Física Moderna/Ensino Médio/Manual do Professor*, editora ÁTICA, 2ª Ed., São Paulo, 2013.

GETEF/Grupo de Estudos em Tecnologia de Ensino de Física, *FAI/Física Auto Instrutivo*, São Paulo, Saraiva Livreiros e Editores, 1973.

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. *Energia e Meio Ambiente no Brasil*; Estudos Avançados 21 (59), 2007, pp.7-20.

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. *Contribuições para a Rio+20: Energia*, pp.89-113, extraído do texto Governança Ordem Ambiental, 2012.

GRIMONI, J.; GALVÃO, L. C.; UDAETA, M. *Iniciação a Conceitos de Sistemas Energéticos para o Desenvolvimento Limpo*, EDUSP/Editora da Universidade de São Paulo, 2004.

HAMBURGER, E.W.; MOSCATI, G. (coordenadores), *PEF/Projeto de Ensino de Física*, São Paulo, IFUSP, Brasília, MEC/FENAME/PREMEN, 1972.

HOLTON, G.; RUTHERFORD, F.J.; FLETCHER, G.W. *HARVARD PROJECT PHYSICS/PROJECTO FÍSICA/Unidade 4/Texto e Manual de Experiências e Atividades/Luz e Eletromagnetismo*, Edição Portuguesa, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1985.

JACOBI, P. R.; *Educação Ambiental: O Desafio da Construção de um Pensamento Crítico, Complexo e Reflexivo*; Educação e Pesquisa, vol. 31, número 002; Universidade de São Paulo; São Paulo; Brasil; pp. 233-250; maio/agosto, 2005.

KÜLLER, J.A. *et al. Protótipo curricular de ensino médio orientado para o mundo do trabalho e a prática social*, Representação da Unesco do Brasil, Organização das Nações Unidas para a Educação a Ciência e a Cultura, 24.11.2010.

LEITE, M. *et al. A Batalha de Belo Monte*, 1º. Capítulo, artigo *O Controvertido Colosso do Xingu/ As dúvidas e o gigantismo dos números que erguem Belo Monte* da Folha de São Paulo de 15.12.2013.

LOPES, N.C.; CARVALHO, W.L.P. *Energia e desenvolvimento humano: uma abordagem sociocientífica no ensino de ciências*, Florianópolis, Atas do VII ENPEC, 2009.

LOVELOCK, J. *Gaia: um novo olhar sobre a vida na Terra*, Lisboa, Edições 70, 1987.

MAGALHÃES, S.M.S.B. & HERNADEZ, F.M. (Orgs.) *Painel de Especialistas: Análise Crítica do Estudo de Impacto Ambiental do Aproveitamento Hidrelétrico de Belo Monte*. Belém, 2009, acessível em 10.07.2015 por http://www.socioambiental.org/banco_imagens/pdfs/Belo_Monte_Painel_especialistas_EIA.pdf.

MENEZES, L.C. *A Matéria - Uma Aventura do Espírito/fundamentos e fronteiras do conhecimento físico*, Editora Livraria da Física, SP, 1ª Edição, 2005.

_____*LDB/Uma Física para o Novo Ensino Médio*, artigo da revista *Física na Escola*, v.1, n.1, 2000, pp.6-8.

_____*et al., Coleção Quanta Física, 1º e 3º ano do Ensino Médio, Manual do Professor*, editora Pueri Domus, 1ª edição, São Paulo, 2010.

MENEZES, L.C. (org.); HOSOUME, Y. *Formação Continuada de Professores de Ciências no Contexto Ibero-Americano; Projeto Disciplinar de Formação Continuada de Professores de Física/Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF)*, Coleção Formação de Professores, Editora Autores Associados, 1996.

MENEZES, L.C.; HOSOUME, Y. (coordenadores) *GREF/Grupo de Reelaboração do Ensino de Física/Leituras da Física/Física Térmica*, Convênio USP/MEC-FNDE, Subprograma de Educação para as Ciências (CAPES-MEC), FAPESP/MEC- Programa Pró-Ciência, Secretaria de Educação do Estado de São Paulo-CENP, junho de 1998, acessível em 09.07.2015 por <http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/termo2.pdf>.

MENEZES, L.C.; HOSOUME, Y. (coordenadores) *GREF/Grupo de Reelaboração do Ensino de Física/Leituras da Física/ Eletromagnetismo*, Convênio USP/MEC-FNDE, Subprograma de Educação para as Ciências (CAPES-MEC), FAPESP/MEC- Programa Pró-Ciência, Secretaria de Educação do Estado de São Paulo-CENP, junho de 1998, acessível em 09.07.2015 por <http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/eletro4.pdf>.

MILARÉ, E. *Direito do Ambiente: doutrina, jurisprudência, glossário*. São Paulo, Editora Revista dos Tribunais, 2004.

MORAES, V.; POWELL, B. *Samba da Benção*, década de 1960, acessível em 06.07.2015 por <http://letras.mus.br/vinicius-de-moraes/86496/>.

MOREIRA, M.A.; AXT, R. *O livro didático como veículo de ênfases curriculares no Ensino de Física*; Revista de Ensino de Física, vol.8, n.1, jun.1986, pp.33-48, Sociedade Brasileira de Física, Instituto de Física, Universidade de São Paulo.

MOREIRA, M.A.; AXT, R. *Ênfases Curriculares e Ensino de Ciência*, Ciência e Cultura, São Paulo, v. 39, n. 3, pp. 250-258, 1987, Instituto de Física; UFRGS.

NOVAIS, W. In jornal *O Estado de São Paulo*, 7 de janeiro de 2000, p.2.

OLIVEIRA, M.P.P. *et al. Física: conceitos e contextos: pessoal, social, histórico, Eletricidade e Magnetismo, Ondas eletromagnéticas, Radiação e Matéria*, Manual do Professor 3, Ensino Médio, 1a. ed., São Paulo, FTD, 2013.

PHYSICAL SCIENCE STUDY COMMITTEE *PSSC/Física/Parte IV, Eletricidade e Estrutura Atômica*, Editora Universidade de Brasília, Edição preliminar, 1963.

RAMOS, F. A. *Energia e Sustentabilidade no Ensino de Física / Leituras da matriz energética brasileira*, Dissertação de Mestrado, IFUSP, 2011.

RAYANUT, C., *Interdisciplinaridade em Ciência, Tecnologia e Informação*; editores: Arlindo Philippi Jr., Antônio J. Silva Neto; cap. 2, *Interdisciplinaridade: mundo contemporâneo, complexidade e desafios à produção e à aplicação de conhecimentos*, pp. 69-105, 2011.

REIS, L. B.; SILVEIRA, S. (orgs), *Energia Elétrica para o Desenvolvimento Sustentável*, 2ª ed.- São Paulo, EDUSP/Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

REGO, T.C. *VYGOTSKY/Uma perspectiva histórico-cultural da educação*, 15ª Edição, Editora Vozes, Petrópolis, 2003.

RODRIGUES, A. M.; MATTOS, C. R. *A relação entre contexto e perfil conceitual: um exemplo para a energia*, Florianópolis: Atas do VI ENPEC 2007.

SAAD, F.D. (coord.) *FAI: Física Auto-instrutiva*, Projeto do GETEF/Grupo de Estudos em Tecnologia de Ensino de Física do IFUSP, Saraiva, São Paulo, 1973.

SACHS, I., *Rumo à Ecosocioeconomia / Teoria e prática do desenvolvimento*, cap. I, pp. 33-53; cap.II, pp. 54-76; SACHS, I., Vieira P.F.V. (org.), São Paulo: Cortez, 2007.

SÃO PAULO (Estado): SEE, COPF/PCESP *Caderno do Professor: Física/Ensino Médio/3ª Série/2º Bimestre/Tema 3-Produção e Consumo de Energia Elétrica*, pp.38-52, FINI, M.I. (Coordenação Geral), OLIVEIRA M.P.P. et al., 2008; ISBN 978-85-7849-111-6, CDU: 373.5:53.

_____. SEE, *Proposta Curricular do Estado de São Paulo: Física / Ensino Médio*, FINI, M.I. (Coordenação Geral), OLIVEIRA M.P.P. et al., 2008; ISBN 978-85-61400-02-6 / 1. Física (Ensino Médio) – Estudo e ensino; CDD 22ed. 530.07.

SIGAUD, L. *Efeitos sociais de Grandes Projetos hidrelétricos*, comunicação nº 9 – Museu Nacional, 1986.

SOUSA, P.F.F.; KAWAMURA, M.R. *Desenvolvimento Sustentável e Ensino de Física*, IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física, 2004, Jaboticatubas, acessível em 10.07.2015 por http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=epef&cod=_desenvolvimentosustentav.

SOUZA, A.N.; JACOBI, P.R. *Hidrelétricas na Amazônia: conflitos de interesses e perspectivas socioambientais*, acessível em 10.07.2015 por <http://www.anppas.org.br/encontro5/cd/artigos/GT17-601-577-20100903225428.pdf>.

TRISTÃO, M. *As dimensões e os desafios da educação ambiental na sociedade do conhecimento*. In: RUSHEINSKY, A. (Org.). *Educação ambiental: abordagens múltiplas*. Porto Alegre: Artmed, 2002.

VAINER, C. B. *O conceito de Atingido: Uma revisão do debate e diretrizes*. Rio de Janeiro, IPPUR/UFRJ, 2003.

VANNUCCHI A.I. *História da Filosofia da Ciência: da Teoria para a Sala de Aula*, Dissertação de Mestrado apresentada ao IFUSP e à FEUSP, 1996, Orientadora: CARVALHO, A.M.P.

WORLD COMISSION DAMS. *Final WCD Forum Report, Responses, Discussions and Outcomes*, South Africa, 2001.

ZANETIC, J. *Física também é cultura*, tese de doutorado, Faculdade de Educação, USP, 1989.

LINKS:

ambiente.sp.gov.br, *Termelétrica do Aterro Bandeirantes reduz emissão de CO₂ para atmosfera*, 25.03.04, acessível por
http://www.ambiente.sp.gov.br/destaque/2004/marco/25_termeletrica.htm.

ANDRADE, M. *A Meditação sobre o Tietê*, acessível em 01.07.2015 por
<http://www.youtube.com/watch?v=NVJ-5TdqwMU>.

bbc.co.uk, *Entenda como ocorreu a ocupação da Amazônia*, 23.07.2009 acessível em 10.07.2015 por
http://www.bbc.co.uk/portuguese/noticias/2009/07/090722_amazonia_timeline_fbdt.shtml.

BRANDT, F. *Ponta de Areia*; acessível em 07.07.2015 por
<http://musica.com.br/artistas/fernando-brant/m/ponta-de-areia/letra.html>.

Brasil Escola, *O IDH no Brasil*, acessível em 10.03.2015 por
<http://www.brasilecola.com/brasil/o-idh-no-brasil>.

Brasil Escola, *PROÁLCOOL*, acesso em 11.03.2015.
<http://www.brasilecola.com/brasil/proalcool.htm>.

cce.usp.br, CEDIR/Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática da USP/Universidade de São Paulo, acessível em 07.07.2015 por
<http://www.cedir.usp.br/>.

Estadão Notícias *Prefeitura de SP planeja reformar 59 prédios desocupados do centro*, 01.11.2009, acessível em 10.07.2015 por
<http://www.estadao.com.br/noticias/impreso,prefeitura-de-sp-planeja-reformar-58-predios-desocupados-do-centro,459567,0.htm>.

FOLHA UOL *Brasil é o 1º em reciclagem de latas de alumínio, reaproveitando a matéria prima*; artigo da Folha, 19.07.2004 - 04h31, acessível em 10.07.2015 por
<http://www1.folha.uol.com.br/folha/cotidiano/ult95u97076.shtml>.

g1.globo.com *Saiba como funciona um aterro sanitário em SP*, 10.04.2012, acessível em 10.07.2015 por

<http://g1.globo.com/sao-paulo/sao-paulo-mais-limpa/noticia/2012/04/saiba-como-funciona-um-aterro-sanitario-em-p.html>.

GREENPEACE *Belo Monte: triste história*, de 18.04.2010 acessível em 10.07.2015 por

<http://www.greenpeace.org/brasil/pt/Noticias/A-feia-historia-de-Belo-Monte/>.

Grupo Metrpole Fluvial FAU USP *Articulao Arquitetnica e Urbanstica dos Estudos de Pr-Viabilidade Tcnica, Econmica e Ambiental*, 2011, acessvel em 07.07.2015 por

<http://www.metropolefluvial.fau.usp.br/hidroanel.php>.

INPE/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais: *O futuro que queremos/Economia Verde, desenvolvimento sustentvel e erradicao da pobreza*, Fabiano Scarpa, Ana Paula Soares, Jean Galvo, SP: INPE, 2012, acessvel em 02.07.2015 por:

http://issuu.com/magnostudio/docs/o_futuro_que_queremos.

IPCC/Intergovernmental Panel on Climate Change/Working Group III/ *Mitigation of Climate Change; SRREN/Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation*, p.167, acessvel em 06.07.2015 por <http://srren.ipcc-wg3.de/report>.

IPCC/Intergovernmental Panel on Climate Change: *Summary for Policymakers*. In: *IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, 2011.

Memria da Eletricidade no Brasil, *Linha do Tempo, 1948-1963, 1964-1990, 1992-2009*,

Eletrobrs, Light, ABCEE/Associao Brasileira de Companhias de Energia Eltrica,

Cemig/Companhia Energtica de Minas Gerais acessvel em 07.07.2015 por

<http://www.memoriadaeletricidade.com.br/Default.asp?pagina=destaques/linha&menu=368&iEmpresa=Menu#368>.

NASCIMENTO, M. *Corao de Estudante*, 1983 acessvel em 09.07.2015 por

<http://letras.mus.br/milton-nascimento/47421/>.

Notícias Terra/BBC Brasil-BBC Brasil.com; *Entenda o que é o IPCC e suas conclusões*; 14.11.2007, acessível em 07.07.2015 por <http://noticias.terra.com.br/ciencia/interna/0,,OI2072927-EI8278,00.html>

ONU.BR, *Mudanças climáticas aumentam riscos globais de fome, inundações e conflitos, alerta IPCC*, de 31.03.2014, acessível em 07.07.2015 por <http://www.onu.org.br/mudancas-climaticas-aumentam-riscos-globais-de-fome-inundacoes-e-conflitos-alerta-ipcc/>.

PNUD 2004 Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento *Eletricidade é essencial contra pobreza*, 10.12.2004, acessível em 06.07.2015 por <http://www.pnud.org.br/Noticia.aspx?id=3324>.

PNUD 2012 Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento *PNUD Brasil/Desenvolvimento Humano e IDH*, 2012, acessível em 06.07.2015 por <http://www.pnud.org.br/IDH/DH.aspx>.

PNUD 2015 Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento *Objetivos de Desenvolvimento do Milênio, Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – Brasil*; acessível em 07.07.2015 por <http://www.pnud.org.br/odm/>.

Portal Brasil *Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima/IPCC*, 24.11.2010, acessível em 07.07.2015 por <http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2010/11/painel-intergovernamental-sobre-mudanca-do-clima-ipcc>.

Prefeitura SP *Cata- Bagulho: o que é e como funciona*, acessível em 06.07.2015 por <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/catabagulho/index.php?p=19780>.

Redeglobo.com, Globo Ecologia – 06.04.2013 - *Matriz energética*, acessível em 06.07.2015 por <http://redeglobo.globo.com/globoecologia/videos/t/edicoes/v/globo-ecologia-06042013-matriz-energetica-integra/2498439/>

Redeglobo.com, Globo Ecologia – 20.04.2013 - *Cidades Sustentáveis*, acessível em 06.07.2015 por <http://redeglobo.globo.com/globoecologia/videos/t/edicoes/v/globo-ecologia-20042013-cidades-sustentaveis-integra/2525007/>.

SÁ & GUARABIRA *Sobradinho*, 1977 acessível em 10.07.2015 por <http://www.youtube.com/watch?v=5qXHIselGpo>

SOS FLORESTAS/O código florestal em perigo *Entenda o que está em jogo com a reforma da nossa legislação ambiental*, com apoio da WWF, acesso em 13.03.2015 por http://d3nehc6yl9qzo4.cloudfront.net/downloads/cartilha_codigoflorestal_20012011.pdf.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS - SIBi/USP *Diretrizes para apresentação de dissertações e teses da USP: documento eletrônico e impresso Parte I (ABNT)* acessível em 07.07.2015 por http://www.teses.usp.br/index.php?option=com_content&view=article&id=52&Itemid=67&lang=pt-br.

veja.abril.com.br, Arquivo Veja, Coleções, *Proálcool*, acesso em 11.03.2015 por http://veja.abril.com.br/arquivo_veja/proalcool-alcool-etanol-geisel-petroleo-carros-flex-economia-exportacao-cana-de-acucar.shtml.

youtube.com, *Caminhos da Energia - Episódio 6 – A Energia da Água*, Grupo CPFL/Companhia Paulista de Força e Luz, 07.07.2011 acessível em 07.07.2015 por <https://www.youtube.com/watch?v=dc5MTeQm4Zs>.

youtube.com, *Caminhos da Energia - Episódio 07 – O Calor*, Grupo CPFL/Companhia Paulista de Força e Luz, 14.07.2011 acessível em 07.07.2015 por https://www.youtube.com/watch?v=TWcTeD_uCoE.

youtube.com, *Caminhos da Energia - Episódio 08 - Alternativas para geração de eletricidade*, Grupo CPFL/Companhia Paulista de Força e Luz, 21.07.2011 acessível em 07.07.2015 por <https://www.youtube.com/watch?v=4RbQ4vniESE>

youtube.com, *Caminhos da Energia - Episódio 10 - Perspectivas de futuro para o sistema energético do Brasil*, Grupo CPFL/Companhia Paulista de Força e Luz, 04.08.2011 acessível em 07.07.2015 por <https://www.youtube.com/watch?v=0mz9oBNmmYc>

youtube.com, *Lâmpadas de água*, 14.abril.2008, acessível em 10.07.2015 por <http://www.youtube.com/watch?v=QEME5RPNmZI>.

youtube.com, LENNON/MCCARTNEY, The Beatles *The Long and Winding Road*, álbum Let it be, 1970, acessível em 07.07.2015 por <https://www.youtube.com/watch?v=nlUC9tSBcY0>.

wikipedia.org, *PET/Politereftalato de etileno*, Wikipedia, acessível em 10.07.2015 por http://pt.wikipedia.org/wiki/Politereftalato_de_etileno.