

ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE IMPLEMENTAÇÃO DE PISCINAS BIOLÓGICAS NO BRASIL

DOI: 10.19177/rgsa.v8e32019325-351

**Adrielle Gonçalves Santos¹, Diego Barros Sindeaux²
Guilherme Oliveira Teixeira da Silva³, Josip Arrienti Eman¹¹
Pedro Henrique Silva da Luz Lobo Rodrigues¹²
Claudionor Alves da Santa Rosa¹³**

RESUMO

A sociedade está cada vez mais se voltando para os processos naturais que sejam sustentáveis e que proporcionem melhor qualidade de vida. Esta reforma na maneira de pensar se encaixa perfeitamente nos processos de uso e construção de piscinas biológicas. As piscinas biológicas são o produto de ideias para a sustentabilidade, uma vez que se diferenciam das piscinas convencionais no que tange ao processo de tratamento de suas águas sem a utilização de produtos químicos, como o cloro, que dá origem aos *desinfection by-products*. Os *desinfection by-products* ocorrem a partir de reações químicas do cloro com as substâncias existentes na água, que podem agredir a saúde humana, potencializando ou mesmo causando vários tipos de doenças, inclusive o câncer. O presente trabalho baseou-se nos métodos histórico, no qual são apresentadas as técnicas para a reprodução de ecossistemas aquáticos naturais; o método comparativo, o qual demonstra a viabilidade econômica das piscinas biológicas; e o método por metanálise, o qual combina resultados provenientes de diferentes estudos já realizados a partir de uma revisão sistemática, com o objetivo de avaliar a viabilidade econômica de implementação das piscinas biológicas no Brasil. Como resultado deste trabalho, conclui-se: piscinas biológicas representam uma solução inovadora para novos empreendimentos e para transformações de piscinas convencionais em piscinas biológicas com menor custo operacional, pois não possuem grandes gastos de manutenção, além de que, trarão benefícios à saúde de quem a utiliza, tanto benefícios físicos como psicológicos.

Palavras-chave: Piscinas Biológicas. Sustentabilidade. Balneabilidade. Viabilidade.

¹ ETEC Guaracy Silveira. Email: adrielle.hp@hotmail.com

² ETEC Guaracy Silveira. Email: diego.sindeaux10@gmail.com

³ ETEC Guaracy Silveira. Email: guizinhooteixeira@gmail.com

¹¹ ETEC Guaracy Silveira. Email: josip0527@gmail.com

¹² ETEC Guaracy Silveira. Email: pedroluzlobo@gmail.com

¹³ Orientador. Email: csrosa@terra.com.br

STUDY OF ECONOMICAL VIABILITY OF NATURAL SWIMMING POOLS IMPLEMENTATION IN BRAZIL

ABSTRACT

Society is increasingly turning to natural processes that are sustainable and provide a better quality of life. This reform on the thinking way fits perfectly into the processes of use and construction of biological pools. Natural swimming pools are the product of ideas for sustainability, as they differ from conventional pools in the self-purification process without the use of chemicals such as chlorine, which originates from chemical reactions with the substances in water, to Desinfection by Products, which can harm human health and the environment, potentiating or even causing various types of diseases, including cancer. Using the historical method, which presents the techniques for the reproduction of natural aquatic ecosystems, the comparative method, demonstrating the economic viability of natural swimming pools, and the method by meta-analysis, combining results from different studies already carried out, from a systematic review, this article aims to evaluate the economic feasibility of implementing biological swimming pools in Brazil. Because of this work, it is concluded that bio pools represent an innovative solution for new ventures and for transforming conventional swimming pools into natural swimming pools with lower operating costs, as they do not have major maintenance expenses, and will bring health benefits that uses it, both physical and psychological benefits.

Keywords: Bio Pools, Biological pools. Natural swimming pools. Sustainability. Balneability. Feasibility.

1 INTRODUÇÃO

Historicamente, os seres humanos desenvolveram relações culturais e sociais com a água, encontradas em culturas de todo o mundo, com origem, acredita os historiadores, a cerca de 3000 a.C. nas comunidades na região do Vale do Indo, no Punjab, Paquistão, onde floresceu uma das primeiras grandes civilizações da História, descoberta na segunda metade do século XIX, os quais praticavam os banhos sagrados. Os gregos também construíram piscinas perto de seus ginásios cerca de 500 a.C. (OLSEN, 2007; HCMA, 2016), assim como os Israelitas em suas piscinas em Jerusalém utilizavam o banho para sua purificação (A BIBLIA, LEVITICOS 22, 6-7) e mais tarde os cristãos com o batismo nas águas (A BIBLIA, JOÃO 3-5). Os antigos

romanos também tinham as piscinas e os banhos públicos e com a queda do Império Romano a construção de piscinas declinaram no oeste, embora tenham permanecido popular em várias civilizações orientais como a Índia, Turquia, Japão e Ceilão. No oeste da Índia, os *Stepwells* (poços ou tanques) serviam como locais para beber, lavar e tomar banho. Além desses propósitos utilitários, os *Stepwells* evoluíram para locais de reunião social, cerimônias sagradas e festivais. O mais recente ressurgimento em grandes banhos públicos foi durante o século 19, com os britânicos importando o costume depois de encontrar exemplos de sucesso na Índia e no Japão (OLSEN, 2007; HCMA, 2016).

Werner Gamerith, nos anos de 1980, como uma recriação das piscinas naturais utilizadas na antiguidade, cria na Áustria a primeira piscina biológica. O conceito de piscinas biológicas surgiu na Europa central para suprir a necessidade desses povos que não possuem praias (regiões costeiras) e não estavam mais dispostos a recorrer de meios artificiais como as piscinas convencionais (a base de limpeza e filtragem química, como o cloro).

Piscinas biológicas são definidas como piscinas que utilizam métodos naturais de filtragem e tratamento de água sem o uso de tratamento químico. O método de tratamento utilizado em piscinas biológicas é uma alternativa natural, segura e sustentável ao tratamento mecânico e químico normalmente usado na maioria das piscinas internas e externas em todo o mundo (HCMA, 2016).

A desinfecção da água com o cloro é essencial na sociedade atual e proporciona a eliminação de microrganismos, porém, conduz a formação de *Desinfection by-Products* (DBP), resultado da reação química entre o cloro com a matéria orgânica presente na água. São várias as espécies de DBP formadas durante a cloração da água e entre os próprios DBP. As de maiores proporções ainda conhecidas são os trihalometanos (*Trihalomethanes*) e os ácidos haloacéticos (*Haloacetic Acid*), Haloacetoneitrilas, Haloacetonas, Aldeídos, Hidratos de cloral, Trihalonitrometanos, Clorofórmio, Dibromoclorometano, Diclorobromometano, Bromofórmio, halocloropicrinas etc. (PAULL; BARRON, 2004; FERREIRA FILHO, 2017).

O cloro, assim como seus subprodutos, afeta o sistema respiratório humano, pode desencadear alergias, irritação dos olhos, da pele e das vias respiratórias, além de preocupações com asma, riscos reprodutivos, além das suspeitas de propriedades carcinogênicas de alguns subprodutos e comprovados para outros.

Com a presença de sais minerais na água, banhar-se nas piscinas biológicas é como uma terapia, onde, piscinas convencionais não possuem sais minerais em abundância e possuem pH ácido (REDAÇÃO, 2008). A composição química da água da piscina biológica pode ser influenciada pela água que se usa para a implantação desse sistema e pela quantidade de plantas e peixes no sistema, ou seja, pela biota aquática.

Constantemente oxigenada, a água é desinfetada e atende às condições de balneabilidade requeridas pelas resoluções 357/2005 e 274/2001 do CONAMA. Assim, resta ao proprietário a manutenção mínima de retirar o excesso de matéria orgânica que deve ser realizada a cada três meses, já que o excesso aumenta a temperatura da água.

Agregando-se o constante crescimento da população, os processos sustentáveis devem ser desenvolvidos em todas as áreas, do lazer à moradia. E as piscinas biológicas geram biodiversidade e paisagismo integrado às construções modernas.

Ao final deste estudo, o objetivo é avaliar a viabilidade econômica de implementação das piscinas biológicas no Brasil, e assim propor um novo sistema de piscinas que venha trazer às pessoas uma melhor qualidade de vida rumo à sustentabilidade, o que vai exigir mudanças de cultura da população brasileira.

2 METODOLOGIA

Este artigo foi baseado nos métodos histórico e comparativo conforme Prodanov e Freitas (2013) e metanálise, conforme Rodrigues (2010). Pelo método histórico, uma vez que, pouco se conhece de uma biota que recria uma limnologia natural, construída artificialmente, é possível indicar o avanço da aplicação de técnicas para a reprodução de ecossistemas aquáticos naturais como rios, lagos, planícies de inundação, áreas alagadas, reservatórios e zonas estuarinas, e demonstrar sua maior contribuição para saúde humana e preservação ambiental. Pelo método comparativo é demonstrado a viabilidade econômica das piscinas biológicas e suas inúmeras vantagens em relação a piscinas convencionais e, pelo método de metanálise, é uma técnica adequada para combinar resultados provenientes de diferentes estudos já realizados, a partir de uma revisão sistemática.

2.1 Área de estudo e de interesse

O Brasil é um país de uma grande diversidade de aspectos físicos, climáticos, bióticos e sociais, com mais de 8,5 milhões de quilômetros quadrados de área, sendo o quinto maior país do mundo, e uma população estimada superior a 190 milhões de pessoas (IBGE, 2019). Localizado na América do Sul, seu relevo apresenta-se relativamente suave, com exceção na região sudeste que possui conjunto de serras que podem chegar a pouco mais de mil metros de altitude, e composto por grandes bacias sedimentares, das quais destaca-se a bacia Amazônica, cercada por planaltos de altitudes moderadas. Situado na zona tropical, ocorre o predomínio de climas quentes em boa parte do território, embora a pluviosidade varie desde regiões úmidas ao semiárido. No sul do Brasil, são registradas as menores temperaturas e o clima é subtropical. É banhado a leste pelo oceano Atlântico, com um litoral com trechos pouco recortados. A diversidade climática propicia ainda a existência de uma rica biodiversidade, atestada pela alta densidade de espécies nos principais biomas. Destaca-se a Floresta Amazônica, no norte do país, a maior floresta tropical do mundo, com um complexo e frágil equilíbrio. Ao longo do litoral, restam somente fragmentos da Mata Atlântica, desmatada desde o início da colonização. As plantas e animais do cerrado e da caatinga adaptaram-se aos períodos prolongados de seca que comumente atingem a faixa central do país.

O Brasil possui um grande potencial turístico doméstico e internacional. Um país com a maior parte de seu território com clima ideal para o lazer em clubes e em regiões naturais seja em seu interior ou no litoral, com grande potencial de contribuir para o desenvolvimento socioeconômico, principalmente devido à sua diversidade das condições territoriais, culturais e ambientais (BRASIL, 2013).

2.2 Parâmetros de balneabilidade

Para definir os parâmetros para a qualidade de balneabilidade das águas das piscinas biológicas, estas foram consideradas de contato primário. O CONAMA define na resolução 357/2005 a água de recreação de contato primário como “contato direto e prolongado com a água (tais como natação, mergulho, esqui aquático etc.) na qual a possibilidade do banhista ingerir água é elevada” (BRASIL, 2005). No artigo 14 desta resolução, estão descritas as condições e padrões de qualidade de água que devem ser observados:

I - Condições de qualidade de água:

- a) não verificação de efeito tóxico crônico a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido.
- b) material flutuante inclusive espuma não naturais: virtualmente ausentes;
- c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;
- d) substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;
- e) corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes;
- f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;
- g) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverão ser obedecidos os padrões de qualidade de balneabilidade, previstos na Resolução CONAMA n° 274, de 2001. [...]
- h) Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) 5 dias a 20°C até 3 mg/L O₂;
- i) Oxigênio Dissolvido (OD), em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/L O₂;
- j) turbidez até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT);
- k) cor verdadeira: nível de cor natural do corpo de água em mg Pt/L; e
- l) pH: 6,0 a 9,0.

A resolução 274/2001 do CONAMA determina os requisitos mínimos de balneabilidade das águas de contato primário e as classifica como impróprias ou próprias para o banho (Quadro 1), que são subdivididas ainda em três subcategorias: excelente, muito boa, satisfatória e imprópria (BRASIL, 2001).

Quadro 1. Critérios para classificação das condições de balneabilidade no Brasil de acordo com a Resolução 274/2001 do CONAMA/2015.

Categoria		Padrões para o corpo d'água
Própria	Excelente	Máximo de 250 coliformes termotolerantes/ 100mL ou 200 E. coli/ 100mL ou 25 Enterococcus/ 100mL em 80% ou mais das amostras das cinco semanas anteriores.
	Muito Boa	Máximo de 500 coliformes termotolerantes/ 100mL ou 400 E. coli/ 100mL ou 50 Enterococcus/ 100mL em 80% ou mais das amostras das cinco semanas anteriores.
	Satisfatória	Máximo de 1000 coliformes termotolerantes/ 100mL ou 800 E. coli/ 100mL ou 100 Enterococcus/ 100mL em 80% ou mais das amostras das cinco semanas anteriores.

Imprópria	<p>Não atendimento aos critérios estabelecidos para as águas próprias.</p> <p>Incidência elevada ou anormal, na região, de enfermidades transmissíveis por via hídrica, indicadas pelas autoridades sanitárias.</p> <p>Valor obtido na última amostragem superior a 2500 coliformes termotolerantes/100mL ou 2000 E. coli/ 100mL ou 400 Enterococcus/100mL.</p> <p>Presença de resíduos ou despejos, sólidos ou líquidos, inclusive esgotos sanitários, óleos, graxas e outras substâncias, capazes de oferecer risco à saúde ou tornar desagradável à recreação.</p> <p>pH < 6,0 ou pH > 9,0 (águas doces), à exceção das condições naturais.</p> <p>Floração de algas ou outros organismos, até que se comprove que não oferecem riscos à saúde humana.</p> <p>Outros fatores que contra indiquem, temporária ou permanente, o exercício da recreação de contato primário</p>
-----------	---

Fonte: LOPES, 2013, adaptado de VON SPERLING, 2006

2.3 Requisitos mínimos de qualidade

A norma NBR 10818/2016 estabelece os requisitos mínimos de qualidade biológica, física, química e físico-química da água a fim de garantir que a utilização da água da piscina convencional seja realizada de maneira segura, sem causar prejuízo à saúde e ao bem-estar do usuário (ABNT, 2016). Os requisitos são organizados segundo os critérios de: qualidade biológica; ausência de bactérias do grupo coliforme e/ou *Staphylococcus aureus*; evitar a proliferação de algas; na ocasião de epidemias, verificar a ausência de patógenos relacionados a infecções de olhos e ouvido e micoses; qualidades físicas, químicas e físico-químicas; a limpidez da água deve ser tal que permita a perfeita visibilidade da parte mais profunda da piscina; a superfície da água deve estar livre de matérias flutuantes, estranhas à piscina e livre de detritos; o pH da água deve ser mantido entre 7,2 e 7,8. A concentração de cloro na água da piscina deve ser mantida entre 0,8 mg/L a 3,0 mg/L de cloro livre. Em água de lavapés deve ficar acima de 3,0 mg/L de cloro livre; na ocasião de corrosão ou formação de depósitos, coloração anormal ou falta de limpidez, recomenda-se verificar teor de sólidos dissolvidos, alcalinidade total, dureza e metais contidos na água (ferro, cobre, manganês ou outros); e água de suprimento.

2.4 Subprodutos de desinfecção

Para avaliar os subprodutos de desinfecção provenientes das reações do cloro com as substâncias contidas na água e seus respectivos danos à saúde pública, foram utilizados estudos de Paull e Barron (2004), Pinheiro e Esteves (2005), Richardson (2005), Mourão (2007), Nystad et al (2008), Brasil (2014), Amarasooriya e Weragoda (2014), HCMA (2016), DALE (2016), Ferreira Filho (2017).

2.5 Projeto de execução de piscinas biológicas

Na categoria de projeto, a norma 10339/1988 para sistema de recirculação e tratamento (ABNT, 1988) estabelece o tempo necessário para a filtração de um volume de água igual ao volume do tanque através do sistema de recirculação e tratamento (Quadro 2).

Quadro 2. Tempo máximo de recirculação de acordo com a NBR 10339/1988

Profundidade do tanque (m)	Classe de piscinas	
	Públicas, coletivas, de hospedarias, residenciais coletivas	Residenciais privativas
Profundidade máxima $\leq 0,6$ m	2 h	6 h
Profundidade mínima inferior a 0,60 m e profundidade máxima superior a 0,60 m	4 h	6 h
Profundidade mínima entre 0,60 m e 1,80 m	6 h	8 h
Profundidade mínima superior a 1,80 m	8 h	12 h

Fonte: ABNT, 1988, p. 2

Se a piscina for suprida pela rede de distribuição de água, a tubulação de abastecimento deverá ser separada verticalmente e sem obstáculos do nível máximo de transborde da piscina. A separação deve ter duas vezes o diâmetro da tubulação utilizada e ser maior que 0,20 m.

A norma 9818/1987 para Projeto de execução de piscina (tanque e área circundante) (ABNT, 1987) recomenda a área mínima por banhista (Quadro 3).

Quadro 3. Área mínima da superfície de água (m²) por banhista de acordo com a NBR 9818/1987

Proporção entre a área pavimentada circundante ao tanque e a área da superfície de água	Área mínima da superfície da água (m ²) por banhista presente simultaneamente na piscina	
	Partes do tanque com profundidade máxima de 1,50 m	Parte do tanque com profundidade superior a 1,50 m
< 1	1,4	1,9
≥ 1	1,1	1,4
≥ 2	0,7	0,9

Fonte: ABNT, 1987, p. 2

Para o dimensionamento e técnicas de construção da piscina biológica utilizaram-se catálogos de empresas de piscinas convencionais, como o catálogo da jacuzzi, “Projeto de Piscinas”, e de piscinas biológicas, como a inglesa *Organic Pools*, com seu livro “*Organic Pools- DIY Manual: Howto build yourown natural swimming pool*”. Para o estilo da piscina, seguiu-se o padrão da empresa Ecosys Lagos Ornamentais (Figuras 1 a 5).

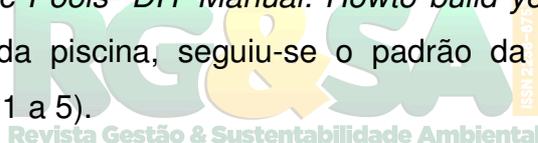


Figura 1. Imagem de dimensionamento de Piscina Natural em Córrego



Área: 104,0m²
 Volume: 90,7m³
 Profundidade máxima: 1,4m
 A lagura dos 'braços' variam 2,0m de 4,0m, o comprimento dos mesmos varia de 6,0 a 10,0m.

Fonte: <http://ecosys.com.br/>

Figura 2. Imagem de dimensionamento de Piscina Natural Compacta



Área: 35m² / Volume: 30m³
Profundidade máxima: 1,6m
Tem uma área de natação, uma prainha e um canto raso com uma cascata, acabamento com pedras granito roliado de grande porte e areia branca.

Fonte: <http://ecosys.com.br/>

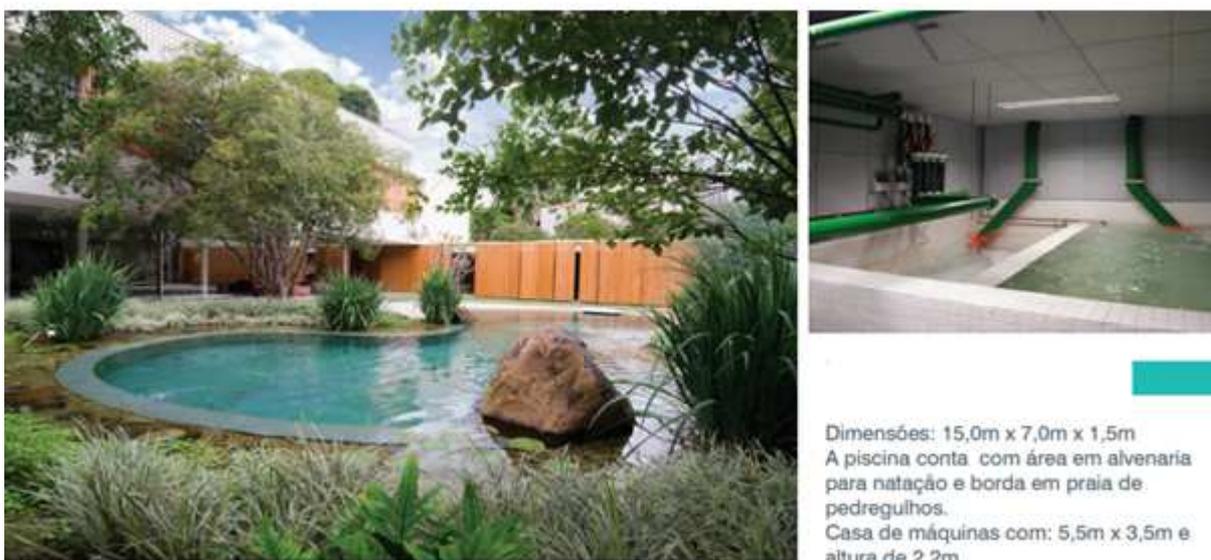
Figura 3. Imagem de dimensionamento de Piscina Natural Formal



Dimensões: 17m x 3,5m x 1,5m
A piscina conta com uma borda mais rasa e um espelho d'água plantado, além da raia para Natação.
Casa de máquinas com: 3,0m x 2,65m e altura de 1,5m.

Fonte: <http://ecosys.com.br/>

Figura 4. Imagem de dimensionamento de Piscina Natural Semiformal



Fonte: <http://ecosys.com.br/>

Figura 5. Imagem de dimensionamento de Piscina Natural em Praia



Fonte: <http://ecosys.com.br/>

De acordo com Coelho (2017), foram realizados estudos com a finalidade de adquirir os conhecimentos sobre o poder de limpeza das macrófitas exercida sobre a água. Foram utilizados baldes de 40 litros, com cada tipo de macrófitas. A espécie aguapé (*Eichhorniacrassipes*) teve melhor desempenho, reduzindo a quantidade dos

seguintes elementos nas seguintes quantidades: N (Nitrogênio) 90,4%, P (Fósforo) 96,0%, K (Potássio) 95,6%, Ca (Cálcio) 64,3%, Mg (Magnésio) 97,0%, S (Enxofre) 28,7% e Na (Sódio) 49,5%.

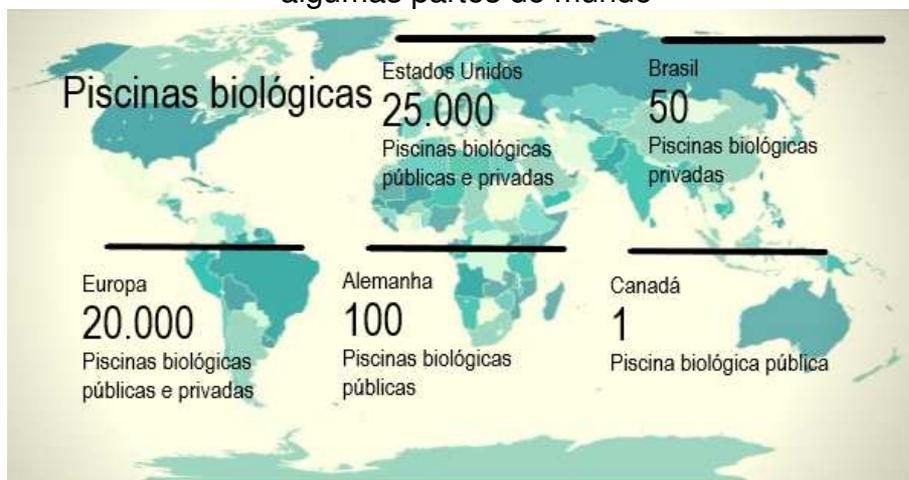
Para o caso de piscinas biológicas, podem-se usar plantas da espécie *nymphaea*. A escolha das espécies de plantas varia de acordo com os lugares onde a piscina será implementada. Cada espécie possui melhor adaptabilidade de acordo com o clima do local e isso deve ser avaliado em cada caso (HCMA, 2016). Como o Brasil possui climas temperados e tropicais, essa escolha é mais abrangente e a maioria das espécies se adapta bem as temperaturas do nosso território (SCHWAZER, 2014).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Piscinas Biológicas são caracterizadas pelos métodos de tratamento e purificação da água, e utilizam de métodos naturais e biológicos para providenciar águas balneáveis, sem utilizar produtos químicos (HCMA, 2016). Basicamente, as piscinas biológicas são pequenos lagos construídos que imitam ou recriam os processos ecológicos que ocorrem nos sistemas aquáticos naturais.

A primeira piscina biológica foi desenvolvida na Áustria, durante a década de 1980. Desde então, os números de implementação cresceram subitamente, chegando a aproximadamente 20.000 piscinas públicas e privadas só na Europa (HCMA, 2016). A primeira piscina biológica na América do Norte está situada em Minneapolis, Minnesota, Estados Unidos, inaugurada em julho de 2015 (Figura 6).

Figura 6. Imagem ilustrativa da quantidade aproximada de piscinas biológicas em algumas partes do mundo



Fonte: http://hcma.ca/wp-content/uploads/2016/04/Natural-Swimming-Pools-Report_HCMA.pdf, adaptado

O Condomínio Ecológico Vale do Tinguá, RJ, pioneiro na implementação de projetos sustentáveis, apresentou a primeira piscina biológica do Rio de Janeiro e, provavelmente, a primeira do país com tratamento totalmente biológico. O projeto foi inaugurado em 23 de junho de 2012 e possui as seguintes especificações: Área total: 378m²; área de natação: 230m²; área de regeneração: 130m²; córrego: 18 m²; profundidade – 1,70-2,20m; volume total de água: ± 580.000Ltr; fluxo total de água /dia: ± 1.200.000Ltr; volume de filtro biomecânico: 180m³; sistema de circulação: híbrido (bomba de água e bomba de ar); consumo energético: 1,4Kw; 6 AMP (BIONATARE, 2018).

Esse crescimento de projetos de piscinas biológicas deve-se a ascensão do conhecimento público em relação aos riscos de piscinas com tratamentos químicos (HCMA, 2016), principalmente o cloro.

A desinfecção da água para consumo humano com o cloro, e não só, proporciona a eliminação de um grande número de microrganismos, como também conduz a formação de subprodutos de DBP na água (PINHEIRO; ESTEVES, 2005; AMARASOORIYA; WERAGODA, 2014). Os DBP resultam da reação química entre o cloro com a matéria orgânica presente na água durante a fase de tratamento (RICHARDSON, 2005; BRASIL, 2014). São várias as espécies de DBP formadas durante a cloração da água e, de entre eles, as de maiores proporções ainda conhecidas são os trihalometanos (*Trihalomethanes*) e os ácidos haloacéticos (*HaloaceticAcid*), e já em menores proporções podem encontrar-se os haloacetoneitrilos (*Haloacetoneitriles*), os haloacetonas, as halocloropicrinas etc. (PAULL; BARRON, 2004; FERREIRA FILHO, 2017).

Conforme Serrano e Gallego (2007), citado por Pereira (2007), a formação dos DBP durante a fase da cloração da água envolve diversas variáveis, dos quais se destacam: matéria orgânica dissolvida, pH da água a ser desinfetada, a dose do cloro aplicada na desinfecção, a concentração de íons brometo na água, o tempo de contato ou reação do cloro e a temperatura a que se encontra a água.

Ocasionalmente, os produtos químicos utilizados para tratamento e os DBP afeta o sistema respiratório humano e desencadeando alergias em pessoas, como as otites, e isso se deve a reação, principalmente, do cloro e gerando através de reações químicas trihalometanos e cloraminas (NYSTAD et al, 2008), além de DBP com propriedades carcinogênicas (HCMA, 2016).

Efeitos adversos à saúde comuns da exposição ao DBP ainda incluem irritação dos olhos, da pele e das vias respiratórias, além de preocupações com asma, riscos reprodutivos e câncer. Substâncias químicas derivadas ou utilizadas por humanos (como transpiração, óleos corporais e cosméticos) também podem reagir com desinfetantes a base de cloro e formar DBP. No entanto, os riscos de exposição do DBP continuam a crescer e podem até mesmo impedir o uso de piscinas convencionais(HCMA, 2016).

As piscinas biológicas trazem benefícios diretos à saúde, beneficiando atletas pela qualidade da água (HCMA, 2016), já que muitos nadadores que necessitam de treinos diários e intensos tendem a adquirir problemas respiratórios (NYSTAD et al, 2008) com o uso do cloro em piscinas convencionais.

Além de uma água que não interfere nos sistemas respiratórios, as piscinas biológicas, por possuírem uma água esverdeada, são utilizadas para terapia, mais especificamente a cromoterapia. De acordo com Teng (2018), o verde corresponde ao Chakra Cardíaco. Age no coração e na pressão sanguínea. Acalma e descongestiona. Do ponto de vista psicológico, o verde traz um sentimento de renovação e vida nova. Indicado para baixar a pressão, baixar a febre, insônia, problemas emocionais, ativar o crescimento das crianças, vitalizar os órgãos do sistema digestivo, vitalizar órgãos do sistema urinário, estimular o pâncreas e nos tratamentos de câncer.

É importante salientar que, de acordo com a HCMA (2016), quanto mais próximos os humanos estão de um envolvimento com a natureza, mais benefícios à saúde eles são capazes de aproveitar.

As piscinas biológicas necessitam de procedimentos para assegurar sua balneabilidade, mas as compras de tratamento químico são eliminadas e os requisitos de bombeamento mecânicos e elétricos são minimizados e a água é continuamente reciclada. Além disso, as piscinas convencionais necessitam da troca periódica da água, que é descartada com produtos químicos e podem contaminar lençóis freáticos a cada substituição de água. Enquanto que as piscinas biológicas não precisam dessa troca de água, são ricas em bactérias e podem ser usadas na irrigação de jardins (HCMA, 2016).

Quando as pessoas entram em águas de banho, instantaneamente estão cedendo ao meio excretas nitrogenadas, pelo meio da uréia, porém isso favorece as

plantas. O nitrogênio acaba servindo como fertilizante para as plantas aquáticas (Figura 7).

Figura 7. Imagem da representação do ciclo do nitrogênio nas piscinas biológicas



Fonte: http://hcma.ca/wp-content/uploads/2016/04/Natural-Swimming-Pools-Report_HCMA.pdf, adaptado

Segundo Stock (2017), estudos da Universidade do Arizona indicaram que, sem perceber, as pessoas carregam 0,14 grama de fezes e na pele adjacente ao ânus existe uma quantidade de fezes que pode ser suficiente para contaminar a água. Além do *Cryptosporidium*, pode-se citar outros agentes patogênicos como as bactérias *Pseudomonas*, *Shigella*, *Legionella*, *Escherichia coli*, *Norovírus*, o parasita *Giardia* e segundo Moreira (2010), fungos que podem formar colônias de dois tipos, as leveduriformes e as filamentosas.

Geralmente, algumas empresas adotam um passo extra, isso é realizado para assegurar que a desinfecção seja eficaz (quase esterilizando a água de patógenos). Esse passo extra pode ser feito com câmaras com esterilizadores ultravioletas (UV). O UV combate eficazmente a contaminação microbiana inativando bactérias, vírus e outros organismos patogênicos, evitando que se reproduzam e provoquem outros riscos à saúde (TECHFILTER, 2018).

Segundo Lopes (2009), em lagoas e represas, devido ao fluxo lento, principalmente em locais mais distantes da captação, a água é exposta durante maior período de tempo à radiação solar, o que vai proporcionar o decaimento de alguns microrganismos, como as bactérias e protozoários. Em um estudo conduzido por Linden et al. (2001) citado por Lopes (2009), foi demonstrado que a radiação solar

teve alto efeito germicida sobre inativação de oocistos de *Cryptosporidium* na onda entre 250 e 270 nm, o que favorece as piscinas biológicas.

O procedimento mais importante para o tratamento das piscinas biológicas e o que acarretará maior biodiversidade para a piscina é a área de regeneração.

A área de regeneração serve justamente para equilibrar o ecossistema, quebrando bactérias prejudiciais e transformando-as em nutrientes para as plantas. Esse sistema implantado nas piscinas biológicas fica mais estável conforme o tempo e pela quantidade de componentes biológicos, garantindo sua auto-sustentabilidade e obtendo melhores resultados na filtragem e desinfecção (SCHWARZER e SCHWARZER, 2010). É uma etapa segura e uma alternativa sustentável em contrapartida do método convencional de tratamento químico. Essa área de regeneração é composta pelas plantas (macrófitas e nymphaeas) que oxigenarão a piscina.

De acordo com Schwazer (2014), ao aumentarem o nível de oxigenação da água, impedem o desenvolvimento de microrganismos patogênicos, porque estes de um modo geral preferem ambientes anaeróbios, não prosperando em sistemas bem oxigenados.

Graças à existência das macrófitas aquáticas, as piscinas biológicas também criam habitats para vários grupos de macroinvertebrados como, por exemplo, as larvas de libelinhas e libélulas (SCHWARZER e SCHWARZER, 2010) e para anfíbios e répteis (MALKMUS e SCHWARZER, 2000; SPIEKER et al., 2012) além da retirada de metais pesados, do consumo de nutrientes presentes no meio aquático. Conforme Rodrigues et. al. (2016), em ambientes aquáticos contaminados por metais pesados podem ser utilizadas plantas aquáticas, as macrófitas, aproveitando suas características fisiológicas para retirar, inertizar ou conter os poluentes dispersos no ambiente onde as plantas extraem os metais pesados (ou outros poluentes) e os acumulam nos tecidos.

As possíveis impurezas que afetarão a ecologia da piscina biológica deverão ser filtradas por um filtro biológico, que funciona com camadas de pedras e areias para reter os materiais orgânicos. Durante a percolação da água da piscina pelo filtro, e com uma camada de agentes decompositores (bactérias) residentes, realiza a decomposição das impurezas orgânicas retidas por meio da digestão das bactérias aeróbias (SAAE, 2006).

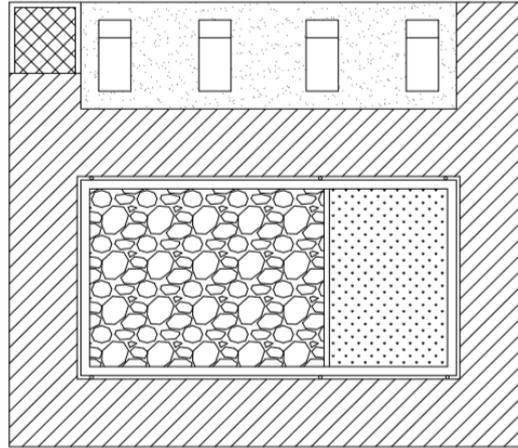
O preço de uma piscina biológica pode variar de R\$ 4.000,00 o m² a R\$ 5.000,00 o m² da construção, isso, em primeiro instante pode parecer custoso se comparada com piscinas convencionais de alvenaria que variam de R\$ 2.000,00 o m² a R\$ 3.000,00 o m² e ainda mais se comparado com piscinas de material vinílico prontas para serem instaladas que se encontram na faixa de R\$ 1.000,00 o m² (HABITISSIMO, 2017).

De acordo com Santos (2013, atualizado 2017/2018), para manter uma piscina de 12,00 x 4,40 x 1,40(maior piscina de fibra produzida) será necessário consumir em um mês os seguintes produtos:7,1 quilogramas de cloro;3,3 litros de algicidas de manutenção; 1,3 litros Clarificante; 2,0 quilogramas de Barrilha; 3,8 Litros Eliminador de oleosidade (item opcional, lembrando que o mesmo serve para viabilizar o uso de protetor ou bronzeador solar na piscina). Chegando a um valor total aproximado de R\$ 400,78 por mês. E o custo com energia para as bombas pode variar de acordo com a distribuidora de energia do Estado, chegando a uma média aproximada de R\$30,00 por mês, utilizando as bombas durante 6 horas por dia.

Já para as piscinas biológicas, os custos de manutenção de acordo com a empresa TotalHabitat (2018), chegam a ser quase nulos. Os gastos serão os de energia para as bombas de recirculação, aproximadamente de R\$20, 00 por mês para uma piscina biológica de 50m² e 1,4 m de profundidade. E a cada seis meses deverá ser feito um controle biológico das plantas aquáticas (poda e retirada do excessivo), sendo aproximadamente de R\$ 300,00 para contratar um especialista.

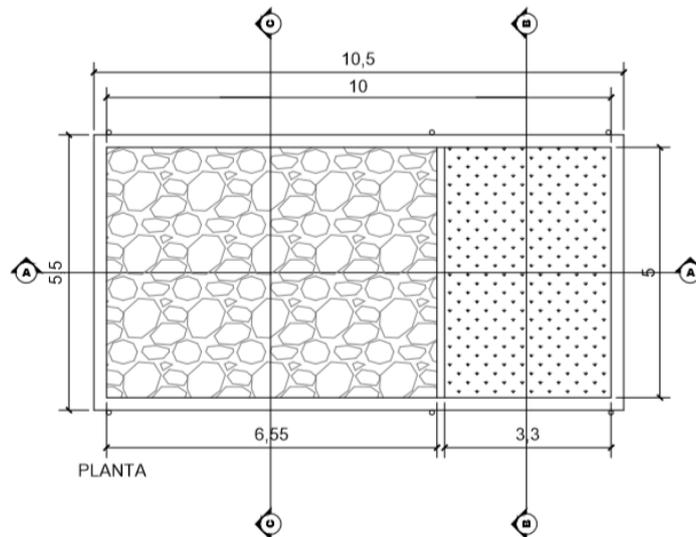
Portanto, realizou-se um projeto mais rentável do que os modelos de piscinas biológicas que se encontram no mercado, isso, para obter uma maior viabilização de projetos de piscinas biológicas. Utilizaram-se quatro etapas: 1- Planta baixa do visual que a piscina adotaria (Figura 8); 2- Planta baixa das dimensões da piscina, sendo elas de 10,50 m X 5,50 m (57,75 m²) e separada em área de banho de 6,55 m X 5,00 m (32,75 m²) e área de regeneração 3,30 m X 5,00 m (16,5 m²) (Figura 9); 3- Efetuou-se cortes da piscina para demonstrar a inclinação que haverá na área de banho (Figura 10); 4- Escolheu-se os materiais para a implementação da piscina e efetuou-se uma planilha orçamentária para obter um valor aproximado do custo para implementação de uma piscina biológica (Quadro 4).

Figura 8. Imagem em planta representando as configurações do projeto



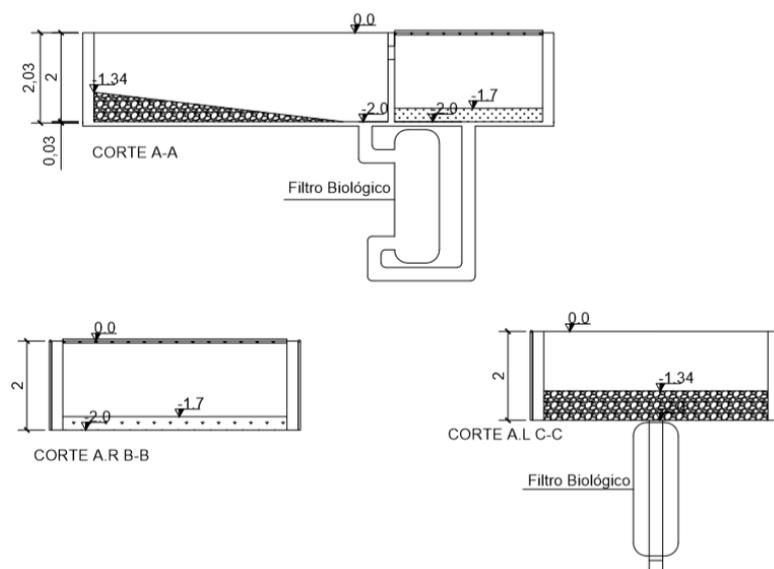
Escala aproximada: 1:100
Fonte: Autores (2018)

Figura 9. Imagem representando as dimensões do projeto



Escala aproximada: 1:75
Fonte: Autores (2018)

Figura 10. Imagem representando os cortes do projeto



Escala aproximada: 1:75
 Fonte: Autores (2018)

Quadro 4. Planilha orçamentaria do projeto

Piscina Biologica				
Revestimento				
Paredes	M2	Preço Concreto	Areia M3 (h=0.1m)	Preço Areia
A	7,37	R\$ 2.211,00		
B	19,17	R\$ 5.700,00		
C	19,17	R\$ 5.700,00		
D	10,00	R\$ 3.000,00		
E	7,50	R\$ 2.250,00		
Piso				
	57,75	R\$ 17.325,00	5,78	R\$ 478,92
Total	113,46	R\$ 36.186,00	5,78	R\$ 478,92
Paredes Internas		Manta (lata)	Manta (R\$ 219,90/lata)	
1	6,7m2	1,34	R\$ 294,66	
2	11,2685m2	2,25	R\$ 484,78	
3	11,2685m2	2,25	R\$ 484,78	
4	10m2	2,00	R\$ 439,80	
5	10m2	2,00	R\$ 439,80	
6	6,66m2	1,33	R\$ 292,47	
7	10m2	2,00	R\$ 439,80	
8	6,66m2	1,33	R\$ 292,47	
Total		14,51	R\$ 3.168,55	
Plantas		Preço	Quantidade	Preço
Nymphaea Lotus		R\$25,00 / Muda	15	R\$ 375,00
Nymphaea Amazonum		R\$25,00 / Muda	15	R\$ 375,00
Nymphaea Caerolua		R\$25,00 / Muda	15	R\$ 375,00
Nymphaea alba		R\$23,90 / Muda	15	R\$ 358,50
Total				R\$ 1.483,50
Extras				Preço
Bomba Bm-75 3/4 CV				R\$ 806,54
Filtro Biológico por gravidade- Bioplus 3000 Lt				R\$ 189,90
Preço Total Materiais				R\$42.313,41
M.D.O. (Adotado 30%)				R\$12.694,02
Lucro (Adotado 40%)				R\$16.925,36
Preço Total				R\$71.932,80

Fonte: Autores (2018)

Neste orçamento obteve-se o valor do metro quadrado: R\$ 1.245,60 m². É um valor que demonstra a possibilidade de implementar um projeto com esse custo. São

questões da escolha dos materiais e se utilizarão outro método para a filtração da água da piscina como raios UV. São opções para o cliente que podem aumentar ou diminuir o valor do projeto.

Os projetos de piscinas biológicas encontrados em empresas do ramo, aonde 50m² chegam a custar R\$ 250.000,00 (ECOSYS, 2018) e possuem gastos anuais de aproximadamente R\$906,90. Piscinas convencionais de 50m² chegam a custar R\$ 100.000,00 (HABITISSIMO, 2017) e possuem gastos anuais de aproximadamente R\$ 5.434,08. Enquanto a piscina modelo de 57,75m² chegou ao valor de R\$71.932,80 e possui gastos anuais de R\$906,90 (Quadros 5 e 6).

Quadro 5. Planilha com gastos mensais das piscinas

Meses	Gastos (Convencional)	Gastos (Biológico)
1	R\$452,84	R\$30,69
2	R\$452,84	R\$30,69
3	R\$452,84	R\$30,69
4	R\$452,84	R\$30,69
5	R\$452,84	R\$30,69
6	R\$452,84	R\$330,69*
7	R\$452,84	R\$30,69
8	R\$452,84	R\$30,69
9	R\$452,84	R\$30,69
10	R\$452,84	R\$30,69
11	R\$452,84	R\$30,69
12	R\$452,84	R\$330,69*
Em 1 Ano	R\$5.434,08	R\$906,90
Em 5 Anos	R\$27.170,40	R\$4.534,50
Preço de construção	R\$100.000,00(1)	R\$71.932,80
Gasto total em 1 ano	R\$105.434,08	R\$72.839,70
Gasto total em 5 anos	R\$127.170,40	R\$76.467,30

*A cada 6 meses precisa efetuar a poda das plantas, que custa em média R\$300,00

Fonte: autores (2018); (1) HABITISSIMO, 2017

Quadro 6. Planilha com componentes da manutenção da piscina convencional

Indicações	Cloro	Algicida de Manutenção	Energia
Preço	R\$28,90/Kg	R\$16,99/L	R\$ 0,37/kWh
Necessário	7,10Kg	3,30 L	6h/d
Total/mês	R\$205,19	R\$56,07	R\$30,69
Indicações	Clarificante	Barrilha	Total
Preço	R\$ 15,90/L	R\$7,6/Kg	
Necessário	1,30 L	2,00 Kg	
Total/mês	R\$20,67	R\$15,20	R\$327,82
Eliminador de Oleosidade (opcional)			
	R\$ 32,90/L		
	3,8 L		
	R\$125,02	Total: R\$452,84	

Fonte: Americanas; Cobasi; Santos; Webarcondicionado (2018)

4 CONCLUSÃO

Piscinas Biológicas representam uma solução inovadora para novos empreendimentos e para transformações de piscinas convencionais em piscinas biológicas com menores custos operacionais. O processo de filtração natural realizado por filtros biológicos e plantas aquáticas pode reduzir o custo com energia e com a não utilização de produtos químicos, o que reduz os custos operacionais das piscinas biológicas consideravelmente. No entanto, pode ocorrer possíveis aumentos na manutenção regular da equipe relacionada à manutenção contínua de superfícies e de plantas.

Isto é principalmente devido à necessidade de construir duas piscinas (zona recreativa para banho e zona de regeneração). Lembrando que, para que o sistema de filtração natural da piscina funcione de forma otimizada, é necessário a educação do usuário para entender os processos básicos da ecologia da água. Isso pode incluir o manejo do plantio e a prevenção da atividade intrusiva da vida selvagem.

Para finalizar, assegurasse a viabilidade das piscinas biológicas com um projeto de valor quase equiparado ao de piscinas convencionais e ainda obtém-se a vantagem de piscinas biológicas não possuem grandes gastos de manutenção. Já que a ecologia estabiliza-se e melhora com o decorrer do tempo.

Portanto, conclui-se que é possível realizar um projeto de piscina biológica com menor custo do que o encontrado no mercado, além de que trará benefícios a saúde de quem a utiliza, tanto benefícios físicos como psicológicos.

Agradecimentos: Agradecimentos ao professor orientador Claudionor Alves da Santa Rosa pelo apoio á pesquisa desse artigo, à professora Fatima Alessandra Deanna Buono Campos por ceder material usado para referência da pesquisa e ás empresas Ecosys Lagos Ornamentais e Aquarismo LTDA e Genesis Ecosistemas.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9.816: Piscina - Terminologia. Rio de Janeiro, 1987.

_____. NBR 9.818: Projeto de execução de piscina (tanque e área circundante). Rio de Janeiro, 1987.

_____. NBR 9.819: Piscina - Classificação. Rio de Janeiro, 1987.

_____. NBR 9.897: Planejamento de Amostragem de Efluentes Líquidos e Corpos Receptores. Rio de Janeiro, 1987.

_____. NBR 10.339: Projeto e execução de piscina - Sistema de recirculação e tratamento. Rio de Janeiro, 1988.

_____. NBR 10.818: Qualidade da água de piscina - Procedimento. Rio de Janeiro, 2016.

_____. NBR 11.238: Segurança e higiene de piscinas. Rio de Janeiro, 1990.

AMARASOORIYA, A.A.G.D; WERAGODA, S. K. Survey of Disinfection by-products in drinking water in Greater Kandy Water supply scheme. 2014. [Internet]. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/301895298>>

A BÍBLIA. Leviticos 22. Tradução de João Ferreira Almeida. Rio de Janeiro: King Cross Publicações, 2008. 1110 p. Velho Testamento e Novo Testamento.

Citação:

A BÍBLIA. João 3-5. Tradução de João Ferreira Almeida. Rio de Janeiro: King Cross Publicações, 2008. 1110 p. Velho Testamento e Novo Testamento.

Citação:

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. 357, de 18 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, DF, 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>

_____. Resolução n. 274, de 25 de janeiro de 2001. Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. Brasília, DF, 2001. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=272>>

AMERICANAS. Barrilha Leve Elevador De Ph 2kg Genco Para Piscinas [Internet]. Disponível em: <https://www.americanas.com.br/produto/38615111/barrilha-leve-elevador-de-ph-2kg-genco-para-piscinas?WT.srch=1&epar=bp_pl_00_go_pla_casaconst_geral_gmv&gclid=Cj0KCQjw9NbdBRCwARIsAPLsnFakGd1I-6hddGpm0OP0ah7J-NcoCUcSo-U_FxWGLDWrk9pOYvmUlf8aAmfBEALw_wcB&opn=YSMESP&sellerId=7090000000179>

BRASIL. Plano Nacional de Turismo Nacional 2013 – 2016: “O Turismo fazendo muito mais pelo Brasil. 2013. [Internet]. Disponível em: <http://www.turismo.gov.br/sites/default/turismo/noticias/todas_noticias/Noticias_download/PNT_2013-2016.pdf>

BRASIL. Como Exportar. Áustria. Brasil. Ministério das Relações Exteriores. Departamento de Promoção Comercial. Divisão de Informação Comercial. Brasília: MRE, 2014. 59p. [Internet] Disponível em: <http://www.fecomerciomg.org.br/wp-content/uploads/2014/07/como_exportar_austria.pdf>

COBASI. Eliminador de Oleosidade HTH 1L [Internet]. Disponível em: <https://www.cobasi.com.br/eliminador-de-oleosidade-hth-3537314/p?idsku=537314&utm_source=gp_pla&utm_cp=melhorpreco&gclid=Cj0KCQjw9NbdBRCwARIsAPLsnFZ2HPr_Wy-qQhqc2-q5zDvTpSa1iBPM6s9KqtLd07NCsRmerOHPoEoaArZZEALw_wcB>

COBASI. Clarificante e FloculanteMaxfloc HTH [Internet]. Disponível em: <https://www.cobasi.com.br/clarificante-e-floculante-maxfloc-hth-3730335/p?idsku=730335&utm_source=gp_pla&utm_cp=melhorpreco&gclid=Cj0KCQjw9NbdBRCwARIsAPLsnFZe6b09OY0CaLDY3aVNTs7664uhXTrlbYgHAsC6zTNWRCfaScFfa44aAthhEALw_wcB>

COBASI. Algicida Previne Água Verde HTH [Internet]. Disponível em:<https://www.cobasi.com.br/algicida-de-manutencao-5l-hth-3730114/p?idsku=730114&utm_source=gp_pla&utm_cp=melhorpreco&gclid=Cj0KCQjw9NbdBRCwARIsAPLsnFYYMZnjBynD3alAh_qJFnMIGk7XVHtzK2fZb0ai9oCv47qrPsloz0caAuvKEALw_wcB>

COBASI. Cloro Granulado HTH [Internet]. Disponível em:<https://www.cobasi.com.br/cloro-granulado-hth-3730149/p?idsku=730149&utm_source=gp_pla&utm_cp=melhorpreco&gclid=Cj0KCQjw9NbdBRCwARIsAPLsnFbAEzwXDacChF6pdlu8bmqqgcpkpUAmUAYveKBX6t9mTiwcDOApwUp4aAiieEALw_wcB>

COELHO, JOSÉ CARLOS. Macrófitas Aquáticas Flutuantes na Remoção de Elementos Químicos de Água Residuária. Botucatu, 2017. 78 páginas.

DALE, Joana. Tendência na Europa, piscinas biológicas ganham terreno por aqui. 10/01/2016 - 06:00. O Globo. [Internet]. Disponível em:<<https://oglobo.globo.com/ela/tendencia-na-europa-piscinas-biologicas-ganham-terreno-por-aqui-18437108#ixzz3wxEQIDTW>>

FERREIRA FILHO, Sidney Seckler. Tratamento de água: concepção, projeto e operação de estações de tratamento. 1. ed. - Rio de Janeiro: Elsevier, 2017. il. ; 27 cm. ISBN: 978-85-352-8740-0. 

HABITISSIMO. 4 piscinas com preço [Internet]. Disponível em:<<https://projetos.habitissimo.com.br/projeto/4-piscinas-com-precos>>

HCMA. Natural swimming pools- The future of public swimming without chlorine [Internet]. Disponível em:<http://hcma.ca/wp-content/uploads/Natural-Swimming-Pools_HCMA.pdf>

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2010: população do Brasil é de 190.732.694 pessoas. 2019. [Internet]. Disponível em:<<https://censo2010.ibge.gov.br/noticias-censo.html?view=noticia&id=3&idnoticia=1766&busca=1&t=censo-2010-populacao-brasil-190-732-694-pessoas>>

KUHN, N., 2005. Ingenieurbiologie I: VegetationstechnikimurbanenBereich, pp. 38 – 56. TechnischeUniversität, Berlin.

LOPES, F. W. A.; MAGALHÃES JR, A. P.; VON SPERLING, E. Balneabilidade em águas doces no Brasil: riscos à saúde, limitações metodológicas e operacionais.

Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde – Hygeia, v. 9, n. 16, p. 28 - 47, 2013.

LOPES, Ana Maria Moreira Batista. Avaliação da ocorrência de oocistos de *Cryptosporidium* spp. E de *Giardia* spp. 2009. E de sua associação com indicadores bacteriológicos e turbidez na represa de Vargem das Flores – MG. Universidade Federal de Minas Gerais. Programa de pós-graduação em saneamento, meio ambiente e recursos hídricos. Mestrado (Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos). Belo Horizonte, 2009. 126 f.

MALKMUS R, SCHWARZER U (2000). Die Verbreitung der Amphibien und Reptilien in Südwest-Portugals. Zeitschrift für Feldherpetologie 7: 37 – 75

MOREIRA, CAROLINA GASCH. Fungos em Ambientes Aquáticos Continentais [Internet]. Disponível em: <http://www.biodiversidade.pgibt.ibot.sp.gov.br/Web/pdf/Fungos_em_ambientes_aqu%C3%A1ticos_Carolina_Gasch_Moreira.pdf>

MOURÃO, GISELA. Piscinas Biológicas - Conceito, Construção e Manutenção [Internet]. Disponível em <<http://www.aldeia.org/portal/user/documentos/gmourao.pdf>>



NYSTAD et al. Baby swimming and respiratory health [Internet]. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2938773/>>

OLSEN, Kevin. Clear waters and a green gas: A history of chlorine as a swimming pool sanitizer in the United States. 2007. Bull. Hist. Chem. **Volume 32**, Number 2 (2007)

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. Metodologia do trabalho científico [recurso eletrônico]: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. ISBN 978-85-7717-158-3 1. 277 f.

PAULL, B and BARRON, L.; Journal of Chromatography A 1046 (2004) 1 – 9.

PEREIRA, DILSON DA CRUZ FERNANDES. Detecção de Subprodutos da Desinfecção com Cloro em Água Dessalinizada. 2007. [Internet], Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/38682504.pdf>>

PINHEIRO, P.B.M. and ESTEVES da SILVA, J.C.G. Analytical and Bioanalytical Chemistry 382 (2005) 341 – 346.

REDAÇÃO MINHA VIDA. Banho com águas termais rejuvenesce a pele e alivia dores pelo corpo [Internet]. Disponível em: <<https://www.minhavidade.com.br/alimentacao/materias/2381-banho-com-aguas-termais-rejuvenesce-a-pele-e-alivia-dores-pelo-corpo>>

RICHARDSON, S. D. Global Nest Journal 7 (2005) 43 – 60.

RODRIGUES, Caroline Legramanti. Metanálise: um guia prático. 2010. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Matemática. Departamento de Estatística. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso: graduação em Estatística). 54 fls. 2010.

RODRIGUES, A. C. D.; SANTOS, A. M.*; SANTOS, F. S.; PEREIRA, A. C. C.; SOBRINHO, N. M. B. A. Mecanismos de Respostas das Plantas à Poluição por Metais Pesados: Possibilidade de Uso de Macrófitas para Remediação de Ambientes Aquáticos Contaminados. Rev. Virtual Quim., 2016, 8 (1), 262-276. Data de publicação na Web: 7 de janeiro de 2016.

SAAE – SERVIÇO AUTÔNOMO de ÁGUA e ESGOTO. Sistemas de Tratamento de Esgoto [internet]. Disponível em: <https://www.saaeara.com.br/arquivos/outros/Tratamento_de_Esgoto.pdf>

SANTOS, GUSTAVO. Quanto custa manter uma piscina? [Internet]. Disponível em: <<http://piscina-online.blogspot.com/p/quanto-custa-manter-uma-piscina.html>>

SANTOS, GUSTAVO. Quanto gasta um motor de piscina? [Internet]. Disponível em: <<http://piscina-online.blogspot.com/2012/08/quanto-gasta-um-motor-de-piscina-em-kw.html>>

SERVIÇO DE PNEUMOLOGIA E ALERGIA PEDIÁTRICA. Piscina, Cloro e Doenças Respiratórias. 2018. [Internet]. Disponível em: <http://www.amipersonali.com/arquivos/piscina_cloro.pdf>

SCHWAZER et al. Piscinas Biológicas e Serviços Ecosistêmicos: Que Relação? [Internet]. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/322077903_Piscinas_Biologicas_e_Servicos_Ecosistemicos_Que_Relacao?enrichId=rgreq-35ff264afef7fd22310f2d0477ecb692-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdIOzMyMjA3NzkzMztBUzo1NzYxMjkxMzY1Nzg1NjBAMTUxNDM3MTI5ODcxMQ%3D%3D&el=1_x_3&_esc=publicationCoverPdf>

SCHWARZER C, SCHWARZER U (2010). Biodiversidade em piscinas biológicas [Internet]. Disponível em: <www.biopiscinas.pt>

SPIEKER J, HIRCH S, SCHWARZER C, SCHWARZER U, FREHSE H, BRUNS S (2012). FreibädermitbiologischerWasseraufbereitung, HandbuchAngewandteLimnologie, Weinheim 30:1-28.

STOCK, ADRIANA. As Doenças que você pode pegar em Piscinas Mal Cuidadas- E como se Proteger [Internet]. Disponível em:<<http://www.bbc.com/portuguese/geral-42446727>>

TECHFILTER. Esterilizador Ultravioleta [Internet]. Disponível em: <<http://www.techfilter.com.br/produtos/esterilizador-ultravioleta>>

TENG, TERESA KAM. A cromoterapia como tratamento [Internet]. Disponível em:<<https://www.docelimao.com.br/site/menu-do-assinante/videodicas-assinantes/86-terapias/1269-a-cromoterapia-como-tratamento.html>>

TOTALHABITAT. Natural Swimming Pool/Ponds (No Chemicals) [Internet]. Disponível em:<<https://www.totalhabitat.com/about-nsps.html>>

WEBARCONDICIONADO. Tarifa de energia elétrica (kwh): valores e ranking das principais cidades [Internet]. Disponível em:<<http://www.webarcondicionado.com.br/tarifa-de-energia-eletrica-kwh-valores-e-ranking-cidades>>

