

Versão Online ISBN 978-85-8015-080-3
Cadernos PDE

VOLUME I

OS DESAFIOS DA ESCOLA PÚBLICA PARANAENSE
NA PERSPECTIVA DO PROFESSOR PDE
Artigos

2014

QUÍMICA AMBIENTAL: AVALIAÇÃO DA POTABILIDADE DE ÁGUA ATRAVÉS DE ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS.

Elsi Vanderlei Casanova¹
Dra Sueli Pércio Quináia²

Resumo

Uma das preocupações cotidianas do ser humano é a preservação do meio ambiente e da água buscando sempre soluções para que se mantenha uma melhor qualidade de vida. Em relação a esta problemática, buscou-se proporcionar aos educandos do ensino médio, a compreensão de conceitos químicos através de questões ambientais ligadas ao tema da potabilidade da água. Realizou-se o projeto de pesquisa e intervenção pedagógica oportunizado pelo Programa de Desenvolvimento Educacional – PDE, no qual resultou o presente artigo. Este artigo relata a experiência obtida com a implementação do referido projeto mediante a aplicação de Unidade Didática contemplando conteúdos de química e biologia. Buscou-se verificar a qualidade dos recursos hídricos (nascentes) disponíveis na cidade de Chopinzinho-PR, conforme as classes dos corpos d'água e sua utilização. Avaliou-se o índice de qualidade da água, levando-se em conta os parâmetros físico-químicos e microbiológicos que avaliam os padrões de potabilidade da água, segundo a portaria nº 2914/11 do Ministério da Saúde. Ressalta-se que as etapas de tratamento de água estabelecidas nas ETAs (Estações de Tratamento de Águas) serviram de subsídio para os conceitos químicos abordados ao conteúdo de unidades de concentração dos parâmetros químicos e biológicos. Constatou-se que a prática experimental de análise qualitativa e quantitativa para os parâmetros microbiológicos e físico-químicos contribuiu na compreensão de algumas situações ligadas ao cotidiano do discente. A socialização dos resultados com o grupo de alunos promoveu uma reflexão sobre os dados obtidos nas análises e uma discussão sobre possíveis ações ambientais que possam promover a manutenção ou um melhoramento da potabilidade das águas presentes nas nascentes avaliadas.

Palavras chaves: Educação, meio ambiente, água, potabilidade.

Introdução

Na estruturação e organização das informações que são transmitidas à população a respeito das preocupações cotidianas em relação a preservação do meio ambiente, da água e os assuntos referentes as questões ambientais, torna-se fundamental que a escola, no âmbito da educação, promova discussões em um proposito reflexivo, participativo, integrador do educando com o meio onde está inserido. Nesta perspectiva, insere-se a presente proposta de materiais que forneçam subsídios didáticos, teóricos, pedagógicos e aplicativo com a importância de relacionar as questões ligadas a conservação da água e de conceitos químicos

¹ - Aluno do Programa de Desenvolvimento Educacional – PDE 2014; Professor de Química do Colégio Estadual José Armim Matte – EFMPN; Núcleo Regional de Educação de Pato Branco – PR; Email: helsivc@gmail.com.

² - Profª Drª Orientadora da IES - Universidade Estadual do Centro Oeste – UNICENTRO – PR – campus Guarapuava. Email: spquinaia@gmail.com; spquinaia@unicentro.br.

envolvendo análises físico-químicas e microbiológicas, buscando com isso, chamar a atenção dos educandos a problemática da potabilidade da água presente em algumas nascentes localizadas na cidade de Chopinzinho, sudoeste do Paraná. Neste sentido, o projeto proporcionou aos educandos do ensino médio a compreensão de conceitos químicos através de questões ambientais ligadas ao tema da potabilidade da água. Desta forma, com as informações levantadas, os educandos compreenderam a situação evidenciada em cada local de coleta de água, refletindo uma visão ampla sobre as causas ambientais que influenciaram nos resultados determinados nas análises químicas e microbiológicas das amostras coletadas. Os educandos também tiveram conhecimento sobre as normas ambientais existentes para a avaliação da qualidade de água, com isso conseguiram fazer reflexões sobre as possíveis ações preventivas ou remediadoras na tentativa de preservação dos ambientes aquáticos.

Desenvolvimento

Recursos Hídricos

De acordo com ROCHA (2009), no sistema solar o planeta Terra é o único que apresenta moléculas de água na forma líquida, praticamente $\frac{3}{4}$ da superfície do planeta. Entretanto, cerca de 97,5% da água de nosso planeta está presente nos oceanos e mares, na forma de água salgada, ou seja, imprópria para o consumo humano. Dos 2,5% restantes, que perfazem o total de água doce existente, $\frac{2}{3}$ estão armazenados nas geleiras e calotas polares. Apenas cerca de 0,77% de toda a água está disponível para o nosso consumo, sendo encontrada na forma de rios, lagos, água subterrânea, incluindo ainda a água presente no solo, atmosfera (umidade) e na biota (GRASSI, 2001).

Segundo dados da Unesco, o Brasil é o país mais rico do mundo em recursos hídricos, com 6,2 bilhões de m³ de água doce, cerca de 17% do total disponível no planeta. Como o Brasil possui dimensões continentais, essa água não encontra-se distribuída uniformemente em todas as regiões por apresentar climas diferenciados.

Conforme GEOBRASIL Recursos Hídricos (2007), o clima, seus microclimas e seu regime de chuvas são influenciados pelos fenômenos climáticos que determinam essa distribuição dos recursos hídricos brasileiros aos de todo planeta. Em GEOBRASIL Recursos Hídricos diz que,

"Um importante marco para os recursos hídricos no Brasil ocorre com a constituição de 1934 com a aprovação do código das águas e com a promulgação da Lei Nacional nº 9.433/97 que estabelece os seguintes

fundamentos: (i) água como bem de domínio público; (ii) água como recurso limitado, dotado de valor econômico; (iii) prioridade para consumo humano e dessedentação de animais; (iv) uso múltiplos das águas; (v) bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão; e (vi) gestão descentralizada e participativa."

GEOBRASIL Recursos Hídricos cita que em 2000, a Lei nº 9.984/00 estabeleceu a criação da Agência Nacional de Águas (ANA) com a competência de emissão de outorgas de direitos de uso da água, fiscalização e cobrança pelo uso dos recursos hídricos. Os recursos hídricos no Brasil apresentam um dos principais problemas quanto a preservação e manejo dos recursos hídricos, atribuindo que os efluentes industriais são os grandes responsáveis pela degradação dos recursos hídricos, esquecendo que o principal responsável pela situação encontrada em nossos mananciais está ligado aos efluentes domésticos e da atividade agrícola. Cabe ao Brasil enfrentar esse imenso obstáculo que atinge os recursos hídricos, criando estratégias de controle da poluição e contaminação aquática. Para GRASSI (2001), as estratégias que podem ser adotadas estão ligadas na redução das fontes contaminantes pontuais ou secundárias evitando o desperdício, com a utilização de uma quantidade menor de produtos, conseqüentemente gerando uma quantidade menor de efluentes e a segunda estratégia está ligada ao tratamento dos resíduos gerados de forma a solucionar ou transformar em uma forma menos nociva ao meio ambiente em geral.

Água

Para GRASSI (2001), a água é um recurso indispensável a toda e qualquer forma de vida, sendo, difícil imaginar a existência de qualquer forma de vida na ausência deste recurso vital. A água é um recurso de extrema importância para o homem, que desde a antiguidade até os dias atuais vem estabelecendo e crescendo as cidades próximas dos cursos d'água para atender as demandas domésticas, agrícolas e industriais. Sendo desta forma, um dos pilares do desenvolvimento da nossa sociedade. No Dicionário Geomorfológico, Antônio Teixeira Guerra define água como:

“ um composto químico formado de dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio (H₂O). ...As águas estão em constante circulação, estando presentes tanto na atmosfera sob a forma de vapor quanto na superfície do solo sob a forma líquida, ou mesmo no interior do subsolo, constituindo lençóis aquíferos. " (GUERRA,1993 apud ANTUNES 2010, p. 727)".

Para BAIRD (2002), a maior parte da água doce disponível na Terra encontra-

se no subsolo, onde, têm sido consideradas como uma forma pura de água devido à sua filtração através do solo e o tempo de permanência no subsolo, muito embora, a água subterrânea apresenta matéria orgânica e microrganismos dependendo da localização no subsolo.

Segundo a Resolução Conama 357 de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente, foram estabelecidos níveis de qualidade (classes) e para cada classe foram estabelecidos limites e condições tanto em relação aos corpos d'água quanto a sua forma de utilização. Dentre algumas considerações, a classificação das águas doces, são:

➤ Classe especial – Águas destinadas ao abastecimento doméstico, sem previa ou com simples desinfecção e também à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.

➤ Classe 1 – Águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento simplificado; proteção das comunidades aquáticas; recreação de contato primário; irrigação de hortaliças e frutas que possam ser consumidas sem a remoção de película; atividade de aquicultura destinadas à alimentação humana.

➤ Classe 2 – Águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional; proteção das comunidades aquáticas; recreação de contato primário; irrigação de hortaliças e frutíferas; atividade de aquicultura destinada à alimentação humana.

➤ Classe 3 – Águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional; recreação de contato secundário; irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; e a dessedentação de animais.

➤ Classe 4 – Navegação; harmonia paisagística.

As classes 5 e 6 referem-se as águas salinas e as classes 7 e 8 as águas salobras, ambas destinadas a recreação de contato primário dependendo da avaliação de balneabilidade; navegação; e harmonia paisagística.

Índice de Qualidade da água

De acordo com ROCHA (2009), a partir da necessidade de sintetizar as informações facilitando a interpretação dos dados sobre a qualidade de água consumida, foi criado em 1970 nos Estados Unidos, pela National Sanitation Foundation, o Índice de Qualidade das Águas – IQA, que considera nove parâmetros físicos, químicos e biológicos, que é determinado pelo produtório ponderado das qualidades estabelecidas para cada parâmetro, dependendo do valor do IQA obtido,

que varia de zero a cem, a qualidade da água bruta pode ser considerada de qualidade ótima, boa, aceitável ou ruim. Hoje o IQA é utilizado praticamente por todas as empresas de tratamento de água no Brasil como parâmetro para avaliar a qualidade das águas. A medida dos parâmetros físico-químicos podem indicar impurezas na água quando alcançam valores superiores aos estabelecidos para determinado uso. Os principais indicadores de qualidade da água são discutidos a seguir, separados sob os aspectos físico-químicos e Microbiológicos.

Parâmetros Físico-químicos

Quando se trata da qualidade da água, as características físicas e químicas das águas são de grande importância, pois as condições físicas e presença de alguns elementos ou compostos químicos pode inviabilizar o uso de certas tecnologias de tratamento e também indicar alguma fonte de poluição que torna imprópria para consumo. Dentre os parâmetros físico-químicos podemos destacar alguns que são importantes para avaliação de potabilidade, como:

➤ Temperatura – para ZUIN 2009, refere-se a quantidade de calor, sendo um parâmetro importante, pois, influi em algumas propriedades da água, com reflexos sobre a vida aquática. A temperatura pode variar em função de fontes naturais (energia solar) e fontes antropogênicas.

➤ Cor – para FUNASA 2009, a cor de uma amostra de água está associada ao grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessá-la, devido à presença de sólidos dissolvidos, principalmente material em estado coloidal orgânico e inorgânico, podendo ser causada pelo Fe ou Mn, decomposição de matéria orgânica, pelas algas ou por esgotos domésticos e industriais. O padrão de potabilidade de água para o parâmetro cor determina que o mesmo seja inferior a 5 unidades.

➤ Turbidez – para FUNASA 2009, a turbidez de uma amostra de água é o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la, devido à presença de sólidos em suspensão como argila, microrganismos microscópicos e outras partículas. O padrão de potabilidade para a turbidez deve ser inferior a 1 unidade.

➤ pH – (potencial hidrogeniônico): para ZUIN 2009, representa o equilíbrio entre íons H^+ e íons OH^- ; varia de 7 a 14; indicando se uma água é ácida (pH inferior a 7), neutra (pH igual a 7) ou alcalina (pH maior do que 7); o pH da água depende de sua origem e características naturais, mas pode ser alterado pela

introdução de resíduos; um pH baixo torna a água corrosiva; águas com pH elevado tendem a formar incrustações nas tubulações; a vida aquática depende do pH, sendo recomendável a faixa de 6 a 9.

➤ Alcalinidade – para FUNASA 2009, quantidade de íons presentes na água que podem reagir para neutralizar os íons hidrogênio. É uma medição da capacidade da água de neutralizar os ácidos (capacidade de resistir às mudanças de pH: capacidade tampão). Os principais constituintes da alcalinidade são os bicarbonatos (HCO_3^-), os carbonatos (CO_3^-) e os hidróxidos (OH^-). Em teores elevados, pode proporcionar sabor desagradável amargo à água, porém seu resultado não tem significado quanto ao critério de potabilidade, tem influência nos processos de tratamento da água pois interfere no processo de coagulação dos materiais e substâncias em suspensão.

➤ Nitrogênio Amoniacal – segundo BAIRD 2002, dentro do ciclo do nitrogênio no ambiente, ele alterna-se entre várias formas e estado de oxidação, estando presente em algumas águas naturais, ocorrendo na forma inorgânica e orgânica, sendo a amoniacal de interesse para a saúde humana. A forma mais reduzida do átomo de nitrogênio é a amônia (NH_3) e o íon amônio (NH_4^+), sendo, que a forma mais oxidada é o íon nitrato (NO_3^-). Os compostos de nitrogênio provêm da matéria orgânica que nos processos de nitrificação por microrganismos, a amônia e o íon amônio são oxidados para nitrato, onde o nitrato presente na água potável constitui um risco para saúde sendo considerada toxica, pois, pode resultar na formação da metemoglobinemia, com isso impede a absorção e o transporte do oxigênio para as células pela hemoglobina.

➤ Cloretos – para FUNASA 2009, a determinação de cloretos na água das nascentes é um dos parâmetros indicativos de contaminação fecal, pois, os cloretos existem normalmente nos dejetos animais ou advir dos esgotos domésticos ou industriais que atingem os lençóis freáticos. Os cloretos, geralmente, provêm da dissolução de minerais ou da intrusão de águas do mar em alta concentração confere sabor salgado, desta forma pela formação geológica a quantidades de cloretos presentes na água das nascentes é insignificante.

➤ Dureza total – para ROCHA 2009, a dureza da água é uma propriedade indicativa da presença, principalmente, de sais alcalinos terrosos (cálcio e magnésio), ou de outros metais bivalentes, em menor intensidade, decorrentes da dissolução dos minerais do solo e das rochas ou do aporte de resíduos industriais. Em teores elevados; causa sabor desagradável e efeitos laxativos; reduz a formação

da espuma do sabão, aumentando o seu consumo; provoca incrustações nas tubulações e caldeiras. Classificação das águas, em termos de dureza (em CaCO_3), em concentração menor à $50 \text{ mg.l}^{-1} \text{ CaCO}_3$ é água mole e em concentração superior à $100 \text{ mg.l}^{-1} \text{ CaCO}_3$ é classificada como água dura.

➤ Ferro – segundo CETESB, o Fe um dos metais mais comuns na crosta terrestre, pode ocorrer sob diversas formas químicas em vários minerais, no Brasil são comuns águas com alto teor de ferro, principalmente em terrenos antigos e aluviões. Em águas superficiais o ferro ligado ou cominado com a matéria orgânica e frequentemente no estado coloidal, nas águas subterrâneas com pH baixo, ricas em gás carbônico e sem oxigênio dissolvido, na forma de bicarbonato ferroso dissolvido. Normalmente, o ferro no estado ferroso Fe^{+2} são solúveis que na presença de um agente oxidante passa ao férrico Fe^{+3} que é insolúvel, podendo apresentar gosto, odor e tingindo a água e materiais com uma coloração amarelada conferindo uma aparência nada agradável.

➤ Demanda de oxigênio – para ROCHA 2009, o movimento da água faz com que seja aerada constantemente, porém, o oxigênio é consumido pela oxidação da matéria orgânica. O consumo de oxigênio é um dos problemas mais sérios do aumento do teor de matéria orgânica, pois provoca desequilíbrios ecológicos, podendo causar a extinção dos organismos aeróbios. Geralmente, são utilizados dois indicadores do teor de matéria orgânica na água: Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) refere-se a quantidade de oxigênio necessário para oxidação da matéria orgânica pela ação das bactérias aeróbicas e a Demanda Química de Oxigênio (DQO) é a quantidade de oxigênio necessária à oxidação da matéria orgânica, através de um agente químico. Desta forma, quanto maior a quantidade de oxigênio consumido maior a quantidade de matéria orgânica.

Parâmetros Microbiológicos

Segundo a FUNASA (2009), afirmar que uma água é potável ou não, resume-se na realidade em saber se essa água foi poluída ou contaminada por dejetos humanos ou de animais homeotérmicos, isto é feito procurando-se nela bactérias fecais. O grupo coliforme é considerado um grupo de bactérias complexo onde existem microrganismos de origem fecal e não fecal. A identificação desses microrganismos na água pode ser índice da existência de microrganismos de origem fecal. Dentre os coliformes fecais a *Escherichia coli* tem sua importância como

microrganismo índice de contaminação. Assim, não se pode separar coliformes de origem humana dos coliformes de origem animal e na realidade o grande perigo potencial de uma água é devido a presença de fezes humanas. As bactérias do grupo coliforme constituem o indicador de contaminação mais utilizado em todo o mundo, sendo empregadas como parâmetro bacteriológico básico na definição de padrões de qualidade das águas destinadas ao consumo humano.

Padrões de Potabilidade

A Portaria MS nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, define o padrão de potabilidade vigente no Brasil. O Art. 5º cita “água potável: água que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido nesta Portaria e que não ofereça riscos à saúde” e “padrão de potabilidade: conjunto de valores permitidos como parâmetro da qualidade da água para consumo humano, conforme definido nesta Portaria” (BRASIL 2011). Para UMBUZEIRO (2012), “Padrões de qualidade da água: parâmetros definidos com base em critérios de qualidade de água, mas que levam em consideração a disponibilidade de métodos analíticos, de tecnologia de tratamento para remoção dos contaminantes aos níveis desejados, fatores políticos, econômicos e sociais do país, que são definidos através de processos denominados gerenciamento do risco”.

Portanto, para afirmar que uma água seja considerada potável, dependerá de vários fatores que devem atender aos padrões e critérios de potabilidade estabelecidos pela legislação, sobre os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo, não apresentando risco a saúde humana.

Material e métodos:

As atividades foram desenvolvidas com 25 alunos do 2º ano do ensino médio, durante um período de 8 semanas, totalizando 64 horas aulas, divididas em 28 horas aulas para planejamento e 36 horas aulas na aplicação das atividades. Os experimentos químicos foram realizados em grupos contendo 5 alunos cada.

A conceituação técnico científico sobre o assunto abordado, com finalidade de envolver os educandos na busca e na pesquisa dos conceitos, foi realizada através do livros didáticos, paradidáticos, revistas, em sites confiáveis na internet, etc., onde buscaram a conceituação relacionada ao tema, abrangendo as questões dos recursos hídricos, índice de qualidade de água, potabilidade, normas ambientais segundo a legislação vigente e meio ambiente objetivando uma melhor

compreensão dos conteúdos em relação a preservação e manutenção da qualidade de água.

A coleta das amostras de água ocorreu nos pontos demarcados na Figura 1. Os pontos 1 e 2 são fontes superficiais, a primeira localizada no meio rural, apresentando vegetação no seu entorno e proteção contra a entrada de animais, a segunda fonte está no meio urbano, não apresenta rede coletora de esgotos, mas possui vegetação em seu entorno sem proteção contra a entrada de animais. Os pontos de coleta 3 e 4 constituem de poços com profundidades entre 3 a 4 m localizados no meio urbano, sem vegetação no seu entorno. O ponto 5 é o de captação de água pela ETA junto ao Rio Pedrosa.

Em sala de aula foi discutido com o alunos a atividade de coleta, cuidados com contaminação, observações sobre as características dos ambientes ao entorno de cada ponto, como a presença de vegetação, ocorrência de lixo, proteção contra o acesso de animais, topografia, a ocorrência de moradia próximas, a presença de rede de esgoto ou fossas sépticas.

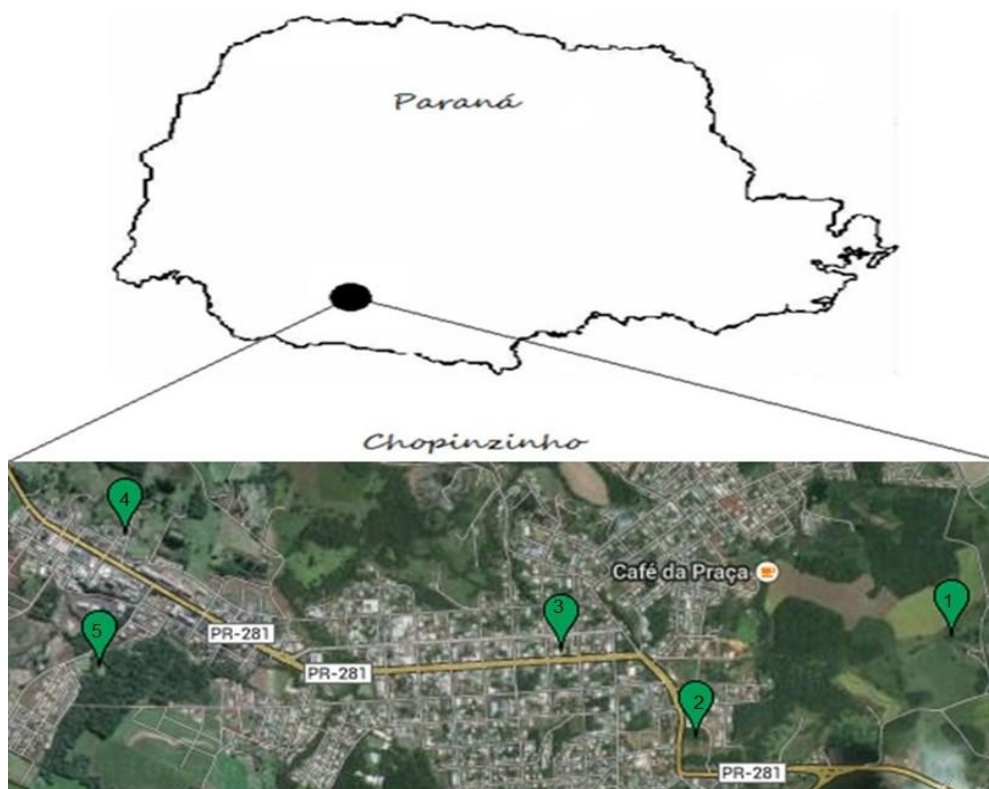


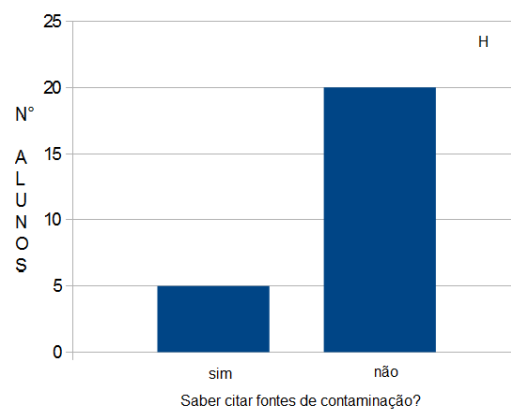
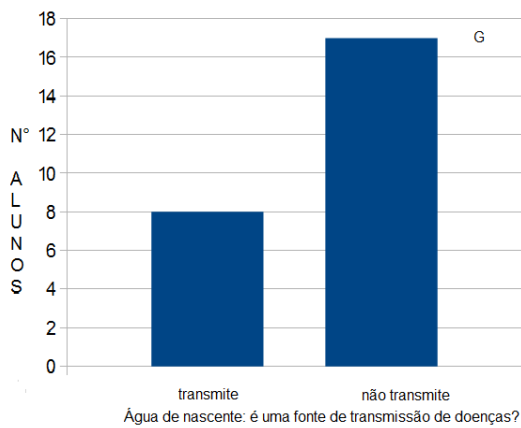
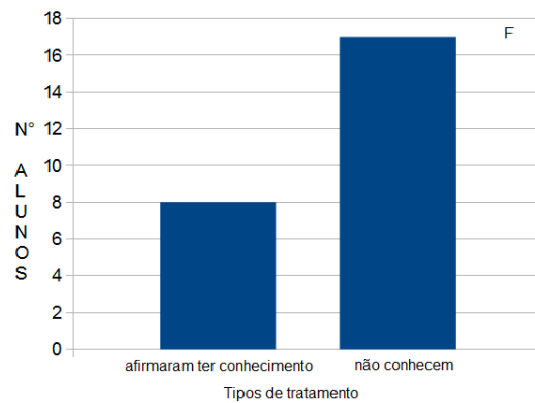
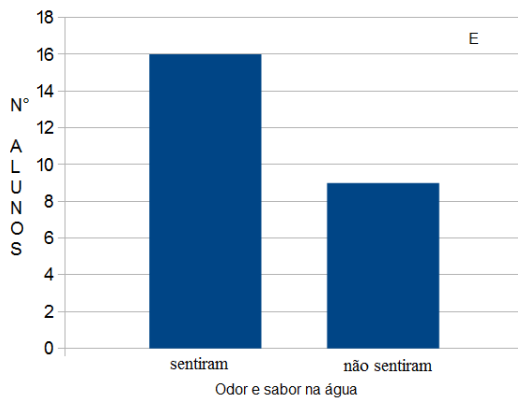
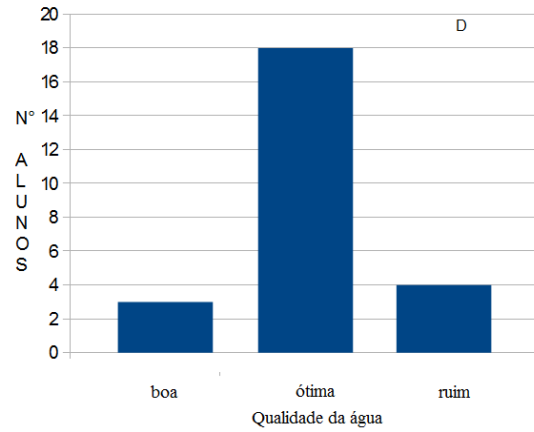
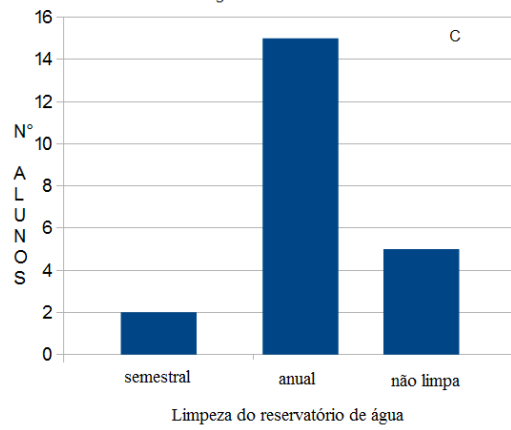
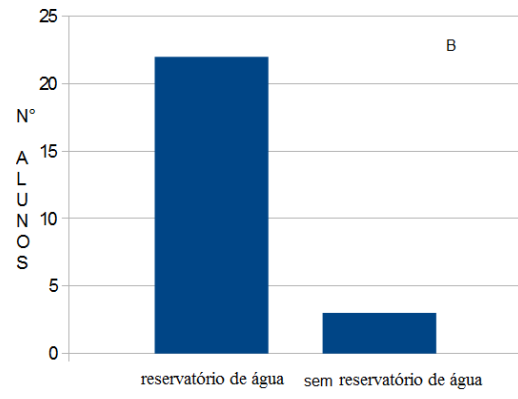
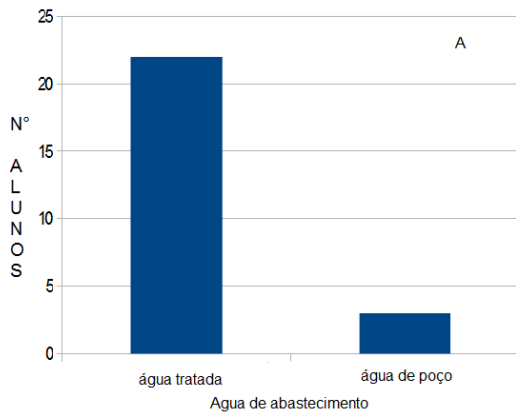
Figura 1: Pontos de coleta de águas de nascentes em Chopinzinho-PR.

(ponto 1: latitude: 25°51'17.15"S, longitude: 52°30'35.62"O e 685m de altitude; ponto 2: latitude: 25°51'32.49"S, longitude: 52°31'15.72"O e 693m de altitude; ponto 3: latitude:25°51'19.46"S, longitude:52°31'36.33"O e 695m de altitude; ponto 4: latitude: 25°51'1.79"S, longitude: 52°32'44.37"O e 694m de altitude; ponto 5: latitude: 25°51'21.97"S, longitude: 52°32'48.39"O e 689m de altitude). (Fonte: <https://www.google.com/maps>, disponível em 13 maio 2014).

As análises físico-químicas e microbiológicas (Tabela 1), foram realizadas com os materiais e reagentes do polikit técnico, para potabilidade da água, desenvolvido pela ALFAKITS®, seguindo as metodologias de análise e os parâmetros referentes aos valores estabelecidos pela Portaria nº 518 de 25 de março de 2004 – Ministério da Saúde. A socialização e discussão dos resultados foram debatidas entre os 5 grupos de alunos envolvidos no projeto.

Resultado e discussão

Antes da realização dos experimentos de campo e de laboratório com os alunos, foi realizada uma dinâmica com os mesmos abordando conhecimentos com relação ao tema sobre a qualidade e potabilidade de água. A Figura 2 apresenta dados estatísticos referente a essa dinâmica. A Figura 2A mostra que todos os 25 alunos possuem água encanada em suas residências, no entanto, 60 % possuem água tratada por empresa de saneamento e o restante usam água de poços. Destes, 88 % possuem caixa de água em suas residências (Fig. 2B), mas apenas 9 % realizam limpeza semestral dos reservatórios, 68 % limpam anualmente e 22 % nunca fizeram a limpeza (Fig. 2C). Quando questionados sobre a qualidade da água, 12 % destacaram como ótima, 72 % como boa e 16 % como regular (Fig. 2D). Com relação ao odor nas águas que chegam em suas casas, 64 % dos alunos afirmaram sentir cheiro e sabor desagradável na água e o restante não notaram diferenças (Fig. 2E). Ao serem questionados sobre formas de tratamento de água, 32 % dos alunos ouviram falar que existe tratamento para água de consumo, observando as análises descritas na fatura de água, os demais não tinham conhecimento sobre o assunto (Fig. 2F). Com relação à qualidade de águas naturais, isto é, água de nascentes, 68 % dos alunos acham que as mesmas não são fontes de transmissão de doenças (Fig. 2G), enquanto que os demais consideram que as mesmas podem estar contaminadas. No entanto, apenas 20 % dos alunos sugeriram quais são os tipos de contaminação possíveis em águas, como por exemplo os germes, bactérias, venenos, lixo, esgoto, etc. Ainda relacionaram que o lixo nas águas pode estar associado a proliferação de vetores causadores de doenças como a dengue (Fig. 2H). Quando questionados sobre os recursos hídricos, 32 % dos alunos demonstraram conhecimento sobre como a água está distribuída no planeta (Fig. 2I).



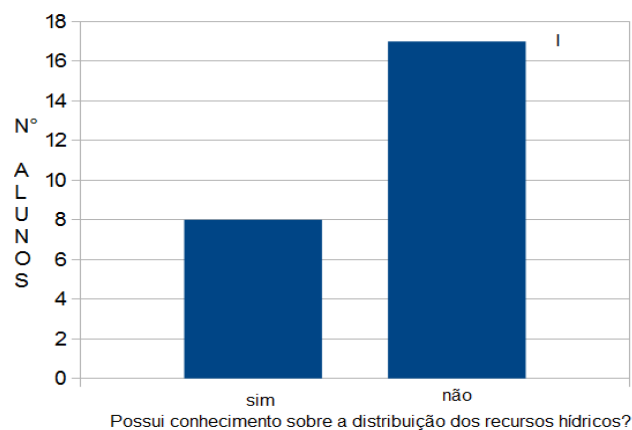


Figura 2: Análise estatística das questões abordadas com os alunos sobre água potável.

Com os alunos divididos em 5 equipes, passou-se a parte de coletas e análises químicas das amostras. A partir dos resultados obtidos nas análises sobre os parâmetros físico-químicos e microbiológicos, foi possível identificar as condições da água presentes nas nascentes e na captação da ETA, junto ao Rio Pedrosa, referente aos impactos ambientais causados pela atividade humana, sobre os recursos hídricos. A Tabela 1, apresenta os resultados obtidos nas análises físico-químicas e microbiológicas das nascentes e na captação, de acordo com os pontos de coleta demonstrados na Figura 1.

Tabela 01: Parâmetros físico-químicos e bacteriológicos das nascentes de Chopinzinho-PR.

Parâmetros Físico-químicos						
	Limites *	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5
Alcalinidade (mg.L ⁻¹ CaCO ₃)	**	30	40	24	28	52
Amônia (mg.L ⁻¹ NH ₃)	1,5	0,0	0,6	0,1	1,0	1,5
Cloretos (mg.L ⁻¹ Cl ⁻)	250	28	31,5	26	28,5	40
Cor (mg.L ⁻¹ Pt/Co)	15	0,0	3,0	0,0	0,0	2,0
Dureza Total (mg.L ⁻¹ CaCO ₃)	500	28	36	28	28	38
Ferro (mg.L ⁻¹ Fe)	0,3	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1
Turbidez (NTU)	5,0	0,0	2,0	0,0	0,0	5,0
Oxigênio Consumido (mg.L ⁻¹ O ₂)	3,0	1,0	5,0	0,0	0,0	1,5
pH (un. pH)	6 – 9,5	6,0	6,5	6,0	6,0	7,5
Parâmetros Microbiológicos						
	Limites *	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5
Coliformes Totais (UFC/100mL)	Ausência	Presença	Presença	Presença	Presença	Presença
Coliformes Fecais (UFC/100mL)	Ausência	Ausência	Presença	Presença	Presença	Presença

Observações: * Valores estabelecidos pela Portaria nº 518 de 25 de março de 2004 – Ministério da Saúde.

** Valores não estabelecidos. Porém importantes para avaliação geral.

Fonte: Elaborado pelo pesquisador, Chopinzinho PR, 2015.

Observou-se, juntamente com os alunos, que os parâmetros físico-químicos avaliados em todos os pontos de coleta, estão dentro dos limites estabelecidos pela Portaria nº 518 de março de 2004. No entanto, em alguns pontos, os valores apresentaram-se superiores em relação aos demais na maioria dos parâmetros medidos. No ponto 5, referente a captação de água pela ETA, os valores superiores podem estar associados as atividades agrícolas, como por exemplo a criação de gado presente ao longo da microbacia hidrográfica que forma este manancial, desta forma, compostos nitrogenados contidos na urina ou a própria decomposição de matéria orgânica pode estar influenciando no aumento do índice de amônia, provocando uma alteração na alcalinidade da amostra, elevação no índice de cloretos pelo sal administrado aos animais, que podem estar sendo lixiviados para o manancial através das chuvas. Na amostra 2, o aumento do oxigênio consumido pode ser resultado da decomposição de matéria orgânica, visualmente presente no meio em questão. Outro fator observado foi o maior teor de Fe no ponto 2. Este ponto de coleta apresenta um entorno de solo encharcado com água visualmente colorida pela presença do Fe, pois está muito próximo de uma camada de rochas, facilitando a dissolução dos íons ou compostos de Fe presentes no solo. Nos demais pontos de coleta, os parâmetros físico-químicos foram semelhantes.

Com relação aos parâmetros microbiológicos (bacteriológicos), o limite estabelecido pela legislação brasileira, solicita a ausência de coliformes totais e fecais em águas potáveis. Após as análises das águas, realizadas através de incubação em meio cromogênio (24 horas a 36°C), foi detectado a presença de coliformes em todas as nascentes. Para uma melhor compreensão dos resultados, realizou-se medidas microbiológicas de água mineral (adquirida no comércio local) e água coletada diretamente no registro junto ao hidrômetro da escola. Para estas amostras, não foi observado o desenvolvimento de nenhum microorganismo demonstrando a eficiência no processo de cloração realizado pela ETA. Tanto a água mineral comercial, como a água fornecida pela ETA, foi considerada potável. Já a água referente as nascentes, indicou que provavelmente o lençol freático esteja contaminado, sendo assim, não pode ser considerada potável para consumo humano.

Segundo relato dos alunos, na socialização e discussão do tema desenvolvido, todo trabalho de pesquisa, desenvolvimento dos conteúdos de química, atividades práticas, contribuíram na compreensão de como os recursos hídricos estão distribuídos, quais as legislações que determinam as características

de uma água potável e que a química tem um papel muito importante na compreensão das situações vivenciadas no cotidiano de todos. Desta forma, destacaram-se ainda que as questões ambientais são abrangentes e podem influenciar significativamente na saúde de todos. A principal questão levantada pelos alunos foi saber que as nascentes estão contaminadas por microorganismos e o que poderia ser feito para minimizar essa contaminação. No consenso da maioria, já que as águas estão sendo utilizadas normalmente, caberia então uma orientação para a população antes de continuar o consumo, que estas águas deveriam ser tratadas. Concluíram que o experimento didático foi crucial para o entendimento e conhecimento de todos.

Considerações Finais:

No contexto educacional buscou-se desenvolver diferentes formas para abordar os conteúdos, na busca e formação de novos saberes entre os educandos, sendo que a pesquisa, desenvolvimento de atividades teórico-prática como a experimentação em laboratório, o desenvolvimento da interdisciplinaridade, a socialização e discussão oportunizou aos educandos uma forma de expor a sua interpretação e a contribuição com o aprendizado sobre o tema em discussão. Desta forma, avaliar o desempenho e participação do educando individualmente ou no coletivo, de forma contínua e permanente, visou estabelecer parâmetros sobre a prática pedagógica, identificando realmente qual foi a contribuição com o conhecimento de cada educando, tornando-o mais crítico e participativo na sociedade. Com o desenvolvimento do projeto em relação há problemática encontrada na escola, com a intervenção pedagógica, a partir da implementação da unidade didática, onde, as atividades demonstrativas e interativas foram recursos didáticos que permitiu a compreensão de conceitos que parecem abstratos, estimulando a relação entre teorias e fenômenos observados cotidianamente, despertando a curiosidade científica, aprimorando a capacidade de observação e apurando o senso crítico dos educandos. A adequada e planejada aplicação dessas atividades criou um ambiente de ensino dinâmico, onde o objetivo principal de proporcionar aos educandos do ensino médio a compreensão de conceitos químicos através de questões ambientais ligadas ao tema da potabilidade da água, foi atingido na sua totalidade, bem como, desenvolveu nos alunos e na comunidade escolar, uma nova forma de observar as questões ambientais, com postura crítica e consciente sobre a água.

Referências:

ALFAKIT **guia de potabilidade.** Disponível em: <<http://www.alfakit.ind.br/details/4117/polikit-potabilidade-cod-4117>>, acesso em 15 de julho 2014.

ANTUNES, Paulo de Bessa, **Direito Ambiental**, 12ª edição, Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2010.

BAIRD, Colin, **Química Ambiental**, tradução Maria Angeles Lobo Recio e Luiz Carlos Marques Carrera. 2ª edição, Porto Alegre, Bookmam, 2002.

BRASIL, Constituição Federal. **Constituição da República Federativa do Brasil**, Brasília, Senado Federal, 1988.

_____. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. **Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.** Brasília, 12 dez., 2011. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>, acesso em 23 de julho 2014.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, **Águas Superficiais**, Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81guas-Superficiais/34-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade-das-%C3%81guas>>, acesso em 19 de junho 2014.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente, **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005.** Disponível em: <http://www.mma.gov.br/pot/conama/res/res11/propresol_lanceflue_30e31mar11.pdf>, acesso em 12 de março 2014.

DIAS, Genebaldo Freire, **Educação ambiental: princípios e práticas**, 9ª edição, São Paulo, Gaia, 2004.

FUNASA, Fundação Nacional da Saúde, **Manual Prático de Análise de Água**, 3ª ed. rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2009.

GEO BRASIL RECURSOS HÍDRICOS, **Componente da Série de Relatórios sobre o Estado e Perspectivas do Meio Ambiente no Brasil.** Brasília: MMA; ANA, 2007, disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2007/GEOBrasilRecursosHidricos.pdf>>, acessado em: 26 de maio 2014.

GRASSI, Marco Tadeu **As Águas do Planeta Terra**. Cadernos Temáticos de química Nova na Escola – Edição especial p.31 – 40, 2001.

Portal de Ecologia Aquática. <http://ecologia.ib.usp.br/>, acessado em junho 2014.
<https://www.google.com/maps>, disponível em 13 maio 2014.

PARANÁ, Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica Química**. Curitiba, SEED, 2008.

PARANÁ. Diário Oficial do Paraná nº 8875, **Lei nº 17.505. Política Estadual de Educação Ambiental**. Curitiba, PR, 11 de Janeiro de 2013, disponível em: <<http://www.documentos.dioe.pr.gov.br/dioe/consultaPublica>, acesso em 29 de junho 2014.

ROCHA, J. C., ROSA, A. H., CARDOSO, A. A., **Introdução à Química Ambiental**. 2ª edição, Porto Alegre: Bookman, 2009.

SAVIANI, Dermeval. **A nova lei da educação: trajetórias, limites e perspectivas**. 3ª ed. Campinas: Autores Associados, 1997.

TOZONI-REIS, Marília Freitas de Campos. **Metodologias aplicadas à educação ambiental**. 2ª. Edição revisada, Curitiba, IESDE Brasil, 2012.

UMBUZEIRO, Gisela de Aragão, **Guia de potabilidade para substâncias químicas**. São Paulo: Limiar, 2012.

ZUIN, Vânia Gomes, Maria Célia S. Ioriatti e Carlos Eduardo Matheus, **O Emprego de Parâmetros Físicos e Químicos para a Avaliação da Qualidades de Águas Naturais: Uma Proposta para a Educação Química e Ambiental na Perspectiva**