

Clarice Heidemann Feldhaus

**O POTENCIAL PEDAGÓGICO DAS PEQUENAS CENTRAIS  
HIDRELÉTRICAS (PCHs) PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS/FÍSICA  
NO ENSINO MÉDIO EM ESCOLAS DO CAMPO.**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao curso de Licenciatura em  
Educação do Campo da Universidade  
Federal de Santa Catarina como requisito  
parcial à obtenção do grau de Licenciado  
em Educação do Campo.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup>. Dra. Karine Raquel  
Halmenschlager

Florianópolis  
2016

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Feldhaus, Clarice Heidemann

O potencial pedagógico das pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHS) para o ensino de Ciências/Física no ensino médio em Escolas do Campo. / Clarice Heidemann Feldhaus ; orientadora, Prof.<sup>a</sup>. Dra. Karine Raquel Halmenschlager - Florianópolis, SC, 2016.

71 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Educação. Graduação em Educação do Campo.

Inclui referências

1. Educação do Campo. 2. Ensino de Ciências/Física. 3. Abordagem Temática. 4. Três Momentos Pedagógicos. 5. Pequenas Centrais Hidrelétricas. I. Halmenschlager, Prof.<sup>a</sup>. Dra. Karine Raquel . II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Educação do Campo. III. Título.

Clarice Heidemann Feldhaus

**O POTENCIAL PEDAGÓGICO DAS PEQUENAS CENTRAIS  
HIDRELÉTRICAS (PCHs) PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS/FÍSICA  
NO ENSINO MÉDIO EM ESCOLAS DO CAMPO.**

Trabalho apresentado como requisito parcial para obtenção do grau de Licenciado em Educação do Campo e aprovado pela banca examinadora abaixo assinada:

---

Prof<sup>ª</sup> Dra. Karine Raquiel Halmenschlager  
Orientadora

---

Prof.<sup>o</sup>. Taise Ceolin

---

Prof.<sup>ª</sup>. Gabriela Furlan

Florianópolis, 04 de Julho de 2016.



## AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer a Deus por te me dado saúde e força nestes quatro anos de curso. Agradeço a minha mãe que sempre incentivou aos estudos, ao meu esposo Fabiano Feldhaus e minha filha Thaina Heidemann Feldhaus que me apoiaram nesta caminhada e supriu minha ausência como esposa e mãe neste tempo da faculdade e nas viagens a Florianópolis.

Agradeço aos meus familiares e amigos que de modo geral me apoiaram e não me deixaram desistir da faculdade.

Nosso coordenador do início do curso, o grande Wilson Schmidt (Feijão) que me ensinou a lutar pelo meu sonho de me formar um ensino superior, corrigindo meus erros grosseiros, pegando no pé pelo meu atraso, enfim sem ele nossa turma não seria a mesma.

Um muito obrigado a Escola de Educação Básica Professor Aldo Câmara e professores que abriram as portas desde o Ensino Fundamental até o Ensino Médio para realizar minha experiência como docente e também as turmas que colaboraram para que o estágio acontecesse.

As minhas orientadoras de estágio e dos dois artigos realizados durante o curso e em especial a ultima orientadora do estágio no Ensino Médio e responsável pela elaboração deste trabalho Prof<sup>a</sup>Dra<sup>a</sup> Karine Halmenschlager, há você meu muito obrigado por ser tão pontual, carinhosa e paciente comigo.

Aos meus colegas de sala, de trabalhos e de quarto que me aturaram e ficamos amigos, fazendo esses quatro anos um pouco mais felizes.

Enfim a todos que me ajudaram e contribuíram para a realização desse trabalho e na minha formação na Licenciatura em Educação do Campo e no meu crescimento como pessoa e acadêmica.

Muito obrigado a todos.



## RESUMO

Este trabalho de Conclusão de Curso foca no estudo do potencial pedagógico das Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) para o ensino de Ciências/Física no ensino médio. A pesquisa teve por objetivo investigar as compreensões de alunos sobre o processo das instalações das PCHs, se e como professores de Física abordam essa questão em sala de aula, bem como observar os aspectos sociais, econômicos e ambientais, apresentando uma proposta de ensino para trabalhar essa temática em sala de aula de forma articulada com a realidade do município de Santa Rosa de Lima (SC). Metodologicamente, a investigação realizada configura uma abordagem qualitativa e como instrumentos de pesquisa foram realizadas entrevistas semiestruturadas com alunos, professores, agricultores, comerciantes e com um representante do Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão e Complexo Lagunar, e a análise de documentos, como relatórios de impactos ambientais. Como referencial teórico para a análise foram considerados elementos dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), especialmente os que tratam do ensino de Física, e pressupostos da Abordagem Temática Freireana, com ênfase nos Três Momentos Pedagógicos. Foi possível identificar os impactos causados pelas implantações das três PCHs no município de Santa Rosa de Lima. Tanto impactos ambientais, principalmente para a fauna e flora, quanto impactos sociais e econômicos, pois a instalação das usinas movimentou o comércio local, especialmente no tempo da obra, e trouxe alguns empregos diretos e indiretos. Identificou-se também o nítido interesse dos alunos em visitar uma PCH. Com base nos dados obtidos com a investigação, idealizou-se uma proposta de ensino que tem como principal intenção estabelecer relações entre a instalação das PCHs em Santa Rosa de Lima, situação identificada como relevante para a comunidade a partir das entrevistas realizadas, e os conceitos científicos específicos da Física.

**Palavras chave:** Ensino de Ciências/Física, Abordagem Temática, Três Momentos Pedagógicos, Pequenas Centrais Hidrelétricas, Educação do Campo.



## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Temas Estruturadores e Unidades Temáticas propostos pelos PCN <sup>+</sup> (2006). .....	36
Tabela 2. Questões das entrevistas com os diferentes sujeitos de pesquisa.	42
Tabela 3. : Relação de equipamentos.....	66



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Percurso do Rio Braço do Norte passando pelos municípios da Encosta da Serra Geral.....	48
Figura 2: localização da (PCH) Santa Rosa.....	49
Figura 3: Localização da usina Nova Fátima.....	50
Figura 4: Localização da usina Barra do Chapéu. ....	51
Figura 5: Foto 1 desvio do eixo original do rio e foto 2 impactos da .....	52
Figura 6: Ponto turístico do Rio Braço do Norte antes e depois da instalação da (PCH) Santa Rosa. ....	53
Figura 7: Foto 1 da estrada normal antes do fechamento da barragem,foto 2 estrada alagada e a foto 3 erosão que causou por devido ao alagamento ..	55
Figura 8: Rio Braço do Norte após a barragem. ....	57



## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CGH	Central Geração Hídrica
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
LECAMPO	Licenciatura em Educação do Campo
MW	Mega Watts
MW/H	Mega Watts/ Hora
PCHs	Pequenas Centrais Hidrelétricas
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
SC	Santa Catarina
TC	Tempo Comunidade
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
TU	Tempo Universidade
UC	Unidades de Conhecimento
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina



## CONTEÚDO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>27</b>
<b>1. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>33</b>
<b>2. ENCAMINHAMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	<b>41</b>
<b>3. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b> .....	<b>47</b>
3.1 INSTALAÇÕES DAS PCHS EM SANTA ROSA DE LIMA.....	47
3.1.1 PCH Santa Rosa.....	49
3.1.2 PCH Nova Fátima.....	50
3.1.3 PCH Barra do Rio Chapéu .....	51
3.1.4 Impactos das (PCHs) em Santa Rosa de Lima.....	52
3.2 A VISÃO DA COMUNIDADE ACERCA DAS (PCHS) .....	53
3.3 O PROCESSO DE PRODUÇÃO DE ENERGIA E O ENSINO DE FÍSICA NA ESCOLA DE SANTA ROSA DE LIMA.....	59
3.4 PROPOSTA DE ENSINO .....	62
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>69</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>71</b>
<b>APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)</b> .....	<b>73</b>
<b>ANEXO 1 – ARTIGO “OS CONTRASTES DO RIO BRAÇO DO NORTE”</b> .....	<b>75</b>
<b>ANEXO 2- ARTIGO“USINA DE BELO MONTE”</b> .....	<b>78</b>



## INTRODUÇÃO

O mundo vive grandes transformações, a cada dia que passa temos acesso a novas tecnologias e processos produtivos, que causam inúmeros impactos na sociedade. Contudo, muitas vezes, o que se ensina na escola parece estar desvinculado dessa realidade, pois os conceitos são abordados, em geral, de forma desarticulada a questões contextuais, que envolvam, por exemplo, as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e questões específicas da localidade em que os estudantes estão inseridos.

Considerando isso, realizou-se um movimento, em especial na última década, em torno do estabelecimento de estratégias para a melhoria da educação nos diferentes níveis e modalidades de ensino, entre elas, a Educação do Campo. Pretende-se, com isso, desenvolver uma concepção educacional voltada para a formação crítica e autônoma dos sujeitos do campo, o que pode contribuir para a redução das desigualdades sociais e econômicas. Segundo Brasil (2004):

Embora os problemas da educação não estejam localizados apenas no meio rural, no campo a situação é mais grave, pois, além de não considerar a realidade socioambiental onde a escola está inserida, esta foi tratada sistematicamente, pelo poder público, com políticas compensatórias, programas e projetos emergenciais e, muitas vezes, ratificou o discurso da cidadania e, portanto, de uma vida digna reduzida aos limites geográficos e culturais da cidade, negando o campo como espaço de vida e de constituição de sujeitos cidadãos (BRASIL, 2004, p. 9).

O ensino de Física, em particular, tem se dado, frequentemente, nas escolas brasileiras, tanto do campo quanto urbanas, por meio de processos de ensino que privilegiam a apresentação de conceitos, fórmulas e leis de modo não articulado a elementos do mundo vivencial dos alunos. Também é valorizada a memorização de informações, em detrimento da contextualização e problematização do conteúdo físico. Diante disso, discute-se a necessidade de transformação do ensino de Física. Essa transformação envolve questões metodológicas e curriculares, como indicam os Parâmetros Curriculares Nacionais+ Ensino Médio: orientações curriculares complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) (BRASIL, 2002), e é necessária, pois o

estudo tradicional<sup>1</sup> se preocupa, em especial, em preparar os estudantes para o vestibular e para uma profissão. Contudo, o ensino de Ciências/Física pretendido nos documentos oficiais quer que o estudante tenha tanto o domínio do conteúdo científico quanto o discernimento sobre questões mais amplas, a exemplo das que envolvem a tríade CTS, inerentes aos processos produtivos na atualidade. Assim, defende-se que o estudo do conhecimento de Ciências/Física deve contribuir para a formação geral do estudante, dando condições de entender e intervir na sua realidade. No caso das escolas que atendem sujeitos do campo, teriam que ser identificados e levados em consideração aspectos específicos das comunidades em que os jovens estão inseridos. Isso exige, contudo, pensar uma nova escola e uma nova postura dos professores, que precisam participar ativamente dos projetos da escola e reconhecer, muitas vezes, a escola como “no e do campo”. Santos (2010) esclarece que:

Na compreensão de Caldart (2002), os povos do campo devem ser atendidos por políticas de educação que garantam seu direito a uma educação que seja No e Do campo. Conforme esclarece a autora: “No: o povo tem direito a ser educado no lugar onde vive; Do: o povo tem direito a uma educação pensada desde o seu lugar e com a sua participação, vinculada à sua cultura e às suas necessidades humanas e sociais” (p. 18). (SANTOS, 2010, p.5).

Considerando a importância do estabelecimento de relações entre o conteúdo escolar e o contexto dos alunos, enfoco neste trabalho o processo de produção de energia hídrica, que está muito presente na vida dos estudantes de Santa Rosa de Lima (SC) e que pode possibilitar tanto o estudo de conhecimentos físicos específicos quanto um trabalho interdisciplinar na escola, com o envolvimento de várias disciplinas na abordagem do tema<sup>2</sup>. Isso pode contribuir, entre outros aspectos, para

---

<sup>1</sup>O ensino da pedagogia tradicional tem como principal característica o professor como detentor do conhecimento e os alunos como tabula rasa que recebem esse conhecimento. Valoriza muito o livro didático e a decoreba. A formação do aluno é para o trabalho. A escrita espontânea do aluno geralmente não é considerada e aspectos da sua realidade não são levados em consideração.

<sup>2</sup>No presente trabalho optamos por focar no estabelecimento de relações entre a temática PCHs e os conhecimentos mais específicos da Física pelas condições de produção da pesquisa (limitação de tempo para aprofundamento de outras

um reconhecimento da realidade local e análise crítica pela comunidade escolar, em sintonia com a perspectiva educacional de Freire (2005), que argumenta em favor da abordagem de Temas Geradores, que representam uma contradição para a comunidade escolar. Porém, promover essa articulação entre contexto e conteúdos escolares, a partir de temáticas de relevância social, não é uma tarefa fácil, a ser realizada de um dia pro outro, e representa um desafio para escola, professores e estudantes.

Comecei a ter interesse no tema “O potencial pedagógico das Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) para o ensino de Ciências/Física no ensino médio” a partir do estágio que realizei com ensino fundamental no Colégio Professor Aldo Câmara, em Santa Rosa de Lima (SC). Este estágio foi realizado com alunos do sexto ao nono ano e abordou questões sobre energias renováveis, com ênfase na energia hidrelétrica pelo fato de ser uma realidade de nosso município, que possui várias implantações de (PCHs) no rio que o abastece. O que mais me intrigou foi que nenhum aluno conhecia uma geradora de energia, sendo que a instalação mais próxima é só a quatro quilômetros de distância do centro da cidade. Todos os alunos sempre tiveram, segundo o que expressaram nas aulas do estágio, a curiosidade de visitar um empreendimento, mas os professores, ou até mesmo a direção do colégio, não dispuseram a oportunidade de levar os estudantes para conhecer as (PCHs). No referido estágio, trabalhamos como é gerada a energia e, no entanto, a maioria dos estudantes não fazia ideia de como funcionava uma usina, pois a geração de energia para eles era simplesmente acender a lâmpada em casa.

No âmbito da pesquisa em ensino de Ciências há vários autores, por exemplo, (DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO, 2007, BORGA et al. 2013) que discutem a abordagem de questões relacionadas à (PCHs) em sala de aula e a apresentam como uma alternativa temática para aproximar os conteúdos escolares da realidade dos estudantes. Por exemplo, Borga et al. (2013) enfocam a importância de trabalhar sobre a energia hidrelétrica, pois energia é um termo amplo, utilizado na descrição e na explicação de fatos cotidianos, problematizando como não vivemos sem ela.

Os referidos autores analisaram a compreensão de alunos acerca da transformação da energia hídrica em energia elétrica. Relatam que

---

áreas). Contudo, reconhecemos o potencial da temática para a realização de um trabalho interdisciplinar envolvendo as demais disciplinas que compõe o currículo do ensino médio.

fizeram um trabalho em uma escola, com alunos do 1º ao 6º ano do ensino fundamental e que no início do trabalho, a concepção de que há um processo de transformação de energia, não estava presente, ou seja, não havia o reconhecimento, pelos alunos, de que um curso d'água submetido a etapas específicas pode produzir energia capaz de ser armazenada e transmitida através de sistemas. Ao final do trabalho, avaliaram que os alunos compreenderam todo o processo. Borga et al. (2013) argumentam, ainda, que trabalhar com eletrodomésticos do dia-a-dia, discutindo como economizar energia em sua casa, é um modo fácil de ensinar dos estudantes compreenderem porque faz parte de vida deles.

Selecionar e abordar questões pertinentes para a comunidade escolar exige, no entanto, que o professor busque uma aproximação com a realidade local. No curso de Licenciatura em Educação do Campo (LECAMPO), da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), essa condição é dada aos acadêmicos a partir da estrutura em que o curso se organiza. Nossa licenciatura está organizada com base na pedagogia da alternância. A alternância acontece através de “momentos” pedagógicos que interagem – chamados de “Tempo Universidade (TU)” e “Tempo Comunidade (TC)”, os quais visam envolver o educando num processo educativo uno, que articula a experiência acadêmica (universitária) propriamente dita com a experiência de trabalho e vida no seio da comunidade onde vive (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2012). No caso da Turma IV, da qual faço parte, a Alternância Pedagógica desses diferentes Tempos aconteceu semanalmente, ou seja, uma semana de TC e uma semana de TU durante a maior parte do curso, com exceção para os períodos de realização dos estágios que exigiram uma dinâmica diferenciada.

Assim, o TC configura um momento em que realizamos nosso estágio e que nos permite também fazer uma pesquisa de algo que tenha bastante relevância e interaja com a comunidade onde vivemos para além da sala de aula, possibilitando uma melhor compreensão da realidade. A LECAMPO-UFSC é diferente de outros cursos da UFSC. Neste contexto, como requisito do curso, as vivências no município nos TC resultaram em atividades ao longo de cada período letivo. No primeiro ano, foi feito um diagnóstico do município. No segundo ano, a aproximação com a escola. No terceiro, o estágio de docência no ensino fundamental. E, no quarto, o estágio no ensino médio, mediado por um projeto de docência baseado na Abordagem Temática Freireana, que inclui, entre outros aspectos, o estudo da Investigação Temática e dos

Três Momentos Pedagógicos (DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO, 2007).

No meu caso, pesquisei, no âmbito do estágio do ensino fundamental, sobre as PCHs e como poderíamos trabalhar melhor o ensino de Ciências/Física e Matemática para os alunos do Ensino Fundamental. Por isso, optei em aprofundar as discussões acerca da temática no Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) enfocando, agora, as potencialidades do tema para o ensino de Física no Ensino Médio, quando desenvolvido a partir de uma perspectiva dialógica e problematizadora, pautada nos Três Momentos Pedagógicos. Dados preliminares obtidos por meio das atividades do estágio no ensino fundamental, com as oficinas realizadas e os questionários aplicados, indicam que a maioria dos estudantes não gosta e possui muita dificuldade no ensino de Física. Por isso, considero relevante a busca por novos encaminhamentos didático-metodológicos que permitem a aproximação do conteúdo físico com questões das circunstâncias dos alunos, o que pode contribuir para a significação dos conteúdos escolares no contexto do ensino médio em escolas do Campo.

Diante disso, a questão de pesquisa que orienta esse trabalho de conclusão de curso é: Em que medida a abordagem de questões relacionadas a Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) pode contribuir para o desenvolvimento de um ensino de Física dialógico e problematizador? Como objetivo geral pretende-se investigar as potencialidades da temática “Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) no município de Santa Rosa de Lima (SC)” para o ensino de Ciências/Física e apresentar uma proposta de ensino, pautada em uma perspectiva dialógica e problematizadora.

Como objetivos específicos têm-se:

- Investigar compreensões de alunos do ensino médio e da comunidade sobre o processo de instalação de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) no município de Santa Rosa de Lima.

- Investigar se e como professores de Física do ensino Médio de Santa Rosa de Lima abordam questões relacionadas com a produção e consumo de energia em sala de aula.

- Identificar e discutir aspectos sociais, econômicos, ambientais e conceituais que podem contribuir para a discussão acerca do processo de produção e consumo de energia no município de Santa Rosa de Lima.

- Apresentar uma proposta para o ensino de Física, organizada de acordo com os Três Momentos Pedagógicos, para a abordagem do tema “Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs)”.

Metodologicamente a pesquisa configura uma abordagem qualitativa (LUDKE, ANDRÉ, 1986) e se deu a partir da realização de entrevistas semiestruturadas com a comunidade escolar. Os elementos obtidos orientaram a elaboração da proposta de ensino que está organizada com base nos Três Momentos Pedagógicos (DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO, 2007).

Além da introdução, este trabalho está estruturado em três capítulos. No primeiro capítulo abordo aspectos presentes no PCN (BRASIL, 2002; 2006) acerca do ensino de Física e caracterizo a Abordagem Temática Freireana (DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO, 2007; TORRES, MAESTRELLI, 2011). No capítulo 2 explicito os encaminhamentos metodológicos realizados para a concretização dessa pesquisa. E no capítulo 3 apresento os resultados da investigação. Por fim, nas considerações finais retomo os principais resultados da pesquisa bem como indico possibilidade de continuidade para o trabalho.

## 1. REFERENCIAL TEÓRICO

Muitas escolas brasileiras desenvolvem um ensino propedêutico, tendo como objetivos principais para o ensino médio a preparação para uma profissão, um ensino profissionalizante, ou a preparação para o ensino superior, sem levar em conta as especificidades dos estudantes. Considerando essa realidade, os Parâmetros Curriculares Nacionais<sup>+</sup> Ensino Médio: orientações curriculares complementares aos Parâmetros Nacionais (PCN<sup>+</sup>) (Brasil, 2002) nos mostram uma opção diferente de ensino para o ensino médio de Ciências da natureza e Matemática.

O referido documento defende uma educação que leva em conta a realidade dos alunos, as transformações da sociedade, da economia e da cultura, o que pode levar a uma modificação da escola. Essa mudança também envolve participação do professor e do aluno nas atividades formativas da escola. Não seria simples e nem de uma hora pra outra porque as características de nossa escola tradicional são bem diferentes da escola almejada com as proposições presentes nos documentos oficiais, mas é imperativa a transformação da escola. Nas escolas que atendem sujeitos do campo, em especial, a transformação envolve também, em alguns casos, o próprio reconhecimento como “escola do campo” e de que há especificidades que precisam ser consideradas no momento de pensar o processo de ensino e aprendizagem, como os anseios, as angústias e as expectativas dos jovens estudantes do campo, bem como os problemas sociais, ambientais e políticos da comunidade.

A proposta de ensino presente nos PCN relata que falta sintonia entre a realidade escolar e os projetos pedagógicos escolares. Na escola tradicional o foco está na aprendizagem de conteúdos científicos, muitas vezes desvinculados do contexto em que o jovem está inserido, enquanto na concepção educacional apresentada nos PCN se busca a qualificação para a vida e o trabalho tendo como ponto de partida e de chegada o mundo vivencial do aluno, para que o mesmo compreenda os processos produtivos e desenvolva o senso crítico (BRASIL, 2002; 2006).

Assim, embora os parâmetros curriculares não explicitem aspectos específicos sobre a educação do campo, esses documentos apresentam elementos que são importantes para o planejamento do ensino de Ciências/Física em escolas do campo, como quando colocam que o ponto de partida e chegada deve ser o mundo vivencial do estudante com vistas a uma formação crítica e autônoma. Caberia, portanto, as escolas e aos professores identificarem aspectos significativos, do ponto de vista contextual, social e político, e pensarem

um ensino de Ciências/Física articulado às vivências e anseios dos alunos.

Para isso se efetivar, os PCN indicam que é necessário que haja companheirismo entre alunos e professores construídos com o próprio convívio escolar, pois é importante identificar as necessidades do estudante, trabalhar com elementos do cotidiano dele. Além disso, os documentos oficiais abordam aspectos metodológicos e curriculares. No âmbito curricular apresentam: (i) a ideia de flexibilização do currículo, com uma parte comum e uma parte diversificada; (ii) a interdisciplinaridade e a contextualização como eixos articuladores do currículo; e (iii) a proposta de organização curricular a partir de Temas Estruturadores.

Atualmente, está em discussão a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) que tem por objetivo orientar a organização dos programas escolares nas escolas brasileiras. O referido documento propõe que a organização do currículo se dê a partir de Unidades de Conhecimento (UC). No que diz respeito às Ciências da Natureza, as UC abarcam, especialmente, elementos conceituais e contextuais, em sintonia com alguns aspectos já contemplados nos Temas Estruturadores sugeridos nos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2006).

No que diz respeito ao ensino de Física, os PCN (2006) propõe um processo de ensino e aprendizagem tentando mostrar a Física voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, com instrumentos para ele compreender, interferir e participar da realidade em que vive. Apresenta um conjunto específico de conhecimentos que permite trabalhar com fenômenos naturais e tecnológicos, no entanto, introduz a linguagem própria da Física, como conceitos e cálculos, mas ao mesmo tempo em que defende o estabelecimento de relações entre os conceitos físicos e situações contextuais. Na escola tradicional o ensino da Física está concentrado, geralmente, em fórmulas e memorização, enquanto a proposta dos PCN (2006) tenta mostrar como os conhecimentos científicos, estudados na escola, podem estar articulados com o mundo vivencial do aluno.

Segundo os documentos oficiais, para que o processo de ensino e aprendizagem de Ciências/Física passe a ter sentido aos jovens é importante haver um diálogo constante entre os professores e os alunos. Esse processo pode ser potencializado se o professor usar algo que faça parte da realidade do estudante como, por exemplo, televisão, rádio, carros, etc. Entrevistas de profissionais como mecânicos, eletricitas ou até mesmo uma visita em uma hidrelétrica.

É preciso levar em conta, ainda, no planejamento das atividades de ensino, que os alunos trazem uma bagagem cultural de seu dia-a-dia. No entanto, o professor tem que prestar a atenção nas questões e nas respostas que o aluno traz para tentar compreendê-lo.

Os PCN (2006) também defendem a importância da experimentação no ensino de Física. Experimentar pode significar observar situações e fenômenos de seu alcance, em sua casa, na sua comunidade ou até mesmo no seu município, como por exemplo, montar e desmontar objetos tais como chuveiro, batedeira e construir meios tecnológicos: microcomputadores, maquetes energéticas, entre outros. Isso não significa que se tenha que substituir ou retirar as equações. Pelo contrário, elas continuam a ser essencial, contudo, é possível trocar a repetição de exercícios por uma situação problema, fazendo com que o estudo dos conceitos físicos ganhe um novo sentido, pois passa a se relacionar com a vida do aluno.

Assim, enquanto na Física tradicional se trabalha, geralmente, com elementos matemáticos, a proposta apresentada nos documentos oficiais (BRASIL, 2002) sugere a identificação de situações problema, o levantamento de hipóteses, à escolha de caminhos para a solução e a análise do resultado. Contudo, apesar dos parâmetros curriculares usarem o termo “identificação de situações problema”, não há um argumento explícito, na parte referente ao ensino de Física, que essas situações seriam questões sociais mais amplas e/ou problemas da comunidade escolar. O termo é usado mais no sentido do ensino por investigação, em que situações são apresentadas aos alunos e eles precisam desenvolver hipóteses e buscar soluções. Quando argumentamos, no entanto, na necessidade de identificar situações relevantes da comunidade escolar para o ensino de Ciências/Física nas escolas do campo, estamos nos referindo a questões mais amplas, que podem envolver aspectos sociais, econômicos, ambientais, culturais, entre outros.

No que se referem aos aspectos curriculares, os PCN+ (2006) sugerem que o programa da escola seja organizado a partir de seis Temas Estruturadores e suas respectivas Unidades Temáticas, como podemos observar na tabela 1, a seguir:

Tabela 1: Temas Estruturadores e Unidades Temáticas propostos pelos PCN<sup>+</sup> (2006).

<b>TEMA ESTRUTURADOR</b>	<b>UNIDADES TEMÁTICAS</b>
Tema 1: Movimentos: variações e conservações	Fenomenologia cotidiana; variação e conservação da quantidade de movimento; energia e potência associadas aos movimentos; e equilíbrio e desequilíbrios.
Tema 2: Calor, ambiente e usos de energia	Fontes e trocas de calor; tecnologias que usam calor: motores e refrigeradores; o calor na vida e no ambiente; energia: produção para o uso social.
Tema 3: Som, imagem e informação	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	Aparelhos elétricos; motores elétricos; geradores; emissores e receptores.
Tema 5: Matéria e radiação	Matéria e suas propriedades; radiações e suas interações; energia nuclear e radioatividade; eletrônica e informática.
Tema 6: Universo, Terra e vida	Terra e sistema solar; o Universo e sua origem; compreensão humana do universo.

Fonte: Elaborado pela autora (2016)

Segundo os documentos oficiais, faz-se necessário privilegiar a escolha de conteúdos que sejam adequados aos objetivos em torno dos quais seja possível estruturar e organizar o desenvolvimento das habilidades, competências, conhecimentos, atitudes e valores desejados, preservando, até certo ponto, a divisão do conhecimento em áreas da Física tradicionalmente trabalhadas, como a Mecânica, Termologia, Ótica e Eletromagnetismo.

No âmbito da pesquisa em ensino de Ciências também é possível localizar propostas didático-pedagógicas pautadas na abordagem de temas, a exemplo da Abordagem Temática Freireiana (DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO, 2007). A concepção educacional freireana tem como pressupostos, entre outros aspectos, a dialogicidade, a problematização, a conscientização e a transformação. O tema, nessa perspectiva educacional, denominado de Tema Gerador, representa um

conflito, uma contradição que necessita superação pela comunidade e escola. Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2007) explicam que:

Os temas geradores foram idealizados com um objeto de estudo que compreende o fazer e o pensar, o agir e o refletir, a teoria e a prática, pressupondo um estudo da realidade em que emerge uma rede de relações significativas individual, social e histórica, assim como uma rede de relações que orienta a discussão, interpretação e representação da realidade. (DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO, 2007, p. 165)

Para o desenvolvimento da Abordagem Temática na escola, Freire (2005) propõe a realização do processo de Investigação Temática, que representa uma dinâmica que envolve cinco etapas, conforme discutido e sistematizado por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2007) e Torres e Maestrelli (2011): Na primeira etapa ocorre o reconhecimento da realidade, em que se dá a busca por elementos que permitam a identificação de situações relevantes, que configurem contradições sociais. Na segunda etapa são analisados os dados apreendidos com a pesquisa realizada na primeira etapa, identificando-se as situações mais relevantes e codificando-as por meio de imagens, fotografias, cartazes. Na terceira etapa acontecem os diálogos decodificadores, momento em que a situação mais significativa para a comunidade escolar é selecionada e volta ao grupo, onde é problematizada. A partir desse processo de problematização é escolhido o Tema Gerador. Na quarta etapa os professores analisam o Tema Gerador, estudando a temática para conseguir selecionar a conceituação científica que pode contribuir para uma melhor compreensão do tema selecionado. A base do trabalho é interdisciplinar. Na Quinta e última etapa o Tema Gerador é desenvolvido em sala de aula.

Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2007) sugerem que a etapa da sala de aula contemple os Três Momentos Pedagógicos e que os mesmos orientem o desenvolvimento do Tema Gerador com os alunos. O primeiro momento pedagógico configura a Problematização Inicial. Neste momento, os alunos são desafiados a colocar o que pensam sobre a situação escolhida. O professor observa o que o aluno pensa e tenta mostrar outra situação nunca pensada, procura configurar a situação do problema que nunca havia observado. De acordo com Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2007), neste momento:

Apresentam-se situações reais que os alunos conhecem e presenciam e que estão envolvidas nos temas, embora também exijam, para interpretá-las, a introdução contida nas teorias científicas. Organiza-se esse momento de tal modo que os alunos sejam desafiados a expor o que estão pensando sobre as situações,(DELIZOICOV,ANGOTTI,PERNAMBUCO, 2007, p. 200).

O segundo momento corresponde a Organização do Conhecimento e requer ações educativas que reorganizem o conhecimento, devidamente acompanhado pelo professor, de modo que este possa desenvolver a conceituação identificada como fundamental para uma compreensão científica das situações problematizadas. Segundo Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2007, p. 201) “os conhecimentos selecionados como necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial são sistematicamente estudados nestes momentos, sob orientação do professor”. Dessa forma, se busca desenvolver uma educação que tenha uma visão crítica dos problemas vivenciados pela população e que aponte alternativas para melhorar a vida do povo e do local onde vive.

O terceiro e último momento é a Aplicação do Conhecimento, em que se analisa e interpreta todas as situações do início e se lança novas questões aos alunos, para que os mesmos agora analisem com base no conhecimento estudado no segundo momento pedagógico. Nas palavras de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2007) este momento:

Destina-se, sobretudo, a abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar as situações iniciais que determinaram seu estudo como outras situações que, embora não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, podem ser compreendidas pelo mesmo conhecimento. (DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO, 2007, p. 202).

Destaca-se que práticas pedagógicas pautadas nos Três Momentos Pedagógicos estão em sintonia com uma perspectiva educacional dialógica e problematizadora, uma vez que se busca apreender e discutir as compreensões dos estudantes acerca do tema em estudo. Para Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2007), o processo de

problematização é fundamental para que o professor identifique as visões de mundo do aluno.

De forma semelhante, Delizoicov (2001) argumenta que é importante problematizar as ideias que os estudantes possuem sobre a temática em estudo tanto para acentuar as contradições quanto para identificar as limitações do conhecimento do aluno, com o objetivo de promover um distanciamento crítico do mesmo ao reconhecer o conhecimento que já possui e a necessidade de ter contato procurando conhecimentos científicos, compreender as questões pautadas.

É possível perceber, portanto, que há diferenças entre os Temas Estruturadores sugeridos nos parâmetros curriculares, que possuem um viés mais conceitual e contextual, e a ideia de Tema Gerador, que possuem um compromisso com a abordagem de temáticas que envolvem também a dimensão social e política. Contudo, elementos presentes nos PCN também podem ajudar a construir um ensino de Física mais próximo da vivência do aluno.

A articulação entre os pressupostos da Abordagem Temática Freireana e os princípios da Educação do Campo, em particular, podem trazer inúmeras contribuições para se pensar o ensino nas escolas do campo, conforme sinalizam Lindemann (2010) e Brick et al. (2014). De acordo com Lindemann (2010), a abordagem temática freireana,

[...] difundida pelas pesquisas, particularmente da área de ensino de Ciências, pode ser uma alternativa ao ensino e à escola do campo, uma vez que se encontra em sintonia com seus princípios, como um ensino que tem como ponto de partida a realidade dos estudantes. Porém, parece ser importante sublinhar que as pesquisas precisam buscar sempre especificar critérios para a escolha dos temas a serem abordados em sala de aula, isto é, se faz necessário problematizar quais deveriam ser os critérios adotados para a seleção de temas entre os mais significativos para o contexto da escola do campo (LINDEMANN, 2010, p. 150).

Compreendo que um dos critérios que podem ajudar no processo de seleção dos temas é a investigação da realidade, primeira etapa da Investigação Temática (TORRES, MAESTRELLI, 2011).

Há, entretanto, uma grande resistência da escola ou até mesmo dos professores em se trabalhar de forma dialógica e problematizadora, pois a concepção tradicional de ensino, em que o professor atua como

transmissor do conhecimento, sem levar em consideração a realidade escolar e as visões de mundo do aluno, não é algo fácil que possa ser modificado de uma hora pra outra.

Para que haja uma mudança na escola é preciso muita reflexão, diálogo e investigação constante. Os professores precisam ter auxílio, por meio de processos de formação continuada, para que aprofundem e concretizem mudanças curriculares e metodológicas, a exemplos da abordagem de Temas Estruturadores, conforme defendem os documentos oficiais (BRASIL, 2002) e da Abordagem Temática, como defendem Freire (2005) e Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2007).

## 2. ENCAMINHAMENTOS METODOLÓGICOS

A presente pesquisa tem natureza qualitativa (LUDKE, ANDRÉ, 1986). É cada vez mais comum o interesse que pesquisadores da área de educação vêm demonstrando para o uso das metodologias qualitativas. Segundo Bogdan e Biklen (1982), apud Ludke e André (1986, p.11) a pesquisa qualitativa apresenta-se em cinco etapas:

1. A pesquisa qualitativa é importante ter um ambiente natural com as suas fontes diretas de dados e o pesquisador como seu principal conhecimento;
2. Os dados coletados são predominantemente escritos;
3. A preocupação com o processo é muito maior do que o produto;
4. O significado que as pessoas dão as coisas e a sua vida são focos de atenção especial do pesquisador;
5. A análise de dados tende a seguir um processo indutivo.

(BOGDAN e BIKLEN apud LUDKE e ANDRÉ, 1986, p.11)

Assim, uma das características básicas da pesquisa qualitativa propostas por estes autores se refere ao fato da pesquisa necessitar, na maioria dos casos, do contato direto e prolongado do investigador com o contexto do problema que está sendo investigado. Na presente pesquisa esse contato mais direto e intenso entre a pesquisadora e objeto de pesquisa começou antes mesmo da pesquisa de TCC, em função da experiência profissional da pesquisadora na (PCH) Barra do Rio Chapéu<sup>3</sup> e do estágio no ensino fundamental, no primeiro semestre de 2015.

Destaca-se que esse contato inicial com a temática, via estágio no ensino fundamental, foi importante para a delimitação do problema de pesquisa, pois proporcionou a identificação de alguns elementos essenciais para o trabalho de pesquisa, como o fato dos alunos não terem claro como é o processo de produção e transmissão da energia elétrica produzida no seu município. Já o contato com a temática por meio da experiência profissional foi importante para que eu percebesse as

---

<sup>3</sup> Umas das usinas instaladas no município de Santa Rosa de Lima (SC).

potencialidades das (PCHs) para a contextualização no ensino de Ciências/Física.

A pesquisa se desenvolveu no município de Santa Rosa de Lima, localizado na encosta da serra geral, no Estado de Santa Catarina, com 2064 habitantes e que tem uma única escola de ensino médio, situada no centro da cidade que atende o público de todo o município. E é nessa escola que o meu estudo se desenvolveu, por isso é muito importante entrevistar professores e estudantes dessa escola e pessoas da comunidade ao seu redor. Para a obtenção de dados empíricos e o desenvolvimento da investigação utilizei dois instrumentos de pesquisa: entrevistas semiestruturadas e análise documental.

Segundo Ludke e André (1986, p.25) “A entrevista é uma técnica de trabalho em quase todos os tipos de pesquisa usado nas ciências sociais”. Assim, elaborei roteiros de entrevistas e as mesmas envolveram diferentes sujeitos da comunidade: uma professora de Física<sup>4</sup>, dois agricultores de Santa Rosa de Lima, dois comerciantes que moram no centro da cidade, quatro estudantes do ensino médio (sendo uma estudante egressa do colégio Aldo Câmara). Destaco que todos os entrevistados concordaram com o uso das informações cedidas por meio da assinatura de um Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (Apêndice A).

As perguntas que orientaram a entrevista em cada um dos grupos estão descritas na tabela 2, a seguir:

Tabela 2. Questões das entrevistas com os diferentes sujeitos de pesquisa.

SUJEITO DE PESQUISA	QUESTÕES
Professora de Física	1. Você já trabalhou algum conteúdo relacionado à energia elétrica nas aulas de Física do Ensino Médio? Em caso afirmativo: Que aspectos/conteúdos você abordou em sala de aula? Que tipo de atividades você desenvolveu com os alunos? 2. No nosso município há várias (PCHs). Você considera viável abordar esse tema? Em caso afirmativo: Como você abordaria esse tema? Que aspectos consideram importante ser estudados sobre o tema? 3. E como cidadã do município, você é a

<sup>4</sup> A escola de ensino médio de Santa Rosa de Lima conta apenas com uma professora de Física.

	<p>favor ou contra trabalhar com essa temática em sala de aula?</p>
Comunidade	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. No nosso município há várias (PCHs). Qual sua opinião sobre as instalações dessas empresas?</li> <li>2. Você percebeu alguma mudança econômica, social e ambiental com as instalações das (PCHs)? Quais?</li> <li>3. Você sabe como é o processo de produção de energia? Já visitou alguma usina?</li> <li>4. A instalação das (PCHs) teve algum impacto na sua vida? Qual?</li> </ol>
Estudantes do Ensino Médio	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Você já estudou sobre energia elétrica? Em caso afirmativo, o quê?</li> <li>2. Explique com suas palavras como se dá o processo de produção de energia elétrica.</li> <li>3. Já visitou alguma usina? Se a resposta for positiva, o que achou?</li> <li>4. No nosso município há várias (PCHs). Qual sua opinião sobre as instalações dessas empresas?</li> </ol>
Membro do Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Relate um pouco do seu trabalho no Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Braço Norte.</li> <li>2. Nos últimos anos houve várias instalações de (PCHs) no município de Santa Rosa de Lima. O papel do Comitê da Bacia Hidrográfica é de proteção as águas. Como você avalia essas instalações? Tem vantagens, desvantagens, impactos?</li> <li>3. Vocês do comitê já fizeram algum movimento a favor ou contra as (PCHs)? Se for afirmativo, relate um pouco.</li> <li>4. Quais as expectativas para o futuro de nossa região sobre a água e as instalações das usinas hidrelétricas?</li> </ol>

Fonte: Elaborado pela autora (2016)

Como intuito de aprofundar o estudo e entender o que a população de Santa Rosa de Lima pensa e entende sobre as (PCHs) entrevistei alguns moradores de diversas profissões, pessoas que foram atingidas pelas construções e outras que não foram atingidas diretamente, para compreender o que pensam a respeito da instalação das usinas no município. Para a realização das entrevistas semiestruturada, fui à casa dos moradores, apresentei as questões em forma de uma conversa. Para conversar com os estudantes fui ao colégio e na hora do intervalo das aulas fiz as entrevistas, gravando-as. Para entrevistar comerciantes fui a uma loja de vestuário e ao mercado, gravando a conversa. Todas as entrevistas que foram gravadas foram transcritas. A professora de Física preferiu responder as questões por email. Além disso, procurei um representante do Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão e Complexo Lagunar, para dar seu parecer sobre o Rio Braço do Norte, buscando entender melhor sobre o seu trabalho perante as (PCHs). O Comitê trabalha com sistema de informação de recursos hídricos do Estado de Santa Catarina, criado em 1997 e vinculado ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH. Localiza-se na Região Sul de Santa Catarina. Sua criação foi o resultado de um processo de mobilização social ancorado na conscientização a respeito da poluição das águas da bacia, deflagrada em 1996, pela AMUREL em conjunto com outras entidades e agentes da sociedade. Comitê Tubarão – é um órgão consultivo e deliberativo de nível regional. O seu âmbito de atuação é a Região Hidrográfica RH9 do Estado de Santa Catarina. (Fonte, funcionário do Comitê da Bacia do Rio Tubarão e Complexo Lagunar, 2016).

Destaca-se que, para resguardar a identidade dos sujeitos da pesquisa, os comerciantes serão identificados neste trabalho como C1 e C2, a professora será identificada como P1, os estudantes como E1, E2, E3, E4, ER<sup>5</sup>, os agricultores como A1 e A2, o representante Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão e Complexo Lagunar como B1.

Com a análise documental buscamos mais dados acerca da implantação das (PCHs). “A análise documental constitui numa técnica valiosa de abordagem de dados qualitativos seja complementando as informações obtidas por outras técnicas seja desvelando aspectos novos de um sistema ou problema” (LUDKE, ANDRÉ, 1986, p.38).

---

<sup>5</sup> Estudante Egressa- Terminou no ano de 2015 o Ensino Médio, no Colégio Professor Aldo Câmara de Santa Rosa de Lima, SC.

Segundo Cully (1981), apud Ludke e André (1986, p.38), “análise documental busca identificar informações factuais nos documentos a partir de questões ou hipóteses de interesse”. Nesta pesquisa, foram considerados documentos relativos à implantação das (PCHs) no município de Santa Rosa de Lima, como relatórios de impactos ambientais e atas de reuniões, cedidos pelo Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão e Complexo Lagunar.



### **3. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

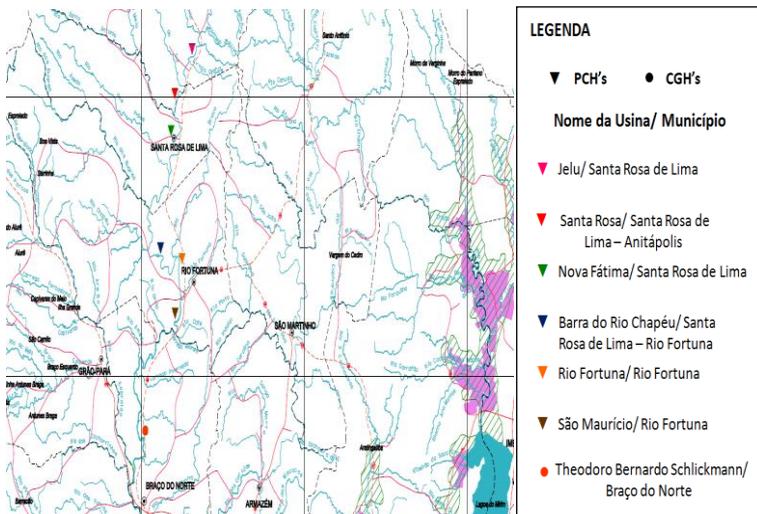
Com base nos dados empíricos obtidos com a presente investigação, apresento a seguir, como se deu o processo de implantação das Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) no município de Santa Rosa de Lima, as compreensões da comunidade acerca dessas instalações e como acontece a abordagem de questões relativas aos conteúdos que tratam sobre produção de energia no ensino médio. Por fim, apresento uma proposta de ensino para a abordagem do tema em sala de aula.

#### **3.1 INSTALAÇÕES DAS PCHS EM SANTA ROSA DE LIMA**

O município de Santa Rosa de Lima situa-se nas Encostas da Serra Geral, no Sul de Santa Catarina, tem cerca de dois mil habitantes e sua economia é baseada, predominantemente, na agricultura e na pecuária, desenvolvidas em pequenas propriedades.

Há várias instalações de PCHs no rio Braço do Norte e estes empreendimentos têm causado bastante discussão sobre os impactos que estão provocando no rio e na natureza ao redor do rio que corta os municípios de Anitápolis, Santa Rosa de Lima, Rio Fortuna e Braço do Norte. A devastação da mata nativa é nítida, assim como o desvio do eixo original do rio e sua vazão.

Figura 1: Percurso do Rio Braço do Norte passando pelos municípios da Encosta da Serra Geral.



Foram instaladas ao total no Rio Braço do Norte uma CGH (Central Geração Hídrica), pertencente ao município de Braço do Norte, implantada na década de 60 e sete (PCHs) foram inseridas a partir do ano de 2000, sendo uma no município de Anitápolis, denominada de Jelú, três em Santa Rosa de Lima, com o nome de Santa Rosa, Nova Fátima e Barra do Rio Chapéu e duas no município de Rio Fortuna, chamadas de PCH Rio Fortuna e São Maurício.

Com relação à vazão de água, ou seja, o volume de água que passa pela PCH em uma unidade de tempo, o Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão e Complexo Lagunar define que:

- Vazão total é a vazão nominal, ou seja, a vazão para operar na capacidade máxima da usina;
- Vazão mínima é a menor capacidade de água que uma máquina precisa para continuar operando;
- Vazão remanescente é a vazão sanitária obrigatória estabelecida pelo órgão da FATMA<sup>6</sup>.

<sup>6</sup> É o órgão ambiental da esfera estadual do Governo de Santa Catarina. Atua com uma sede administrativa, localizada em Florianópolis, e 16 coordenadorias regionais e um Posto Avançado de controle Ambiental, PACAM, no Estado. Fonte: [www.fatma.sc.gov.br/conteudo/o-que-e](http://www.fatma.sc.gov.br/conteudo/o-que-e)

- A vazão de usos consultivos é estabelecida pela SDS (Órgão expedidor do Estado) nos direitos de outorga de uso dos recursos hídricos de cada central<sup>7</sup>.

### 3.1.1 PCH Santa Rosa

A usina Santa Rosa, de propriedade da *Prospecta energia e consultoria*, tem uma potência de 6,5 Megawatts (MW) e opera com duas turbinas. A vazão total é de 15,600 m<sup>3</sup>/s, a vazão mínima é de 3,900 m<sup>3</sup>/s, a vazão remanescente é de 0,830 m<sup>3</sup>/s e a vazão de usos consultivos é de 1,300 m<sup>3</sup>/s.

Figura 2: localização da (PCH) Santa Rosa.



A (PCH) Santa Rosa está localizada no Rio do Braço do Norte, afluente do Rio Tubarão, situada entre os municípios de Santa Rosa de Lima e Anitápolis. As obras da (PCH) Santa Rosa consistem da construção de uma estrutura de barramento em concreto, um sistema de adução formado pela tomada d'água, seguido pela tubulação adutora e conduto forçado bifurcado na chegada à casa de força. A obra permite a geração de 594,6MWH de energia média anual. Leva este nome por ser

<sup>7</sup> Fonte: <http://www.significados.com.br/orgao-expedidor/>

implantada no município chamado Santa Rosa de lima, e atualmente, a organização emprega três pessoas (modelado).

### 3.1.2 PCH Nova Fátima

A usina Nova Fátima, de propriedade da *Geradora de Energia Nova Fátima S.A.*, tem uma potência de 4,100 MW e opera com duas turbinas. A vazão total é de 26,540 m<sup>3</sup>/s, a vazão mínima é de 6,640 m<sup>3</sup>/s, a vazão remanescente é de 1,400 m<sup>3</sup>/s e a vazão de usos consultivos é de 2,630 m<sup>3</sup>/s.

Figura 3: Localização da usina Nova Fátima<sup>8</sup>.

#### ▼ Nova Fátima



A empresa contém uma barragem de concreto, duas turbinas tipo Francis, rotor duplo, eixo horizontal, modelo FH115D e seus agregados, dois canos de adução. Atualmente, a organização emprega 11 pessoas (modelado). Isso significa que a Geradora de Energia Nova Fátima S.A. apresenta um número de empregados maior que o considerado normal para uma empresa desse setor.

---

<sup>8</sup>Fonte:<http://www.construtorafraga.com.br/obras/pch-nova-fatima4><http://www.eletrosul.gov.br/files/files/sala-deimprensa/Publica%C3%A7%C3%B5es/Eletrosul%20Agora%20-%20n%C2%BA%20115%20-%20Fevereiro.pdf>.

### 3.1.3 PCH Barra do Rio Chapéu

A usina Barra do Rio Chapéu, de propriedade da *Eletrosul Centrais Elétricas S.A*, tem uma potência de 15,150 MW e opera com duas turbinas. A vazão total é de 31,920 m<sup>3</sup>/s, a vazão mínima é de 8,200 m<sup>3</sup>/s, a vazão remanescente é de 1,480m<sup>3</sup>/s e a vazão de usos consultivos é de 2,586 m<sup>3</sup>/s.

Figura 4: Localização da usina Barra do Chapéu.

#### ▼ Barra do Rio Chapéu



A (PCH) Barra do Rio Chapéu aproveitou o relevo acentuado da região para obter mais eficiência energética com um reservatório menor, reduzindo o impacto ambiental. Represada por uma barragem a fio d'água de 107 metros de comprimento e 17 metros de altura, a água segue do vertedouro por um túnel de 3,5 mil metros de extensão e 4,5 metros de diâmetro. A (PCH) Barra do Rio Chapéu leva o mesmo nome de uma comunidade rural vizinha à casa de força e próxima à foz do rio Chapéu. Sua construção proporcionou a geração de aproximadamente 520 empregos, no processo de construção, e movimentou a economia regional, destacando-se como a maior de todas as (PCHs) da região.

### 3.1.4 Impactos das (PCHs) em Santa Rosa de Lima

Uma PCH típica costuma trabalhar a fio d'água, ou seja, a água passa pelo canal de adução e onde a barragem não permite a regularização do fluxo d'água. Por isso, quando chove pouco, a vazão disponível pode ser menor que a capacidade das turbinas, causando oscilação da água. No caso de muita chuva, as vazões são maiores que a capacidade de absorção das máquinas, vertendo a água por cima da barragem e é esta barragem que desvia o curso do rio para o canal de adução, com a altura suficiente apenas para permitir a entrada de água no canal. O reservatório de uma PCH é pequeno, com pouca água armazenada, por isso menos impacto ambiental<sup>9</sup>.

A instalação das (PCHs) no Rio Braço do Norte, em Santa Rosa de Lima, gerou, contudo, alguns impactos ambientais, conforme mostram as imagens a seguir:

Figura 5: Foto 1 desvio do eixo original do rio e foto 2 impactos da construção da barragem:



Figura 6: Ponto turístico do Rio Braço do Norte antes e depois da instalação da (PCH) Santa Rosa.



Foto 5 e 6. Fonte: Acesse em:

<https://www.facebook.com/MovimentoAFavorDoRioBracoDoNorte/?fref=ts>

Na imagem da esquerda podemos observar o rio em seu percurso natural, com forte correnteza e um fluxo de água intensa, usada para modalidades de rafting, banhos de cachoeiras. Na imagem da direita, após a construção da barragem da PCH, observamos que a diminuição do fluxo de água ocasionou a diminuição da correnteza, água parada, imprópria para banho, pouca água para a modalidade do rafting.

Também é possível perceber, na figura 6, como o rio era antes da instalação das (PCHs) e como ficou depois a grande degradação ambiental e a diminuição do fluxo de água.

Em função dos impactos da instalação das (PCHs), a questão ambiental tem centralidade em Santa Rosa de Lima na atualidade e a construção das PCH pode ameaçar o esforço de muitas pessoas e organizações no desenvolvimento de alternativas mais sustentáveis para a população local. Assim, sendo este tema tão relevante, cabe buscar compreender como a escola o vem abordando e/ou como seria possível problematizar as questões referentes ao processo de produção de energia em sala de aula, enfocando tanto os pontos positivos quanto os pontos negativos relacionados às (PCHs) em Santa Rosa.

### 3.2 A VISÃO DA COMUNIDADE ACERCA DAS (PCHS)

A partir dos dados obtidos com as entrevistas é possível inferir que os sujeitos participantes da pesquisa compreendem que a instalação de usinas no município de Santa Rosa de Lima traz vantagens e desvantagens.

Entre as vantagens estão o fato do processo de construção das usinas movimentarem a economia local e contribuir para o embelezamento do rio, como afirma C1:

*“No meu ponto de vista trouxe benefícios, movimentou o comércio da cidade, moro praticamente em cima do rio e percebi que a água aumentou, ficou mais bonito”. (C1).*

C2 também concorda com que as instalações trouxeram desenvolvimento para o município, mas chama atenção para o fato de que há muitas usinas no rio:

*“acho superimportante para o desenvolvimento do município, porque sem energia não vivemos, só achei que foram muitas no rio”. (C2).*

Percebo que os comerciantes praticamente só veem vantagens nas instalações das (PCHs), no entanto, sabem dos impactos na natureza pelo fato de ter muitas no mesmo rio. Destacam também que trouxe bastantes lucros para o comércio no período de construção das mesmas.

Já para a estudante ER, que se formou no ensino médio no ano de 2015, as usinas têm suas vantagens e desvantagens, pois sua família foi atingida após o fechamento da barragem da PCH Barra do Rio Chapéu, conforme evidencia a fala seguinte:

*“Foi bom e ruim ao mesmo tempo as instalações das (PCHs), pois gerou empregos para algumas pessoas do município, ruim por ter danificado o meio ambiente. Onde moro quando chove a água passa por cima da estrada, impossibilitando a passagem, na época de construção “engenheiros” alegaram que seria impossível isso acontecer e aos poucos a água vai engolindo a estrada”. (ER).*

A imagem a seguir ilustra a entrada da casa de ER quando chove.

Figura 7: Foto 1 da estrada normal antes do fechamento da barragem, foto 2 estrada alagada e a foto 3 erosão que causou por devido ao alagamento



Fonte: Estudante regresso

Percebe-se nas figuras 7 e conforme o relato de ER, quando a água abaixa a estrada permanece toda danificada. Essa situação demonstra que a instalação da usina PCH Barra do Rio Chapéu está trazendo transtornos para a comunidade, pois, é evidente o dano ambiental causado.

Contudo, parece que as empresas que exploram os recursos hídricos do município estão cientes dos danos causados com as instalações das (PCHs), pois em reunião com o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão e Complexo Lagunar<sup>10</sup> os problemas ambientais estiverem em pauta, conforme mostra a ata sobre a última reunião da Câmara Técnica especializada em (PCH's):

*“Durante a tarde de ontem, dia 29 de outubro, representantes das Pequenas Centrais Hidroelétricas (PCHs) instaladas na região do Rio Braço do Norte se reuniram na ACIT juntamente com o Coordenador da Câmara Técnica Especializada em (PCHs) e do Grupo de Apoio Permanente a Gestão do Rio Tubarão e*

---

<sup>10</sup>O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão e Complexo Lagunar atua sobre o Rio Braço do Norte em áreas voltadas desde a Educação Ambiental até as Câmaras setoriais, com um trabalho de êxito na Câmara Técnica (CT) da Fosfateira de Anitápolis, assim como nas CT's de Suinocultura e Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), responsáveis por promover o diálogo entre as instituições envolvidas.

*Complexo Lagunar (GAPP), bem como com o Consultor do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão e Complexo Lagunar, para realizar uma reunião a cerca dos principais empreendimentos que se encontram em funcionamento na bacia atualmente.*

*Estiveram em pauta assuntos como os problemas ambientais gerados pelas centrais de energia devido ao barramento da água de forma inadequada em períodos de estiagem e o entupimento do tubo, que realiza a vazão sanitária, ocorrido na (PCH) Nova Fátima, assim como as dificuldades enfrentadas pelos empresários em época de constantes mudanças climáticas e as medidas assertivas a serem tomadas.*

*Uma breve apresentação foi realizada de forma interativa no transcorrer da reunião contendo dados como as vazões total, mínima e remanescente, potência máxima instalada, fotos e um mapa com a localização de cada (PCH) presente no Rio Braço do Norte, seguida de um intervalo de tempo aberto para discussões e questionamentos.*

*Ao final da reunião, ideias quanto a melhor divulgação dos trabalhos realizados em cada empreendimento para com a segurança do meio ambiente foram sugeridas, bem como a postagem semanal de notícias na Fan Page do GAPP para alimentar um fluxo de informações e atingir de maneira mais eficaz a população.” (Ata do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão e Complexo Lagunar que atua sobre o Rio Braço do Norte, 2015).*

O comitê tem um papel importante para a população de Santa Rosa de Lima e região, pois atua em defesa do nosso rio. É através dele que podemos fazer reclamações, denúncias de algo que está errado.

Há uma divisão de opiniões quando se trata de falar de vantagens e desvantagens das (PCHs). A população está dividida nas suas opiniões, no entanto, alguns moradores têm a concepção dos impactos, mas, por outro lado, sabem que não consegue viver sem energia, como explicita a fala de A1:

*“Sou a favor das instalações, mas acho errado que eles não deixam os peixes reproduzirem, o canal da piracema que se chama. Sou a favor desde que não tire a água da praça, as belezas naturais, são energias limpas que tem que se aproveitada. Já visitei duas (PCHs), achei que muita coisa que não precisava ter sido derrubado, madeiras de 100 anos, deixaram jogados, mas a estrutura é bem bolada, interessante para se conhecer. Uma empresa da PCH Nova Fátima não indenizou o meu terreno, está na justiça ainda para receber, não cumpre com a parte social, prometeram de fazer projetos sociais na comunidade e não aconteceu, gerou empregos, única coisa que trouxeram foram algumas mudas, palestras. Acho que não gera imposto pro município”.* (A1).

Ela destaca mais um problema que a construção da barragem causou no nosso rio, relacionado à dificuldade para a reprodução de peixes. Tem algumas espécies de peixes que, para reproduzir, precisam subir o rio e com as barragens fica impossível passar. A imagem abaixo ilustra como ficou o rio depois da barragem:

Figura 8: Rio Braço do Norte após a barragem.<sup>11</sup>



Percebemos que este pedaço do rio depois da barragem fica quase sem água e impossível do peixe se reproduzir. Este pedaço fica praticamente morto, o rio é desviado pelos condutos e por isso fica com pouca água, chamado desvio do eixo original do rio.

---

<sup>11</sup> Fonte: Foto tirada pelo movimento do Rio Braço do Norte

De forma semelhante, P1 também se mostra por um lado contra e por outro a favor:

*“Considerando que estas usinas foram instaladas em nosso município e que o município não teve benefício, só malefício causados pelo desvio de rios, mata ciliar sendo derrubadas para as represas e muitas outras causas, sou contra, mas pensando que estas usinas são umas das maneiras de produzir energia elétrica limpa sou a favor”.* (P1).

Com minha pesquisa percebo que alguns moradores de Santa Rosa de Lima não estão satisfeitos com o que tem ocorrido ao Rio Braço do Norte. O assunto tem gerado notícias em vários meios de comunicação, redes sociais, jornal, sites, rádios, dentre outros. Mobilizações foram feitas para tentar parar as instalações no rio, uma delas é a formação do “Movimento a favor do Rio Braço do Norte”, que se constitui em uma página no Facebook<sup>12</sup> com aproximadamente 1000 curtida, que tem como objetivo trazer reflexão e mobilização de alguns habitantes que não estão contentes com o que está ocorrendo no rio. Alguns integrantes do Grupo realizaram um festival de rafting, mobilização com cartazes e gravação de vídeos que contam na página do movimento, mostrando que o rio está sendo muito danificado, porque este esporte precisa de corredeiras, onde o rio era perfeito e que hoje já não é mais possível por causa da construção das barragens. O movimento recebeu apoio de pessoas de outros países que abraçaram a causa e lutam pela vida do Rio Braço do Norte.

O movimento destaca ainda a realização de um seminário, em abril de 2013, que teve como objetivo debater os impactos das PCH no rio Braço do Norte, além de reclamar para o órgão da FATMA um estudo global do rio, para saber os impactos causados pelo conjunto de PCH e também para que as empresas façam audiências públicas para pelo menos a população ficar sabendo quando irão acontecer novas instalações. O seminário contou com presença de moradores dos municípios de Anitápolis (SC), Florianópolis (SC), São Bonifácio (SC), Santa Rosa de Lima (SC), Rio Fortuna (SC), Braço do Norte (SC), Tubarão (SC), Orleans (SC), São Paulo (SP) e Cuiabá (MT).

Além disso, alguns pontos ainda são explorados pelo turismo. Na parte da barragem vem muitas pessoas para pescar, com anzóis, barcos e

---

tarrafas e pegam bastante peixe. Vem pessoas até mesmo de municípios vizinhos. Serve também para ponto turístico, tirar foto e passeio de barco. Um dono de uma pousada que está instalada perto da barragem usa como referência turística e fez uma tirolesa com visão do lago passando uma parte por cima dele.

### 3.3 O PROCESSO DE PRODUÇÃO DE ENERGIA E O ENSINO DE FÍSICA NA ESCOLA DE SANTA ROSA DE LIMA

Como a produção de energia por meio de (PCHs) faz parte da economia do município de Santa Rosa de Lima e causou vários impactos na fauna e flora, como destacadas anteriormente, considero importante investigar se e como essas questões são abordadas na escola, particularmente, pela professora de Física.

P1, ao ser questionada se trabalha o processo de produção e consumo de energia no ensino médio, afirmou que sim, pois:

*“Os conteúdos da 3ª Série do ensino médio na sua maioria trabalha com energia elétrica desde as usinas até os processos de Eletrostática, Eletrodinâmica e também o Eletromagnetismo, desta maneira não tem como fugir, devemos trabalhar as energias elétricas”. (P1).*

Dessa forma, é possível perceber que a professora justifica o estudo de questões relacionadas à produção de energia somente por que este é um conteúdo previsto na grade curricular do ensino médio. Ela não faz nenhuma referência ao fato de que temos três (PCHs) no município, o que sinaliza que questões relacionadas à realidade do município não são utilizadas para estudo. Esse tipo de abordagem, baseada somente no viés conceitual, é amplamente negado nos documentos oficiais (BRASIL, 2002; 2006), que defendem como discutidos anteriormente no referencial teórico, o estabelecimento de relações entre o mundo vivencial e os conteúdos escolares.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2002) a abordagem de aspectos relativos à produção de energia elétrica pode ser trabalhada em sala de aula a partir do Tema Estruturador “Equipamentos elétricos e telecomunicações”, o qual indica um caminho para o professor buscar uma aproximação dos conceitos físicos com a realidade do aluno, principalmente via estudo de aparelhos elétricos presentes no dia a dia dos estudantes.

Em termos metodológicos a professora privilegia o uso de simulação em sala de aula:

*“Gosto de utilizar o PhET com simuladores para os alunos terem uma noção de como acontece os processos, mas isso se torna um pouco difícil pois nos computadores da escola este tipo de simuladores não podem ser baixados, então tenho no meu computador e demonstro para eles”. (P1).*

O uso de experimentação em sala de aula, seja em laboratório ou em simuladores, é amplamente defendido nos PCN+ (BRASIL, 2002). Esse tipo de abordagem contribuiu para que o aluno tenha uma maior compreensão dos fenômenos e conceitos científicos estudados em sala de aula. Contudo, além das simulações, a contextualização a partir de problemas locais é fundamental para a potencialização do ensino e da aprendizagem de Ciências/Física, conforme argumentam Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2007).

Assim, o processo de ensino e aprendizagem de Ciências/Física poderia ser potencializado a partir da abordagem da instalação das (PCHs) no município de Santa Rosa de Lima. E1, por exemplo, explicita:

*“Não sei como funciona e se fabrica uma energia, sei que passa água por um tubo, vai à usina, passa pela calha e vira energia, não sei direito. Nunca visitei, mas tenho curiosidade de conhecer”. (E1).*

Percebo que no ensino médio são trabalhados vários conceitos relacionados à produção de energia, mas mesmo com tantas (PCHs) próximas a escola não se trabalha em parceria, usando o espaço da (PCH) como objeto de estudo, relacionando o contexto dos alunos e a conceituação científica a ser estudada em sala de aula. Uma visita a ela poderia contribuir para um melhor entendimento dos estudantes, pois possibilitaria fazer uma aula diferenciada, articulando o conhecimento científico com a sua própria realidade, em sintonia com as proposições presentes nos documentos oficiais (BRASIL, 2002) e também em uma perspectiva dialógica e problematizadora, como defendem Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2007).

Apesar de não explorar a temática das (PCHs) instaladas em Santa Rosa de Lima em sala de aula, a professora de Física reconhece o seu potencial para o ensino de Física:

*“Os processos de eletrização começam nas usinas. Temos que trabalhar com dois temas, com a importância da produção de energias elétricas, e também com os problemas ambientais causados com as construções destas usinas colocando todos os malefícios e benefícios”.* (P1).

Além da contextualização dos conhecimentos físicos, a abordagem de questões relacionadas a implantação das (PCHs) no município de Santa Rosa de Lima também permitem o desenvolvimento de um processo de ensino e aprendizagem voltado para a conscientização acerca dos impactos no município, em sintonia com as ideias de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2007). Essa maior conscientização dos estudantes pode lhes dar condições de avaliar a instalação de tantas usinas no rio Braço do Norte, possibilitando maior capacidade de se posicionar frente à exploração dos recursos naturais, pois como argumentam os parâmetros curriculares nacionais para o ensino de Física (BRASIL, 2002, 2006), o que é ensinado na escola tem que contribuir para o aluno melhor entender, intervir e transformar sua realidade.

Portanto, é possível sinalizar que ao mesmo tempo em que a professora diz que os conteúdos da 3ª Série do ensino médio na sua maioria enfocam a energia elétrica, desde as usinas até os processos de Eletrostática, Eletrodinâmica e também o Eletromagnetismo, não sendo possível deixar de trabalhá-los, ela nunca teve oportunidade de fazer uma visita com os alunos uma PCH. Por isso, talvez a relação entre a instalação e funcionamento das (PCHs) e os conteúdos passados em sala de aula passe despercebida pelos alunos. Mas se os conceitos físicos forem trabalhados a partir de uma situação real, a exemplo das (PCHs), eles possam ver como os conteúdos fazem parte do seu dia a dia e é importante na sua vida, o que acabará prendendo a atenção e motivando o interesse em aprender Ciências/Física.

Outra possibilidade de abordar os conceitos físicos relacionados a energia elétrica seria analisando o gasto de energia dos eletrodomésticos usados na casa dos estudantes, por exemplo. Percebi nas entrevistas que os estudantes estão bastante preocupados com os impactos ambientais causados pelas (PCHs), no entanto, se perguntarmos se eles fazem alguma coisa para economizar energia, as respostas são, geralmente, negativas. Não fazem ideia de como se calcula o gasto de um chuveiro ou de uma lâmpada, por exemplo. Se discutirmos e analisarmos o gasto de energia de cada equipamento e compreendermos como realizar o cálculo para obter o valor desse gasto, em sala de aula poderemos

contribuir para fazê-los pensar o que cada pessoa gasta em um banho demorado e o que é preciso produzir de energia para o consumo de uma casa. E, tendo consciência disso, talvez passem a economizar, o que poderia acarretar em menos instalações de usinas hidrelétricas e menos impactos ambientais.

### 3.4 PROPOSTA DE ENSINO

Com base do que observei nos relatos dos moradores, estudantes e professora, temos várias contradições nas falas de ambos, pois os mesmos entendem que a instalação das (PCHs) trouxe tanto benefícios para o município, como movimentação da comércio/economia, maior produção de peixe onde tem a barragem e geração de empregos, quanto impactos negativos, como destruição de pontos turísticos, alagamento de estradas, mortandade de peixe no fechamento da barragem e destruição da mata ciliar.

Em relação à geração de empregos, de modo particular, os benefícios foram maiores no processo de construção das usinas, pois gerou centenas de ocupações diretas e indiretas. Grande parte das pessoas empregadas veio de outros municípios, o que não deixou de gerar movimentação na economia local. Contudo, atualmente, no funcionamento das usinas o número de pessoas empregadas não é tão significativo quanto no momento da construção.

Considerando isso, o tema “Pequenas Centrais Hidrelétricas em Santa Rosa de Lima” tem potencial para configurar um Tema Gerador na perspectiva da Abordagem Temática Freireana. A abordagem desse tema permitiria problematizar, entre outros aspectos: (i) os impactos ambientais causados pela instalação das (PCHs); (ii) a influência efetiva da instalação das usinas na economia local e na geração de empregos a longo prazo; (iii) as etapas envolvidas no processo de produção de energia a partir das hidrelétricas; (iv) a importância de se economizar energia elétrica; (v) outras alternativas para a produção de energia a partir de fontes renováveis no Brasil e, particularmente, na região de Santa Rosa de Lima.

Por isso, apresento a seguir uma proposta de ensino para a abordagem do tema “Pequenas Centrais Hidrelétricas em Santa Rosa de Lima” a partir dos Três Momentos Pedagógicos (DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO, 2007). Ressalto que embora o tema possa ser explorado de modo interdisciplinar, neste trabalho, o enfoque se deu nas contribuições do tema para o ensino de Física no ensino médio.

## Tema

“Pequenas Centrais Hidrelétricas em Santa Rosa de Lima”.

### *Problematização inicial*

A problematização inicial abará dois momentos: discussão em sala de aula e visita a campo.

**Questões em sala. Essas questões serão respondidas individualmente e após serão discutidas no grande grupo.**

1. O que você entende por energia? Em que situações do cotidiano você utiliza energia?
2. De onde ela vem? De que forma é produzida a energia que você utiliza no dia a dia?
3. Você conhece alguma pequena central hidrelétrica? Qual a sua opinião sobre as (PCHs) instaladas em Santa Rosa de Lima?
4. A produção de energia elétrica gera algum impacto no ambiente, em especial em Santa Rosa de Lima? Qual?
5. Como podemos economizar energia elétrica?

Socializar e fazer uma ligação com o que irão observar na visita a campo.

### **Visita a campo:**

Realizar uma visita a uma pequena central hidrelétrica. Roteiro:

Formar grupos de quatro pessoas, cada um fará uma questão para as pessoas que trabalham na (PCH), fazer um relatório ou cartazes com as fotos tiradas, socializar com os colegas de sala.

- 1- Quais foram os primeiros procedimentos adotados para construção da Usina? Houve área alagada? Em caso de alagamento, que área? Que providências foram tomadas com o ambiente?
2. Quais as etapas envolvidas no processo de geração da energia elétrica em uma (PCH)?
3. Qual a potência gerada na (PCH)?
4. Quanto foi o investimento na obra?
5. Para onde vai a energia gerada? A energia gerada retorna para Santa Rosa de Lima?
6. Observe e registre os dados acerca da vazão de água, da queda bruta, dimensões da barragem.
7. Quantas turbinas estão ativas? Qual sua velocidade de rotação?
8. Quais são as principais partes que compõem a turbina? Do que é formado o estator e o rotor? Qual sua posição?

9. Onde se encontra o elemento que cria o campo magnético? De onde provém a corrente elétrica que gera o campo magnético dos eletroímãs?
10. Onde é induzida a f.e.m (força eletromotriz) no rotor ou no estator? Como isso acontece?
11. Qual é a tensão de geração?
12. O que é feito com essa tensão antes de “enviá-la” para a rede de alta tensão?
13. A tensão é transmitida em corrente contínua ou alternada? Qual o valor da tensão transmitida?
14. Quando baixa o nível da água que procedimentos são adotados?
15. O que a (PCH) paga para o município com a instalação da usina?
16. Quantos empregos a (PCH) gerou no momento de sua construção? Quantas pessoas empregam atualmente?

### ***Organização do conhecimento***

**Atividade 1:** Representar em grupos de 3 pessoas através de um desenho ou de uma maquete todas as partes da usina e os processos envolvidos na produção de energia observada na visita a campo:

#### *1. Tomada d' água:*

**Barragem:** tipo soleira livre onde não há controle de vazão, feita de concreto.

**Vazão sanitária:** abertura na barragem para vazão de 2,3m<sup>3</sup>/s sem controle de vazão para manter leito do rio.

**Lago:** formado pela barragem para captação da água usada na geração de energia elétrica.

**Canal de adução:** captação da água, local por onde é desviada a água do lago para chegar a casa de força.

**Túnel:** escavado em rocha, ligação da casa de força ao canal de adução.

**Chaminé de equilíbrio:** construção em concreto para aliviar as pressões no túnel.

#### *2. Casa de força:*

**Conduto forçado:** na (PCH) são 2 condutos um para cada unidade geradora, é a ligação entre o chaminé de equilíbrio e a casa de força, por onde passa a água.

**Casa de força:** local onde estão abrigados os equipamentos elétricos e mecânicos da Usina.

#### *3. Jusante*

**Canal de fuga:** interligação de passagem de água depois das turbinas até o leito normal do rio.

#### *4. Subestação e linha de transmissão*

Local que eleva a tensão de geração e transmite a energia gerada na (PCH) para os pontos de consumo.

A partir do desenho ou da maquete dos alunos que socializarão aos colegas de classe, é possível explorar os conceitos científicos envolvidos em cada etapa do processo de produção de energia: energia potencial, energia cinética, energia mecânica, energia elétrica, potência elétrica, geradores, transformadores, corrente elétrica (contínua, alternada), diferença de potencial (tensão), força elétrica, campo magnético, campo elétrico.

**Atividade 2:** Leitura do artigo de jornal “Os contrastes do rio Braço do Norte” (Anexo1) publicado no jornal Folha do Vale, disponível no link: <http://www.folhaojournal.com.br/os-contrastes-do-rio-braco-do-norte>.

A partir da leitura do texto que será feita em pequenos grupos, destacar o que mais chamou a atenção e discutir, entre outros aspectos:

- Impactos Ambientais com a implantação das (PCHs);
- O rio seco e a mortandade de peixe;
- Vazão sanitária
- Potência, área alagada, capacidade de água, fauna e flora.

**Atividade 3:** Relacionar os impactos causados por uma grande usina, como Belo Monte, com os impactos causados por (PCH), a exemplo da usina Barra do Rio Chapéu (maior de Santa Rosa de Lima). Trazer cópias impressas e fazer a leitura do texto “Usina de Belo Monte” (Anexo 2).Disponível no link:

<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/usina-belo-monte.htm>.

**Atividade 4:** Assistir o documentário que aborda os impactos da instalação da usina de Belo Monte (07:25 minutos), levantar questões relevantes, fazer uma página de facebook ou um blog, para que a escola e a comunidade possa opinar e acompanhar o trabalho ,filme disponível no link:

<https://www.youtube.com/watch?v=YGL9k5Zpp1w>.

A partir da visita a (PCH) de Santa Rosa de Lima, da leitura dos textos sugeridos e do documentário, é possível:

- discutir se os impactos de uma (PCH) são os mesmos de uma grande usina;
- comparar alguns dados de Belo Monte com a (PCH) Barra do Rio Chapéu (PCH) de Santa Rosa de Lima: potência, área alagada, chegada de imigrantes para a obra, entre outros.
- comparar os investimentos nas obras de cada uma das (PCHs) construídas;

- comparar os impactos sociais causados por uma grande usina e uma PCH;
- avaliar se o número de empregos gerados e a energia fornecida compensam os impactos causados pela instalação das usinas.

### ***Aplicação do conhecimento***

**Atividade 1:** Análise da conta de energia elétrica. Com essa atividade é possível analisar do que se compõe e como se faz o cálculo do custo da energia elétrica fornecida pelas usinas para as residências dos alunos.

Solicitar aos alunos que tragam:

- a) a conta de energia de suas residências;
- b) a relação dos principais equipamentos elétricos utilizados no dia a dia, identificando a potência e a tempo de uso dos mesmos, conforme quadro 6 abaixo:

Tabela 3. : Relação de equipamentos

Equipamento	Potência (W)	Tempo de funcionamento na semana em horas	Potência x Tempo em Watt-hora
Chuveiro			
Micro-ondas			
Televisão			
Computador			
Lâmpadas			
Celular			
Cerca elétrica			
Picador de trato			

A partir da conta de energia elétrica podem ser explorados os seguintes aspectos:

- a) Valor do quilowatt hora;
- b) O consumo do mês;
- c) O imposto cobrado;
- d) Multa por atraso;
- e) Taxas;
- f) Comparação entre o valor do quilowatt hora da área rural e da área urbana.

Com os dados do quadro 3 é possível calcular o consumo de energia de cada um dos aparelhos elétricos utilizados nas residências/propriedades dos alunos. Com isso, pode-se calcular o custo de cada equipamento elétrico no mês e pensar estratégias para a economia de energia elétrica tanto em casa quanto na escola. É possível

discutir, ainda, que fatores influenciam na quantidade de energia que utilizamos em casa. Podemos ver que a quantidade de energia necessária está diretamente relacionada com a potência do aparelho que está ligado e do tempo de uso desse aparelho.

**Atividade 2:** Há outras formas de se produzir energia a partir de fontes renováveis? Solicitar aos alunos que pesquisem outras possibilidades viáveis para o Brasil, em especial para o seu município e região, para a produção de energia. Comparar os impactos com os da hidrelétrica.

Além desses encaminhamentos sugeridos nesta proposta de ensino, podem ser realizadas ainda atividades experimentais (BONADIMAN, 1997), simulações a exemplo das disponíveis no site Phet Colorado<sup>13</sup>, júri simulado, entre outras. Em um trabalho na perspectiva interdisciplinar a Biologia e Química poderiam aprofundar aspectos relacionados aos impactos ambientais e a Matemática poderia contribuir para um melhor entendimento dos cálculos do consumo de energia e análise de dados estatísticos acerca da instalação de hidrelétricas no Brasil.

---

<sup>13</sup>[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/](https://phet.colorado.edu/pt_BR/)



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como principal objetivo investigar as potencialidades da temática “Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) no município de Santa Rosa de Lima (SC)” para o ensino de Ciências/Física e apresentar uma proposta de ensino, pautada em uma perspectiva dialógica e problematizadora. As entrevistas realizadas evidenciaram que o tema é significativo para o contexto das escolas de Santa Rosa de Lima, pois a comunidade apresenta diferentes visões sobre as usinas e os estudantes mostram o interesse de fazer uma visita e conhecer como funciona uma (PCH).

Em relação às compreensões dos alunos e da comunidade, foi possível perceber que ambos estão divididos em suas opiniões em relação às instalações das usinas, relatam aspectos positivos e negativos, como por exemplo, geração de emprego e destruição das matas nativas e mortandade de peixe.

No que diz respeito ao ensino de Física em Santa Rosa de Lima, no ensino médio, a professora comentou que conteúdos são trabalhados sobre energia, no entanto, não teve a oportunidade de levar os alunos a fazer uma visita na hidrelétrica. Dessa forma, o potencial pedagógico das usinas instaladas no município ainda não configurou objeto de estudo na escola.

A investigação mostrou ainda que vários aspectos podem ser discutidos em sala de aula a partir da temática “Pequenas Centrais Hidrelétricas em Santa Rosa de Lima”, a exemplo de impactos ambientais, econômicos, cálculos de gasto de energia dos eletrodomésticos da casa do estudante, da conta de luz, energia cinética, energia potencial, energia mecânica, potência, entre outros. O tema permite desse modo, o estabelecimento de um diálogo entre a realidade dos alunos e os conceitos científicos, tal como defendem Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2007) e Torres e Maestrelli (2011). Isso está em consonância com o que se busca com as discussões acerca da Educação do Campo (BRASIL, 2004).

Tendo por base os dados que obtive com as entrevistas, elaborei uma proposta de ensino que pode contribuir para os docentes trabalharem com o tema que faz parte da realidade dos estudantes de Santa Rosa de Lima pelo fato de possuir três (PCHs) bem perto da escola e por essa temática se mostrar potencialmente viável para a discussão de questões que não se limitam aos conceitos científicos, podendo englobar também questões socioambientais mais amplas e

aspectos relacionados com as alternativas renováveis para a produção de energia elétrica no Brasil.

Entretanto, para que os professores das escolas possam desenvolver propostas de ensino que visam a contextualização e a abordagem de problemas da comunidade é importante a promoção de formação continuada, em uma perspectiva que valorize as ações dos docentes e a própria escola como espaço de formação.

Como perspectiva de continuidade do trabalho seria interessante a implementação e análise da proposta de ensino em sala de aula para pensar um mestrado sobre energias, aprofundando as potencialidades que podem ser trabalhadas a partir das (PCHs.)

## REFERÊNCIAS

BONADIMAN, H. **Eletricidade** – um ensino experimental. Ijuí: Editora Unijuí, 1997.

BORGA, M.; SANTOS, J. F.; PROCHNOW, T. R.; FARIAS, M.E. Um relato de experiência - Pesquisando sobre energia hídrica. In: **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Águas de Lindóia (SP), 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. **PCN+ Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros curriculares Nacionais** – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEMT, 2002.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação e do Desporto. **Referências para uma política nacional de Educação do Campo**: Caderno Subsídios. Brasília: Secretaria de Educação Média e Tecnológica/Grupo Permanente de Trabalho de Educação do Campo, 2004. p. 48.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2006.

BRICK, E.M.; PERNAMBUCO, M. M.C.A.; SILVA, A.F.G.; DELIZOICOV, D. Paulo Freire: interfaces entre Ensino de Ciências Naturais e Educação do Campo. Org. MOLINA, M.C. **Licenciaturas em Educação do Campo e o ensino de Ciências Naturais**: desafios à promoção do Trabalho Docente Interdisciplinar. Brasília: MDA, 2014, p.23-60.

CALDART, R. S. Por uma Educação do Campo: traços de uma identidade em construção. In: KOLLING, J. E.; CERIOLI, P. R.; CALDART, R.S. **Educação do Campo**: identidade e políticas públicas. Brasília: DF, 2002.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J.A.; PERNAMBUCO, M.C.A. **Ensino de Ciências**: Fundamentos e Métodos. São Paulo: Cortez, 2007.

DELIZOICOV, D. Problemas e Problematizações. In: Maurício Pietrocola (Org.). **Ensino de Física** - conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001, p. 125-150.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

LINDEMANN, R. H. **Ensino de química em escolas do campo com proposta agroecológica**: contribuições do referencial freireano de educação. Tese de Doutorado em Educação Científica e Tecnológica - Universidade Federal de Santa Catarina, 2010.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M.E.D.A. **Pesquisa em Educação**: Abordagens Qualitativas. São Paulo: Ed. Pedagógica e Universitária - EPU EPU, 1986.

SANTOS, J. R. DA EDUCAÇÃO RURAL À EDUCAÇÃO DO CAMPO: um enfoque sobre as classes multisseriadas. In: **IV Colóquio Internacional Educação e Contemporaneidade**. Laranjeiras/SE, 2010.

TORRES, J. R.; MAESTRELLI, S. R. P. Os contextos e abordagens do termo "tema gerador" na pesquisa e ação em educação ambiental escolar no período entre 1997 e 2009. In: **Atas do VI Encontro de Pesquisa em Educação Ambiental**. Ribeirão Preto - SP, 2011.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Licenciatura em Educação do Campo** – Área Ciências da Natureza e Matemática. Projeto Político e Pedagógico. Florianópolis, 2012.

APÊNDICE APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE  
E ESCLARECIDO (TCLE)



UNIVERSIDADE FEDERAL  
DE SANTA CATARINA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE EDUCAÇÃO (CED)  
DEPARTAMENTO DE METODOLOGIA DE ENSINO (MEN)

**Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE)**

Venho, por meio deste, solicitar seu consentimento e a sua autorização para a utilização das informações fornecidas por meio das entrevistas para fins de pesquisa vinculada ao projeto de Conclusão de Curso “O POTENCIAL PEDAGÓGICO DAS PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS (PCHs) PARA O ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO”. A referida pesquisa será realizada por mim, Clarice Heidemann Feldhaus, sob orientação da professora Karine Raquiel Halmenschlager.

A pesquisa está sendo conduzida com o objetivo de buscar dados para a apresentação e discussão de uma proposta de ensino, pautada em uma perspectiva dialógica e problematizadora, para a abordagem de questões relativas à implantação de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) no município de Santa Rosa de Lima.

Qualquer dúvida em relação à pesquisa poderá ser esclarecida a qualquer momento durante a pesquisa, podendo o participante recusar ou retirar o consentimento, por meio de email (clarice.hf@hotmail.com) ou de telefone (48 9694 6334).

Eu, \_\_\_\_\_ RG: \_\_\_\_\_

CPF: \_\_\_\_\_ declaro que autorizo a  
utilização, na íntegra ou em partes, dos dados fornecidos.  
Santa Rosa de Lima, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2016.

\_\_\_\_\_  
Assinatura



## ANEXO 1 – ARTIGO “OS CONTRASTES DO RIO BRAÇO DO NORTE”



Quinta-feira 06 de dezembro, 9h30min, envolvidos pela preocupação de qual a real situação que se encontra o rio Braço do Norte, devido aos baixos níveis de água, a equipe de reportagem da Folha seguiu com os jornalistas Daiane Fernandes e Fernando Silva para uma missão: mostrar os contrastes do manancial natural. Com pouco mais de 37 quilômetros de percurso, que deveriam ser feitos, normalmente em 40 minutos, levamos mais de três horas de ida e volta, entre Braço do Norte e Santa Rosa de Lima – segunda cidade onde o rio desemboca após nascer em Anitápolis. Isso, para mostrar, de vários pontos qual é a realidade do rio que faz parte da bacia do rio Tubarão.

Nos últimos dias, relatos de moradores dos arredores de Braço do Norte, Rio Fortuna e Santa Rosa de Lima demonstraram, através de fotos e depoimentos, as modificações que o rio está sofrendo. Entre os fatores observados estão às mudanças climáticas – devido à estiagem e os dias de temperaturas elevadas e a influência das Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) ao longo do trajeto. Acompanhe no mapa qual a real situação do rio Braço do Norte e seus contrastes.

“Nunca vi o rio tão baixo”, fala Salésio Schlikmann

Primeira parada: comunidade de Represa, Braço do Norte. Ao longo da rodovia, costeando o rio Braço do Norte já se pode observar as mudanças no manancial. Dos fundos de sua casa, em local um tanto íngreme, o aposentado Salésio Schlikmann (foto acima), 62 anos, nos leva até uma visão “mais privilegiada do rio”. De lá, olhando para o rio como quem não quer acreditar no que está presenciado, o braçonortense conta que o nível está bem abaixo do que costumava observar.

“Moro neste lugar há 12 anos e mesmo sem entendimento técnico posso falar, com certeza, que o rio está sofrendo. E este sofrimento é devido à seca que ele está passando. Antes, não era possível ver sequer uma

pedra. Agora elas se sobressaem e tomam conta da paisagem”, desabafa o morador.

Com muito barro na água, Salésio dispara: “Isso está acontecendo por causa das PCHs. Eles trancam tudo lá em cima (referindo-se a Santa Rosa de Lima) e a gente sofre aqui”, fala o aposentado. Logo mais à frente, percorrendo o trajeto, seguimos para o bairro São Maurício, na divisa entre os municípios de Braço do Norte e Rio Fortuna. Caminhando por alguns minutos, após passar por uma ponte pênsil nos deparamos com a mesma situação: o rio está bem abaixo do normal e não é difícil ver as pedras e areia.

Abundância de peixes e nado são situações do passado

Deixando Braço do Norte para trás, seguimos para Rio Fortuna, na esperança de encontrar o rio de uma forma diferente, ou seja, com maior volume de água. Lá, nos deparamos com a dona de casa Zenita Moreira. Há 38 anos, ela e sua família possuem casa às margens do rio e, assim como Salésio, Zenita nunca viu o nível do manancial tão baixo.

“Há tempos atrás, meu marido pegava uma tarrafa e, com água pelo pescoço, garantia nosso jantar com os peixes retirados destas águas. Agora, em dias não muito distantes, neste mesmo local, podemos atravessar o rio de chinelos, sem que os pés sejam molhados”, destaca a dona de casa.

Mais à frente, percorrendo uma trilha, em alguns minutos, o senhor de cabelos brancos, com mais de 80 anos, nos leva onde antes, era um ponto de banhistas. “É um crime o que estão fazendo com o rio Braço do Norte. Moro neste local há mais de 50 anos e antes atravessa o rio a nado. Agora, com ele tão baixo, a água bate em minha canela”, menciona Lourenço Schuelter (foto abaixo).

Para Lourenço, o rio Braço do Norte, nesta última semana que a PCH Barra do Rio Chapéu abasteceu seu reservatório pela primeira vez, teve uma baixa de pelo menos dois metros. “Não precisa ser entendido para ver que o rio está fora da normalidade”, contesta o morador.

Águas represadas durante 44 horas

Já em Santa Rosa de Lima, mais precisamente na comunidade de Nova Fátima, chegamos à sede da Eletrosul, que constrói Pequena Central Hidrelétrica (PCH) Barra do Rio Chapéu. Três dias antes de nossa visita, ou segunda-feira, 03 de dezembro, os reservatórios da PCH começaram a ser enchidos e o que era para acontecer em 22 horas, levou o dobro. Durante 44 horas, o reservatório da PCH Barra do Rio Chapéu, que fica a 195 metros acima do nível do mar foi tomado por pouco mais de 2,1 bilhões de litros de água que passavam pelo rio Braço do Norte e que agora estão represadas.

Os engenheiros da Eletrosul, Alexandre Mayerle e Luciano Martinhago, responsáveis pela construção da PCH Barra do Rio Chapéu, também sentiram a diferença do fluxo de água no rio. Mesmo assim, eles afirmam que a represa, além de ser utilizada para o propósito de gerar energia elétrica, também contribui com a regulagem do rio, em caso de cheia ou estiagem, como a que se enfrenta hoje. O processo de enchimento foi concluído na quarta-feira, 05 de dezembro, por volta das 8h30min. Com essa etapa concluída começam hoje, sexta-feira, 07, os testes para enviar água do reservatório, por um túnel, até as duas máquinas, que têm capacidade para produzir 15,15 MW de energia.

#### Reabastecimento do rio

Com a barragem e a água sendo transferida por um túnel para outro ponto, uma alça do rio poderia ficar sem água, prejudicando a fauna e a flora nativa do local. Para evitar que isso aconteça, uma saída, chamada de água de reabastecimento sanitário, libera 1,480 mil litros de água por segundo de volta ao rio Braço do Norte, para suprir a necessidade da alça do rio que acabou sendo afetada pelo represamento das águas. Segundo os engenheiros, esse volume d'água de acordo com a Fatma, seria o suficiente para essa demanda. Mas, não é o que sentem os moradores que notam o baixíssimo volume de água e observam os peixes que aparecem mortos em vários pontos.

#### O medo de ter tudo inundado

Após a visita na Pequena Central Hidrelétrica (PCH) Barra do Rio Chapéu buscamos analisar como estava o nível do rio Braço do Norte acima da obra. A surpresa foi imediata: o rio bem acima do esperado contrastando a realidade em que visualizamos em Braço do Norte e Rio Fortuna.

Com semblante de preocupação, logo após ouvir nosso relato sobre a reportagem contado sobre o rio Braço do Norte, a santarosalimense Felícia Buss (foto a direita) não esconde o momento que vivencia em sua propriedade. “Esta semana ficamos impressionados. Nunca vi o rio tão alto. Dias atrás era possível ver as pedras, agora isso não é mais possível. Acredito que com a barragem da PCH e o enchimento do reservatório, o rio subiu cerca de oito metros. O que antes era tudo vegetação, agora é só água. Tenho medo de um dia, quando tivermos um grande volume de chuva, ser tudo inundado”, ressalta Felícia.

Fonte: <http://www.folhaojornal.com.br/os-contrastes-do-rio-braco-do-norte>

## ANEXO 2- ARTIGO“USINA DE BELO MONTE”



Projeção de como ficará a Usina de Belo Monte, quando concluída.

A construção da Usina Hidrelétrica de **Belo Monte** no curso do Rio Xingu vem gerando muita polêmica no que diz respeito à questão ambiental e à questão energética. De um lado, as populações tradicionais e as indígenas, bem como ativistas e grupos ambientalistas que questionam os impactos da construção dessa usina; de outro, o governo e outros ativistas que defendem a sua construção em prol do aumento da produção de energia no país e o fim dos temores de uma eventual crise energética. Uma vez concluída, Belo Monte se tornaria a segunda maior usina hidrelétrica do país, a maior 100% brasileira e a terceira maior do mundo, segundo dados do Governo Federal.



Mapa dos três sítios da Usina de Belo Monte <sup>1</sup>

### **As Características do Projeto**

A Usina de Belo Monte está sendo construída ao longo do leito do Rio Xingu, na região norte do país, próxima à cidade de Altamira (PA) e custará cerca de R\$ 25 Bilhões. Sua construção envolve a elaboração de três sítios: Belo Monte, Bela Vista e Pimental. No sítio Pimental, serão implantados o vertedouro e o barramento, no sítio Belo Monte ficará a Casa de Força Principal e, no sítio Bela Vista, será instalado um vertedouro complementar.

A projeção da geração de energia máxima é de 11.233 megawatts (MW), entretanto, a produção da usina irá variar ao longo do ano, conforme as oscilações do nível das águas do Rio Xingu, de forma que a produção mínima não deve passar dos 4.751MW. O canal de derivação da usina (o curso d'água formado para levar água do vertedouro para a casa de força principal) será de 130 m de largura, 20 km de extensão e 27 m de profundidade.

A previsão do início da produção de energia é para fevereiro de 2015 e apenas 3,2% da energia produzida será destinada ao Pará, o restante será ofertado para o resto do país, principalmente para indústrias produtoras de alumínio.

### **Críticas e protestos contra a construção da usina**

A polêmica gerada em torno da construção da usina reside nos impactos ambientais por ela causados, bem como o fato de as barragens e as construções afetarem diretamente a morada de grupos indígenas e populações ribeirinhas.

Diversos grupos ambientalistas alertam para os impactos causados pela construção da hidrelétrica no vale do Xingu. Cerca de 100 km do trecho do rio terão sua vazão reduzida e poderão até secar. Outra preocupação é com relação à manutenção das florestas, visto que parte delas está sendo destruída durante as obras, outra parte será inundada pela barragem e, com a chegada de imigrantes e trabalhadores para a obra, mais devastação poderá acontecer. Além disso, as comunidades alertam que os impactos ambientais da obra não foram totalmente estudados e esclarecidos.

Comunidades tradicionais, também preocupadas com o meio ambiente, terão suas vidas profundamente alteradas na região. Parte da barragem no sítio Pimental impedirá a navegação de populações ribeirinhas e de índios, além de contribuir para a formação de pequenos lagos com água parada, que poderão contribuir para a difusão de doenças, como a Malária.

Parte dessa população deverá ser remanejada de suas áreas de ocupação original, o que não é aceito por ela, uma vez que a região onde se encontra guarda os seus recursos, a sua história e as suas tradições culturais.

Para somar a essas críticas, grupos ambientalistas, como o Greenpeace, argumentam contra a necessidade da construção da usina, haja vista que ela não deverá atingir a capacidade máxima de produção prevista pelo governo e não gerará energia que justifique seu investimento.



Ativistas do Greenpeace protestam contra a construção de Belo Monte

Os protestos contra a construção de Belo Monte já ganharam repercussão internacional, ganhando respaldo de personalidades como James Cameron, diretor de filmes como Avatar e Titanic, e que prometeu realizar um documentário sobre a construção da usina.

As obras da Usina de Belo Monte, que foi idealizada na década de 1980, já foram interrompidas várias vezes desde o início de sua construção em junho de 2011, em decorrência de protestos e ocupações realizadas por índios e ambientalistas, e também por intervenções do Tribunal Regional Federal e do Ministério Público. Entretanto, atualmente, as obras estão em pleno funcionamento.

Fonte: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/usina-belo-monte.htm>