

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS REITOR JOÃO DAVID FERREIRA LIMA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

Gabriel Pergher Turcato

Índice de Qualidade de Praia aplicado à praia dos Ingleses/Florianópolis

Florianópolis

2019

Gabriel Pergher Turcato

Índice de Qualidade de Praia aplicado à praia dos Ingleses/Florianópolis

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Sanitária Ambiental

Orientador: Leonardo Dalri Cecato, MSc

Coorientador: Profa. Dra. Maria Elisa Magri

Florianópolis

2019

Ficha de identificação da obra

Turcato, Gabriel Pergher

Índice de qualidade de praia aplicado à praia dos
Ingleses/Florianópolis / Gabriel Pergher Turcato ;
orientador, Leonardo Dalri Cecato, coorientadora, Maria
Elisa Magri, 2019.

106 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico,
Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental,
Florianópolis, 2019.

Inclui referências.

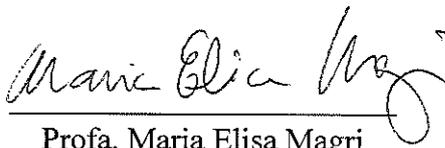
1. Engenharia Sanitária e Ambiental. 2. Saneamento
básico. 3. Indicadores ambientais. 4. Índice de qualidade
de praia. 5. Metodologia DELPHI. I. Cecato, Leonardo
Dalri. II. Magri, Maria Elisa. III. Universidade Federal
de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Sanitária e
Ambiental. IV. Título.

Gabriel Pergher Turcato

Índice de Qualidade de Praia aplicado à praia dos Ingleses/Florianópolis

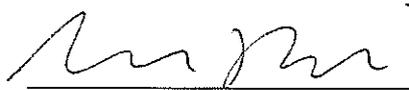
Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Engenheiro Sanitarista e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental

Florianópolis, 03 de dezembro de 2019.

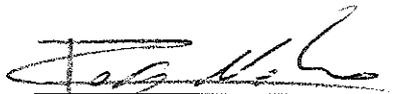


Profa. Maria Elisa Magri
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:



Leonardo Dalri Cecato
Mestre em Engenharia Ambiental
Doutorando em Engenharia Ambiental
Instituição UFSC



Prof. Dr. Rodrigo de Almeida Mohedano
Avaliador
Instituição UFSC



Prof. Dr. Guilherme Farias Cunha
Avaliador
Instituição UFSC

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à minha mãe Rosemary e ao meu pai Renato, que fazem tudo que podem para me proporcionar as melhores experiências de vida possíveis. Mais do que isso, por serem exemplos de pessoas íntegras, repletas de bons valores e amor. Se cheguei até aqui foi por causa de vocês.

Sou muito grato à minha cachorrinha Joy, que me faz enxergar a beleza das coisas mais simples, me ajudando em diversos momentos através de um olhar que só ela sabe fazer.

Agradeço à Eligia por toda sua autenticidade, por me acompanhar nessa jornada e por proporcionar momentos inesquecíveis que guardo com muito carinho. Obrigado por ser essa pessoa e me auxiliar no processo de me tornar uma pessoa melhor.

Agradeço a toda minha família: tios, tias, primos, primas, e agregados, pelos conhecimentos compartilhados, pelas experiências vividas e por tornar tudo mais divertido.

Um muito obrigado a todos meus amigos! Ao pessoal da Escola da Ilha, ao pessoal da UFSC, e aos outros grupos de amigos espalhados por aí. Um homem sem amigos é um homem sem histórias, e posso dizer que sou muito feliz e grato a todos pelos momentos passados, presentes e futuros.

Posso dizer que este trabalho só foi possível graças ao grande auxílio prestado pelo meu orientador, Leonardo Dalri Cecato, a quem agradeço pelos conselhos, pela paciência, pela prestatividade e, principalmente, por ser um orientador legal.

Agradeço a todos meus professores do Departamento de Engenharia Sanitária Ambiental da UFSC, mestres de diversas áreas do conhecimento, por serem capazes de transmitir esse conhecimento para seus alunos e fazê-los acreditar em um mundo melhor.

Agradeço à minha coorientadora, a professora Maria Elisa Magri, pela ajuda prestada na elaboração do trabalho e na obtenção de dados.

Agradeço aos professores membros da banca, Rodrigo Mohedano e Guilherme Farias, por serem excelentes profissionais e pelas considerações finais.

Agradeço a todos meus professores do Departamento de Engenharia Sanitária Ambiental da UFSC, mestres de diversas áreas do conhecimento, por serem capazes de transmitir esse conhecimento para seus alunos e fazê-los acreditar em um mundo melhor.

Por último, mas não menos importante, agradeço à Universidade Federal de Santa Catarina, por proporcionar todas essas experiências. Através da universidade conheci uma nova

realidade e tive uma visão mais holística do mundo e do seu funcionamento. Posso dizer que entrei na universidade como um jovem que achava que sabia de tudo, e saio como um homem mais íntegro, que sabe que ainda tem muito o que aprender.

“Não perca mais tempo discutindo sobre o que um homem bom deveria ser. Seja um.”

(Marco Aurélio)

RESUMO

No Brasil, aproximadamente 43 milhões de habitantes vivem em zonas costeiras. Nestas áreas, o crescimento urbano descontrolado, a expansão do turismo e a má gestão do patrimônio público ameaçam o equilíbrio dos ecossistemas, os recursos naturais e a qualidade de vida da população. No município de Florianópolis, a situação do saneamento é crítica. O bairro dos Ingleses, localizado no norte da cidade, sofre com o aumento populacional na temporada de verão e com a falta de um sistema de saneamento abrangente, acarretando em problemas ambientais e afetando negativamente a saúde pública da região. Para preservar as belezas naturais da praia dos Ingleses, a economia e a cultura local, é necessário que sejam implantadas medidas de saneamento adequadas, garantindo uma qualidade de vida ideal aos seus habitantes, valorizando o bairro, a praia, e o meio ambiente. Nesse contexto, o Índice de Qualidade de Praia é uma ferramenta capaz de retratar a condição ambiental do local onde é aplicada, oferecendo um panorama amplo da qualidade ambiental e sanitária da região. Desse modo, esta pesquisa tem como objetivo aplicar o Índice de Qualidade de Praia através da avaliação individual de indicadores ambientais simplificados e obter a classificação ambiental da Praia dos Ingleses, no Bairro Ingleses, Florianópolis. O grau de importância dos diferentes indicadores ambientais relativos ao bairro dos Ingleses foram obtidos utilizando a Metodologia DELPHI, que consiste na aplicação de um conjunto de questionários que são respondidos individualmente e de forma sequencial por um grupo de participantes, com informações resumidas sobre as respostas do grupo aos questionários anteriores, de modo que se possa estabelecer uma resposta coletiva entre os participantes. Neste trabalho, o Índice de Qualidade de Praia foi composto por 3 indicadores ambientais simplificados (Balneabilidade, Sistema de esgotamento sanitário e Gerenciamento de resíduos sólidos). Cada indicador recebeu uma pontuação definida através da avaliação direta e um peso definido através do Método DELPHI. Além disso, alguns indicadores foram compostos por sub-indicadores avaliados através da mesma metodologia. Considerando uma escala de valores entre 0 e 10, na qual 10 representa a melhor qualidade ambiental possível, a praia dos Ingleses obteve uma nota igual a 6,54 e foi classificada como Boa. A balneabilidade apresentou bons resultados, exibindo uma grande quantidade de amostras próprias, indicando que a água do mar está apta para a recreação de contato primário. O sistema de esgotamento sanitário apresentou resultados insatisfatórios devido à baixa abrangência da rede coletora e à baixa eficiência do tratamento dos efluentes. O gerenciamento de resíduos sólidos apresentou resultados satisfatórios, possuindo ampla cobertura de coleta de resíduos, que é realizada em diversos dias da semana e com destinação final ambientalmente adequada para todos os resíduos gerados.

Palavras-chave: Saneamento básico. Indicadores ambientais. Índice de qualidade ambiental. Índice de qualidade de praia. Metodologia Delphi.

ABSTRACT

In Brazil, approximately 43 million inhabitants live in coastal zones. In these areas, the uncontrolled urban growth, the tourism expansion and the bad management of public resources threaten the ecosystems balance, the natural resources and the quality of life of the population. In the city of Florianópolis, the condition of the sanitation is critic. The Ingleses neighborhood, located in the north part of the city, suffers with population growth during summer season and with the lack of a wide sanitation system, resulting in environmental problems and negatively affecting the health of the population of the region. To preserve the natural beauties of Ingleses beach, the economy, and the local culture, it is necessary to implant proper sanitation measurements, that can guarantee an ideal life quality to its inhabitants, valuing the neighborhood, the beach, and the environment. In this context, the Beach Quality Index is a tool that can portray the environmental condition of the place where it is applied, offering a wide perspective of the region's environmental and sanitation quality. Thereby, this research's objective is to apply the Beach Quality Index through the individual evaluation of simplified environmental indicators, and with this, obtain the environmental classification of the Ingleses beach, in Ingleses neighborhood, Florianópolis. The degree of importance of the different environmental indicators that exist in the Ingleses neighborhood where obtained through the DELPHI methodology, that consists in the application of a set of questionnaires, that are answered individually and in sequential order by a group of participants, with resumed information about the answers supplied by the group to the previous questionnaires, establishing a collective answer between the participants. In this research, the Beach Quality Index was composed by 3 simplified environmental indicators (balneability, sanitary sewage system and management of solid waste). Each indicator received a punctuation defined through the direct evaluation and a weight defined with the aid of the DELPHI methodology. Besides, some indicators where composed by sub-indicators, evaluated through the same methodology. Considering a scale of values between 0 and 10, in which 10 represents the best environmental quality possible, Ingleses beach obtained a score equal to 6,54 and was classified as Good. The balneability presented good results, displaying a large quantity of proper samples, indicating that the water of the ocean is fit for primary contact recreation. The sanitary sewage system presented unsatisfactory results due to the low coverage of the collection system and the low efficiency of the wastewater treatment. The management of solid waste presented satisfactory results, presenting a wide coverage of solid waste collection, that is performed in several days of the week and with the adequate final destination for all the solid waste.

Keywords: Basic sanitation. Environmental indicators. Environmental quality index. Beach quality index. Delphi methodology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ilha de Florianópolis	15
Figura 2 - Distrito dos Ingleses.....	16
Figura 3 - Praia dos Ingleses.....	17
Figura 4 - Área de estudo	18
Figura 5 - Fluxograma para cálculo do IQP	21
Figura 6 - Relatório de balneabilidade	24
Figura 7 - Pontos de coleta	25
Figura 8 - Média dos indicadores	56
Figura 9 - Média dos sub-indicadores - Sistema de Esgotamento Sanitário	56
Figura 10 - Média dos sub-indicadores - Gerenciamento de resíduos sólidos	57
Figura 11 - Evolução da balneabilidade nos pontos 27, 28, 29, 57 e 58	58
Figura 12 - Vista de satélite da foz do rio Capivari.....	59
Figura 13 - Evolução da balneabilidade nos pontos 77 e 78	60
Figura 14 - Porcentagem de análises realizadas pelo IMA	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação da praia.....	38
Tabela 2 - Resultados da ponderação dos indicadores - professores.....	40
Tabela 3 - Resultados da ponderação dos sub-indicadores - professores.....	41
Tabela 4 - Resultados da ponderação dos indicadores - formados.....	42
Tabela 5- Resultados da ponderação dos sub-indicadores - formados.....	43
Tabela 6 - Resultado da ponderação dos indicadores - moradores.....	44
Tabela 7 - Resultados da ponderação dos sub-indicadores - moradores.....	45
Tabela 8 - Resultados da ponderação dos indicadores para o grupo.....	46
Tabela 9 - Resultado da ponderação dos sub-indicadores para o grupo.....	47
Tabela 10 - Resultados da ponderação dos indicadores – rodada 2 - professores.....	48
Tabela 11 - Resultados da ponderação dos sub-indicadores – rodada 2 - professores.....	49
Tabela 12 - Resultados da ponderação dos indicadores – rodada 2 - formados.....	50
Tabela 13 - Resultados da ponderação dos sub-indicadores – rodada 2 - formados.....	51
Tabela 14 - Resultados da ponderação dos indicadores – rodada 2 - moradores.....	52
Tabela 15 - Resultados da ponderação dos sub-indicadores – rodada 2 - moradores.....	53
Tabela 16 - Resultados da ponderação dos indicadores para o grupo – rodada 2.....	54
Tabela 17 - Resultados da ponderação dos sub-indicadores para o grupo – rodada 2.....	55
Tabela 18 - Avaliação dos pontos para o cálculo do IQP.....	62
Tabela 19 - Pontuação, peso e nota do indicador Balneabilidade.....	62
Tabela 20 - Avaliação do sub-indicador Abrangência da rede coletora.....	64
Tabela 21 - Avaliação dos parâmetros DBO e fósforo.....	66
Tabela 22 - Avaliação dos parâmetros nitrogênio e coliformes termotolerantes.....	68
Tabela 23 - Nota final sub-indicador Eficiência de tratamento.....	69
Tabela 24 - Pontuação, peso e nota do indicador SES.....	70
Tabela 25 - Avaliação do sub-indicador Abrangência coleta convencional.....	71
Tabela 26 - Avaliação do sub-indicador Abrangência coleta seletiva.....	72
Tabela 27 - Avaliação do sub-indicador Frequência coleta convencional.....	73
Tabela 28 - Avaliação do sub-indicador Destinação final.....	74
Tabela 29 - Notas sub-indicadores: Gerenciamento de resíduos sólidos.....	74
Tabela 30 - Pontuação, peso e nota do indicador Gerenciamento de resíduos sólidos.....	75

Tabela 31 - Cálculo do IQP para os Ingleses	76
Tabela 32 - Classificação da praia na escala ambiental.....	76

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional das Águas
CASAN	Companhia Catarinense de Águas e Saneamento
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
COMCAP	Autarquia de Melhoramentos da Capital
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
FUNASA	Fundação Nacional da Saúde
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IMA	Instituto do Meio Ambiente
IQA	Índice de Qualidade Ambiental
IQP	Índice de Qualidade de Praia
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OMS	Organização Mundial da Saúde
PER	Pressão-Estado-Resposta
PMF	Prefeitura Municipal de Florianópolis
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico
PNSB	Pesquisa Nacional de Saneamento Básico
SES	Sistema de Esgotamento Sanitário
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	OBJETIVOS	3
2.1	OBJETIVO GERAL	3
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
3.1	SANEAMENTO BÁSICO	4
3.2	SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	5
3.3	GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	7
3.4	BALNEABILIDADE	7
3.5	INDICADORES AMBIENTAIS	10
3.6	ÍNDICE DE QUALIDADE AMBIENTAL - IQA	10
3.7	ÍNDICE DE QUALIDADE DE PRAIA - IQP	11
3.7.1	Estudo de caso de Rechden (2005)	12
3.8	METODOLOGIA DELPHI	13
4	METODOLOGIA	15
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	15
4.1.1	Localização	15
4.1.2	Meio físico e socioeconômico.....	18
4.2	ADEQUAÇÃO DA METODOLOGIA DO IQP	19
4.3	SELEÇÃO DOS INDICADORES	22
4.4	INDICADOR 1 – BALNEABILIDADE.....	22
4.4.1	Obtenção e análise de dados	23
4.4.2	Critérios de avaliação	25
4.5	INDICADOR 2 – SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO.....	26
4.5.1	Sub-indicadores	27

4.5.2	Obtenção e análise dos dados de esgotamento sanitário	28
4.5.3	Critérios de avaliação dos dados de esgotamento sanitário.....	28
4.6	INDICADOR 3 – GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	30
4.6.1	Sub-indicadores	31
4.6.2	Obtenção e análise de dados	31
4.6.3	Critérios de avaliação	31
4.7	PONDERAÇÃO PELO MÉTODO DELPHI.....	34
4.7.1	Seleção dos participantes	35
4.7.2	Elaboração dos questionários	35
4.7.3	Rodada 1	36
4.7.4	Rodada 2	36
4.8	CÁLCULO DO IQP	37
4.9	QUALIDADE AMBIENTAL DA PRAIA	38
5	RESULTADOS	39
5.1	MÉTODO DELPHI.....	39
5.1.1	Rodada 1	39
5.1.1.1	<i>Professores</i>	<i>39</i>
5.1.1.2	<i>Formados.....</i>	<i>42</i>
5.1.1.3	<i>Moradores.....</i>	<i>43</i>
5.1.1.4	<i>Total.....</i>	<i>45</i>
5.1.2	Rodada 2	47
5.1.2.1	<i>Professores</i>	<i>48</i>
5.1.2.2	<i>Formados.....</i>	<i>49</i>
5.1.2.3	<i>Moradores.....</i>	<i>51</i>
5.1.2.4	<i>Total.....</i>	<i>53</i>
5.1.3	Resultados Finais	55

5.2	BALNEABILIDADE	57
5.3	SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	63
5.4	GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	71
5.5	ÍNDICE DE QUALIDADE DE PRAIA	75
6	CONCLUSÃO.....	78
7	SUGESTÕES E RECOMENDAÇÕES	79
	REFERÊNCIAS.....	81
	APÊNDICE A – Carta de esclarecimento	84
	APÊNDICE B – Questionário DELPHI	85
	APÊNDICE C – Resultados DELPHI	86
	ANEXO A – Mapa da rede coletora	87
	ANEXO B – Mapa da coleta convencional de resíduos.....	88
	ANEXO C – Mapa da coleta seletiva de resíduos.....	89

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um país que apresenta extensa área territorial e ampla biodiversidade. Apesar de ser considerada a oitava maior economia do mundo e possuir todos os atributos desejáveis para ser considerado uma grande potência, o país apresenta cerca de 35 milhões de habitantes sem acesso à água tratada, além de possuir quase 100 milhões de habitantes que não são contemplados por um sistema de coleta de esgotos (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, 2017). O índice de cobertura de saneamento básico no Brasil se assemelha ao de um país subdesenvolvido.

Os problemas de saneamento básico estão presentes nas zonas costeiras, regiões onde vivem aproximadamente 43 milhões de habitantes, cerca de 18% da população do Brasil (Ministério do Meio Ambiente, 2008). Nessas áreas, o crescimento urbano descontrolado, a expansão do turismo e a má gestão do patrimônio público geram impactos negativos nos recursos naturais e na saúde da população. Fatores como a poluição dos recursos hídricos, gerenciamento inadequado dos resíduos sólidos, falta de coleta e tratamento de esgotos sanitários, enchentes e desmatamento são alguns dos impactos negativos oriundos do desenvolvimento urbano descontrolado nessas localidades.

No município de Florianópolis é possível verificar diversos distúrbios oriundos da falta de saneamento. Por ser uma ilha conhecida pelas belas praias e paisagens, a população da cidade alcança valores três vezes superiores ao normal durante os meses de dezembro a março, época conhecida como temporada de verão (PMF, 2018). Com este aumento da população, há uma superlotação nas praias e na ilha, agravando ainda mais os problemas de saneamento já enfrentados pela cidade durante o resto do ano. Tais distúrbios nos ecossistemas podem ocasionar diversos problemas de saúde pública, que afetam tanto os nativos quanto os turistas, como infecções, viroses e doenças de veiculação hídrica.

Uma das praias mais frequentadas de Florianópolis é a praia dos Ingleses, localizada no norte da ilha. Com uma extensão aproximada de 4,8 km, a praia atrai um número crescente de turistas, ocasionando impactos ambientais. Na temporada de verão, são recorrentes os casos de infecções e viroses, frequentemente causadas pela ingestão de água contaminada, resultante do despejo de esgoto diretamente nos corpos hídricos que desembocam no mar e na orla da praia, tornando a água imprópria para banho devido à presença de patógenos.

O turismo e a pesca são algumas das principais fontes de renda de Florianópolis. Para que se possa preservar as belezas naturais da ilha, a economia e a cultura local, é necessário que sejam implantadas medidas de saneamento adequadas pelo poder público, garantindo uma qualidade de vida adequada aos seus habitantes, valorizando a cidade e o meio ambiente.

Tendo isso em vista, o índice de Qualidade de Praia (IQP) é uma ferramenta criada para auxiliar na implantação de medidas de saneamento adequadas, avaliando qualitativamente os fatores envolvidos na poluição ambiental através da análise de indicadores ambientais. Originalmente proposto por Rechden (2005), este índice tem como objetivo fornecer um panorama de uma série de situações ambientais da zona costeira no qual é aplicado. Com a quantificação destas situações ambientais, é possível visualizar com clareza os principais problemas e, com isso, propor soluções.

A aplicação do IQP para a praia dos Ingleses permite obter a classificação do local, bem como auxiliar na criação de políticas públicas que visam melhorar a qualidade de vida dos frequentadores do local e diminuir a degradação ambiental costeira, servindo também como uma ferramenta para hierarquizar a aplicação de recursos em atividades de conservação e recuperação ambiental.

Além disso, a Metodologia DELPHI permite levantar o grau de importância de diferentes indicadores ambientais para a região estudada, uma vez que consiste na aplicação de um conjunto de questionários que são respondidos individualmente e de forma sequencial por um grupo de participantes, com informações resumidas sobre as respostas do grupo aos questionários anteriores, de modo que se possa estabelecer uma resposta coletiva entre os participantes.

Nesse contexto, esta pesquisa tem como objetivo aplicar o Índice de Qualidade de Praia através da utilização de indicadores ambientais simplificados e obter a classificação ambiental da Praia dos Ingleses, no Bairro Ingleses, Florianópolis.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Aplicar o Índice de Qualidade de Praia através da utilização de indicadores ambientais simplificados e obter a classificação ambiental da Praia dos Ingleses, no Bairro Ingleses, Florianópolis.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar o histórico de balneabilidade da praia dos Ingleses;
- Avaliar a qualidade ambiental da praia através da análise de 3 indicadores ambientais

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 SANEAMENTO BÁSICO

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2009) o saneamento é o controle de fatores que atuam sobre o meio ambiente e que exercem, ou podem exercer, efeitos prejudiciais ao bem-estar físico, mental ou social do ser humano. É o conjunto de medidas que devem ser tomadas para que o meio ambiente em que o ser humano está inserido permaneça em condições adequadas, garantindo uma qualidade de vida satisfatória.

De acordo com Cavinatto (1992), a função do saneamento básico é evitar a proliferação de doenças transmitidas por resíduos na forma de esgotos e lixos, sendo, portanto, fundamental para a prevenção de doenças. Segundo a Fundação Nacional da Saúde (FUNASA, 2006), os problemas sanitários que afetam a população estão em grande parte conectados com o meio ambiente e com a falta de boas condições ambientais. Tais condições inadequadas ou inexistentes de saneamento promovem a manifestação de diversas doenças, como a diarreia, que atingiu cerca de 5 milhões de casos no Brasil no ano de 2017 (Ministério da Saúde, 2018).

O saneamento básico pode ser definido como um conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais. De acordo com a Lei Nacional de Saneamento Básico (Lei no. 11.445/2007, BRASIL), seus quatro eixos principais são:

- **Abastecimento de água potável:** constituído pelas atividades, pela disponibilização, pela manutenção, pela infraestrutura e pelas instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, da captação até as ligações prediais e seus respectivos instrumentos de medição;
- **Drenagem e manejo de águas pluviais urbanas:** constituídos pelas atividades, pela infraestrutura e pelas instalações operacionais de drenagem de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento das vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas;
- **Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos:** constituído pelas atividades, pela infraestrutura e pelas instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos domiciliares e dos resíduos de limpeza urbana;

- **Esgotamento sanitário:** constituído pelas atividades, pela disponibilização e pela manutenção de infraestrutura e das instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até a destinação final para a produção de água de reúso ou o seu lançamento final no meio ambiente.

Apesar de ser considerada a sétima economia do mundo, o Brasil apresenta o índice de cobertura de saneamento básico de um país subdesenvolvido. Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, realizada em 2008, cerca de 20% da população brasileira não dispunha de rede de abastecimento de água (IBGE, 2010). O instituto afirma que somente 46% das residências do país estavam conectadas à rede de esgotamento sanitário. Na área dos resíduos sólidos, cerca de 50% dos municípios brasileiros depositavam seus resíduos em lixões a céu aberto, sem o correto gerenciamento e tratamento. Além disso, as inundações que ocorrem em diversas áreas do país também demonstram a carência do sistema de drenagem das águas pluviais.

3.2 SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Segundo a Norma Brasileira ABNT 9.648/86, o esgotamento sanitário é entendido como o despejo líquido formado pelos esgotos domésticos e industriais, águas de infiltração e a contribuição pluvial parasitária. A Fundação Nacional de Saúde define o esgoto doméstico como sendo proveniente principalmente de residências, instituições ou quaisquer edificações que dispõem de instalações de banheiros, estabelecimentos comerciais, lavanderias e cozinhas, compondo-se basicamente de água de banho, excretas, papel higiênico, restos de comida, sabão, detergentes e águas de lavagem (FUNASA, 2007).

Segundo a Resolução CONAMA nº 377/2006, o sistema de esgotamento sanitário possui as unidades de coleta, transporte e tratamento de esgotamento sanitário.

Os autores Tsutiya e Sobrinho (2011) consideram o Sistema de Esgotamento Sanitário como o conjunto dos seguintes dispositivos:

- **Rede coletora:** conjunto de canalizações destinadas a receber e conduzir os efluentes dos edifícios; o sistema de esgotos predial se liga diretamente à rede coletora por uma tubulação chamada coletor predial. A rede coletora é composta de

coletores secundários, que recebem diretamente as ligações prediais, e, os coletores tronco. O coletor tronco é o coletor principal de uma bacia de drenagem, que recebe a contribuição dos coletores secundários, conduzindo seus efluentes a um interceptor ou emissário;

- **Interceptor:** canalização que recebe coletores ao longo de seu comprimento, não recebendo ligações prediais diretas;
- **Emissário:** canalização destinada a conduzir os esgotos a um destino adequado (estação de tratamento e/ou lançamento) sem receber demais contribuições;
- **Sifão invertido:** obra destinada à transposição de obstáculo pela tubulação de esgoto, funcionando sob pressão;
- **Corpo de água receptor:** corpo de água onde são lançados os efluentes;
- **Estação elevatória:** conjunto de instalações destinadas a transferir os esgotos de uma cota mais baixa para outra mais alta;
- **Estação de tratamento:** conjunto de instalações destinadas à depuração dos esgotos, antes de seu lançamento.

Segundo Lopes (2005), um sistema de coleta e tratamento de esgotos domésticos é um dos pressupostos básicos para garantir um ambiente saudável, com boa qualidade de vida e preservação do meio ambiente. Para Wolff (2009), a qualidade de vida da população está diretamente ligada ao saneamento. Um sistema de coleta e tratamento de efluentes adequado é uma forma de manter a saúde pública.

A Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN) é responsável pelos sistemas de esgotamento sanitário presentes em Florianópolis. Além de gerenciar a questão do abastecimento de água, a companhia é responsável por realizar a implantação e manutenção da rede coletora de efluentes e pela operação das Estações de Tratamento de Efluentes (ETE), garantindo uma disposição final de acordo com as legislações vigentes.

3.3 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2000), a população brasileira é de aproximadamente 170 milhões de habitantes, produzindo diariamente cerca de 126 mil toneladas de resíduos sólidos.

A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo define que resíduos sólidos, também conhecidos popularmente como lixo, são despejos sólidos, restos, remanescentes putrescíveis e não putrescíveis (com exceção dos excrementos) que incluem papel, papelão, latas, material de jardim, madeira, vidro, cacos, trapos, lixo de cozinha e resíduos de indústria, instrumentos defeituosos e até mesmo aparelhos eletrodomésticos imprestáveis (CETESB, 2009).

De acordo com a Lei nº 11.445/2007, a limpeza urbana é um dos pilares dos serviços públicos de saneamento básico. É definida como o conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas. Pela ótica da administração pública, a limpeza pública ou urbana soma um conjunto de atividades de competência das administrações municipais que visam à preservação da saúde pública e o bem-estar comum da população (PFEIFFER; CARVALHO, 2009).

No município de Florianópolis a Autarquia de Melhoramentos da Capital (COMCAP) é órgão responsável pela limpeza urbana e pela coleta de resíduos sólidos domiciliares, os quais são recolhidos por meio de dois sistemas públicos de coleta: convencional e o seletivo.

Aproximadamente 98% dos moradores da ilha beneficiam-se do Sistema de coleta realizado porta a porta, sendo os demais resíduos entregues à lixeiras comunitárias, por estarem em locais de difícil acesso aos caminhões coletores (PMF, 2015). A companhia coleta e destina quase 200 mil toneladas de resíduos sólidos por ano, o que corresponde à média diária de 616 toneladas por dia ou 16 mil toneladas por mês.

3.4 BALNEABILIDADE

Segundo a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), balneabilidade é a qualidade das águas destinadas à recreação de contato primário, sendo este definido como um contato direto e prolongado com a água através de atividades (natação, mergulho, surf, etc.)

onde a possibilidade de ingerir água é elevada (CETESB, 2009). Além disso, a empresa indica a necessidade de estabelecer critérios objetivos para avaliar a balneabilidade. Estes critérios devem ser baseados em indicadores previamente monitorados e seus valores confrontados com padrões pré-estabelecidos, tornando assim possível identificar se as condições de balneabilidade em um determinado local estão adequadas ou não. De acordo com Francener et al. (2011), os parâmetros de balneabilidade servem para preservar a qualidade das águas e da saúde pública, possuindo grande importância na política de saneamento.

A Agência Nacional de Águas (ANA) define que o índice de balneabilidade é um importante indicador, que tem como objetivo avaliar a qualidade dos corpos d'água para recreação de contato primário, tanto em águas litorâneas quanto em águas interiores, sendo a sua avaliação essencial, uma vez que a saúde e o bem-estar da população estão diretamente ligados às condições de balneabilidade. No Brasil, a Resolução CONAMA 274/2000 (BRASIL, 2000) dispõe sobre o conceito e critérios de balneabilidade, enquanto a Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005) dispõe sobre as diretrizes ambientais, a classificação dos corpos d'água e os padrões de lançamento.

Segundo Rechden (2005), os frequentadores de águas recreacionais podem estar expostos aos riscos de infecções quando em contato com águas contaminadas. O autor também comenta que algumas pessoas são mais suscetíveis, como por exemplo, as crianças, pois apresentam maior vulnerabilidade devido às diferenças comportamentais e função imunológica reduzida. Para evitar a contração das doenças relacionadas com balneabilidade precária, alguns cuidados devem ser tomados, como por exemplo (RECHDEN,2005):

- Não entrar em águas de praias que foram classificadas como impróprias;
- Evitar contato com cursos d'água afluentes às praias;
- Evitar o uso das praias que recebem corpos d'água que possuem qualidade de água desconhecida, principalmente após a ocorrência de chuvas com elevada intensidade;
- Evitar a ingestão de água do mar;
- Não levar animais à praia.

Ainda segundo Rechden (2005), a poluição das águas pode ocorrer devido aos seguintes fatores:

- Lançamento de efluentes domésticos (poluentes orgânicos biodegradáveis e nutrientes);

- Lançamento de efluentes industriais (poluentes orgânicos e inorgânicos);
- Carga difusa agrícola e urbana (poluentes advindos da drenagem destas áreas, entre eles: fertilizantes, fezes de animais, agrotóxicos e material em suspensão).

Em Santa Catarina, a pesquisa de balneabilidade do mar é realizada pelo Instituto do Meio Ambiente (IMA) desde 1976, seguindo as normas da Resolução CONAMA. A análise começa com a coleta de amostras de água do mar em 219 pontos ao longo dos 500 quilômetros de extensão costa catarinense. Estes pontos são escolhidos de maneira que todo o litoral possa ser avaliado. A realização das coletas é feita mensalmente no período de abril a outubro, e semanalmente no período de novembro a março, época da temporada de verão.

A pesquisa de balneabilidade analisa as águas dos balneários e determina se as mesmas estão próprias ou impróprias para banho, verificando se estas estão contaminadas por esgotos domésticos. A existência dessa poluição é examinada por meio da contagem da bactéria *Escherichia coli* presentes nas fezes de animais de sangue quente. Tais bactérias são utilizadas como indicadoras da presença de microrganismos patógenos que podem colocar em risco a saúde dos frequentadores do balneário.

Para a realização das coletas, são retirados 250 ml de água em cada ponto, até um metro de profundidade. A água passa por exames bacteriológicos durante 24 horas, sendo necessárias cinco semanas consecutivas de coleta para se obter um resultado considerado confiável.

A água é considerada própria quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras coletadas nas últimas 5 semanas anteriores, no mesmo local, houver no máximo 800 *Escherichia coli* por 100 mililitros. A água será considerada imprópria para banho quando em mais de 20% de um conjunto de amostras coletadas nas últimas 5 semanas anteriores, no mesmo local, for superior que 800 *Escherichia coli* por 100 mililitros ou quando, na última coleta, o resultado for superior a 2000 *Escherichia coli* por 100 mililitros.

Uma das praias analisadas pelo IMA é a praia dos Ingleses. A situação da balneabilidade da praia tem sido motivo de grande debate no decorrer dos últimos anos. Por ter crescido muito rapidamente e de forma não planejada, o bairro possui muitos locais inadequados de disposição de efluentes e resíduos, que afetam extensamente a qualidade das águas da praia. A situação é ainda mais agravada na temporada de verão, onde grande parte de turistas vão para o bairro e os sistemas de saneamento acabam tendo seus limites extrapolados, gerando uma maior poluição e uma pior qualidade dos corpos hídricos e no mar.

3.5 INDICADORES AMBIENTAIS

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2009), indicadores são informações quantificadas, de cunho científico, de fácil compreensão, usadas no processo de decisão em todos os níveis da sociedade, úteis como ferramentas de avaliação de determinados fenômenos, apresentando suas tendências e progressos que se alteram ao longo do tempo. Ainda de acordo com o MMA, os indicadores ambientais são estatísticas selecionadas que representam ou resumem alguns aspectos do meio ambiente, dos recursos naturais e das atividades humanas relacionadas. Permitem simplificar um grande número de informações para se lidar com uma dada realidade, possibilitando a formulação de ações e estratégias que levem a redução de investimentos em tempo e recursos financeiros.

Os indicadores ambientais são de grande importância, pois servem para assegurar um melhor aproveitamento dos recursos naturais e indicar medidas preventivas de degradação ambiental, também podendo apresentar possíveis prejuízos ambientais e econômicos (MATTAR NETO; KRÜGER; DZIEDZIC, 2009).

Segundo a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2003), a escolha dos indicadores ambientais corretos é um importante fator que influencia sua futura aplicação. As propriedades que caracterizam os indicadores são:

- **Relevância:** de fácil compreensão, representativo e comparável;
- **Consistência:** bem apoiado em termos técnicos e científicos e de consenso internacional;
- **Mensurabilidade:** facilmente mensurável e passível de monitoramento regular a um custo não excessivo.

3.6 ÍNDICE DE QUALIDADE AMBIENTAL - IQA

Índices de qualidade ambiental são ferramentas utilizadas na avaliação da qualidade do meio ambiente. São classificações qualitativas numéricas ou descritivas de um grande volume de informação, ou seja, a união dos resultados de diversos indicadores de qualidade ambiental resulta em um índice de qualidade ambiental.

De acordo com Soares (2009) os índices ambientais são funções matemáticas baseadas em duas ou mais variáveis. Tais índices são resultados numéricos de um indicador ambiental. A necessidade de comunicar os resultados das avaliações da qualidade ambiental são imprescindíveis nos processos de gestão ambiental. Um índice é projetado para simplificar a informação sobre fenômenos complexos, para que a apresentação dos dados fique mais concisa.

3.7 ÍNDICE DE QUALIDADE DE PRAIA - IQP

O Índice de Qualidade de Praia é uma representação da qualidade ambiental de uma determinada praia. Segundo Rechden (2005), a aplicação deste índice tem como objetivo analisar qualitativamente uma série de indicadores para que se possa obter os pontos fracos e fortes da praia, e através disso dar insumos para a criação de políticas públicas que visam melhorar a qualidade de vida dos frequentadores do local e diminuir a degradação ambiental costeira, além de servir também como uma ferramenta para hierarquizar a aplicação de recursos em atividades de conservação e recuperação ambiental.

Sua composição é feita através da análise de um conjunto de indicadores ambientais. Para cada indicador são atribuídos notas e pesos, através do somatório do produto das notas pelos pesos é possível obter um valor de desempenho ambiental da praia (Rechden,2005). Como as informações referentes aos indicadores ambientais possuem múltiplas variáveis, o método pode apresentar incertezas decorrentes da simplificação destes aspectos.

A aplicação do índice pode ser realizada com modificações que se adéquem melhor à realidade da zona costeira avaliada. A pesquisa de Semeoshenkova et al. (2005) demonstra a aplicação de um Índice de Qualidade de Praia integrado em praias localizadas na costa Adriática da Itália. O índice avaliou a qualidade ambiental e a saúde da população em praias urbanas, semiurbanas e rurais. Os resultados demonstraram a qualidade das praias, aspectos individuais de qualidade de praia para os 3 tipos de praia, os principais pontos fortes e fracos das praias estudadas e as prioridades para o gerenciamento futuro.

O estudo de caso de Rechden apresentado no subitem a seguir exemplifica a aplicação do método em um município do estado do Rio Grande do Sul.

3.7.1 Estudo de caso de Rechden (2005)

A formulação do índice e sua posterior aplicação no município de Capão da Canoa, Rio Grande do Sul são abordados no estudo de Rechden (2005). Foram selecionados cinco indicadores de qualidade ambiental. A escolha dos mesmos, segundo o autor, se deve ao fato de serem as feições que mais chamam atenção em uma praia: a areia, as dunas, a água do mar, as edificações e a população. Para analisar essas feições de forma qualitativa, o autor formulou os seguintes indicadores de qualidade ambiental que compõem o proposto IQP:

- Balneabilidade das águas;
- Qualidade sanitária da areia;
- Depósito de resíduos sólidos;
- Limites de segurança da praia oceânica;
- Plano de manejo das dunas.

Para o primeiro indicador - balneabilidade das águas, são realizadas análises da água do mar em diversos pontos da praia. Para este indicador são avaliados os coliformes fecais presentes nessa água. Com o resultado dessas análises pode-se aferir a qualidade da água do mar (balneabilidade), de acordo com a Resolução CONAMA nº 274/2000, que define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras.

Para o segundo indicador - qualidade sanitária da areia, são realizadas análises da areia da praia em pontos com grande fluxo de frequentadores. As análises englobam parâmetros como coliformes fecais e totais. Como não há legislação regulamentadora para o assunto, os padrões e critérios estipulados para a balneabilidade na resolução CONAMA mencionada no primeiro indicador são utilizados.

Para o terceiro indicador - depósito de resíduos sólidos, é verificado o destino final, ou depósito dos resíduos sólidos gerados. Verificando se há o atendimento às legislações específicas ao caso.

Para o quarto indicador - limites de segurança da praia oceânica, é abordada a questão da segurança da praia no que se refere ao seu uso por banhistas, abrangendo critérios que tornam uma praia segura ou não, como a existência de serviço de guarda vidas adequado.

Para o quinto indicador - plano de manejo das dunas, é abordada a existência de um plano de gerenciamento ou manejo do sistema de dunas da praia.

Após feita a hierarquização dos indicadores, são atribuídos pesos e notas para os mesmos. Para cada indicador foram criados sub-indicadores e estes também receberam notas e pesos.

O desempenho global da praia é obtido pelo somatório do produto dos pesos pela nota atribuída a cada item, definindo sua classificação, que inserida em uma escala de A-E indica a qualidade ambiental da praia.

3.8 METODOLOGIA DELPHI

O método DELPHI tem seu nome originado do Oráculo de *Delphos* e foi desenvolvido no início da década de 1950, durante a Guerra Fria, pelos órgãos associados à Defesa Estadunidense. A partir da década de 60 essa técnica começou a ser aplicada na previsão de acontecimentos em diversos setores (Linstone e Turoff, 2002) e é utilizada até hoje em diversas áreas.

Este método busca facilitar a tomada de decisões feitas por um grupo de especialistas, sem que haja interação cara-a-cara (Osborne, Collins, Ratcliffe, Millar e Duschl, 2003). Normalmente é consistido de um conjunto de questionários que são respondidos individualmente e de uma forma sequencial pelos participantes, com informações resumidas sobre as respostas do grupo aos questionários anteriores (Osborne et al., 2003), de modo que se possa estabelecer uma espécie de diálogo entre os participantes, e com isso, construir uma resposta coletiva.

De acordo com Linstone e Turoff (1975), o método DELPHI pode ser definido como um método para estruturar um processo de comunicação em grupo, onde diversos indivíduos, como um todo, lidam com problemas complexos. Os autores também citam que para garantir a comunicação estruturada, os seguintes quesitos devem existir no processo: retorno de contribuições individuais de informação e conhecimento, avaliação do julgamento do grupo de indivíduos, a oportunidade de os mesmos revisarem suas opiniões e a garantia do anonimato dos participantes

A metodologia pode ser definida como um conjunto de atividades, na forma de interações, que possibilitam a análise e a comunicação de um problema complexo, realizadas por um grupo de especialistas, de forma anônima e integrada, de modo que se possa chegar a um consenso entre os participantes.

O estudo realizado por Nagels et al. (2001) intitulado “Índice de Qualidade de Água para recreação de contato primário na Nova Zelândia” aplica a metodologia DELPH como forma de construção deste índice. Na pesquisa, foram avaliadas as opiniões de 16 especialistas em qualidade da água. Através da utilização da metodologia DELPHI os participantes chegaram a um consenso sobre quais indicadores são mais importantes para avaliar o índice, sendo eles: coliformes fecais, PH, turbidez e presença de nutrientes como DBO, nitrogênio e fósforo.

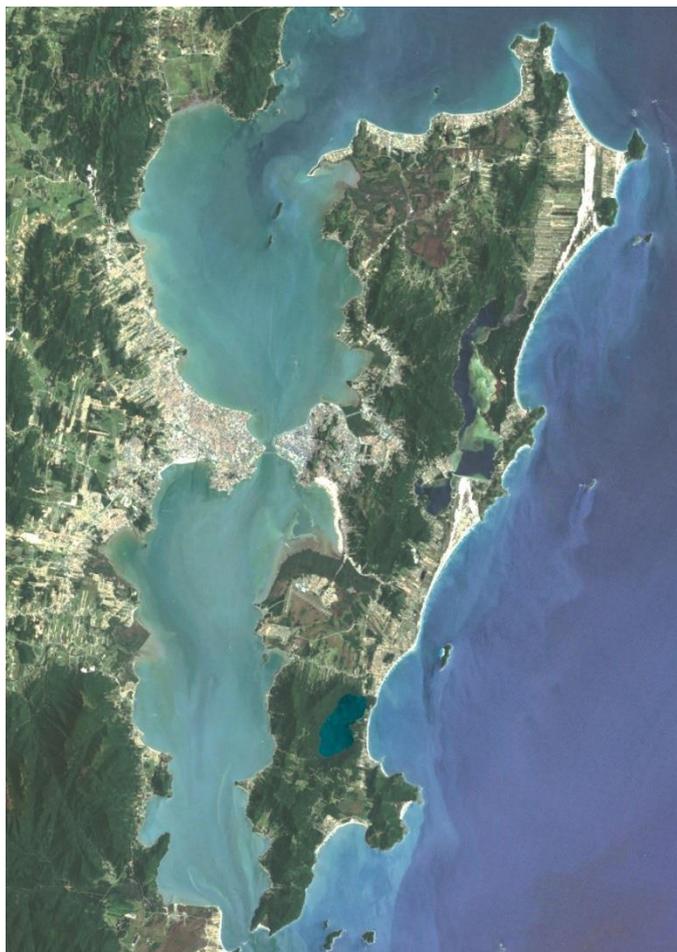
4 METODOLOGIA

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

4.1.1 Localização

O local do presente estudo é a Praia dos Ingleses, localizada no Bairro dos Ingleses, região norte da ilha de Florianópolis, Santa Catarina. O município de Florianópolis é a capital do Estado de Santa Catarina, localizando-se na porção central do litoral do Estado. Possui uma área territorial de 674,84 Km² e conta com uma população de 500.973 habitantes (IBGE, 2019). A Figura 1 apresenta uma imagem de satélite da ilha de Florianópolis.

Figura 1 - Ilha de Florianópolis



Fonte: Secretaria do Estado de Planejamento SC, 2019

O bairro dos Ingleses é dividido em quatro partes: Ingleses norte, Ingleses do rio vermelho, Ingleses central, e Ingleses sul. O bairro se encontra inserido no distrito dos Ingleses do Rio Vermelho, do qual pertencem também as comunidades de Aranhas, Capivari, Araçá e parte do Muquém (Ferreira, 1999). O distrito dos Ingleses do Rio Vermelho faz fronteira com o distrito da Cachoeira do Bom Jesus a oeste e com o distrito de São João do Rio Vermelho ao sul, tendo o oceano Atlântico ao norte e ao leste. Segundo a Prefeitura Municipal de Florianópolis, o distrito possui uma área de 19,45 km² (PMF, 2019) e uma população de 39.759 habitantes (PMSB, 2010). A Figura 2 apresenta as delimitações do Distrito dos Ingleses.

Figura 2 - Distrito dos Ingleses



Fonte: Geoprocessamento, PMF

A praia dos Ingleses possui uma extensão de 4,8 Km aproximadamente, tendo a praia Brava ao norte e a praia do Santinho ao sul. A Figura 3 apresenta uma vista de satélite da extensão da praia dos Ingleses.

Figura 3 - Praia dos Ingleses



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2019

A área do bairro dos Ingleses analisada neste trabalho foi considerada como sendo igual à da Figura 4, devido aos dados disponibilizados pela CASAN, COMCAP e IMA.

Figura 4 - Área de estudo



Fonte: Adaptado de Google Maps, 2019

4.1.2 Meio físico e socioeconômico

De acordo com Várzea (1957) o nome do bairro se origina do naufrágio de uma embarcação inglesa próximo à Ilha do Mata Fome, em frente à praia dos Ingleses, entre 1683 e 1737. Os homens da embarcação conseguiram sobreviver e alguns acabaram ficando no local, constituindo família e entregando-se à pesca e aos serviços rurais.

Na região houve o desenvolvimento de alguns engenhos de açúcar e farinha, além de serem criados animais como gado e galinhas. A atividade predominante era a pesca, advinda da cultura açoriana, fortemente presente no local até os dias de hoje. A praia carrega até hoje o

título de recordista em lance de tainha, chegando a recolher mais de 80 mil tainhas em um único lance.

A região dos Ingleses cresceu muito nos últimos anos, tornando-se um grande centro turístico com vasta infraestrutura. A demanda por novas áreas para a construção de prédios ou empreendimentos desconsidera os recursos naturais e ambientais do local, tornando a qualidade de vida cada vez pior para os habitantes. Por ser um bairro que vem crescendo tanto na última década, muitos dizem que Ingleses é uma cidade.

Segundo o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) realizado em 2010, o Distrito de Ingleses do Rio Vermelho possui uma população de 39.759 habitantes residentes e 65.068 habitantes flutuantes, totalizando 104.827 habitantes.

É importante ter em mente que o bairro vem crescendo de uma forma exponencial, sendo assim, o número de habitantes indicado no PMSB de 2010 pode estar destoando bastante da realidade do local para o presente ano.

4.2 ADEQUAÇÃO DA METODOLOGIA DO IQP

O método do Índice de Qualidade de Praia aplicado neste trabalho se baseia na proposta metodológica apresentada por Rechden (2005), no qual o autor apresenta a criação de um IQP para a praia de Capão da Canoa, no Rio Grande do Sul.

Nesta pesquisa, o método apresentado por Rechden (2005) foi adaptado, no que tange a quantidade e a variedade de indicadores ambientais analisados, os quais serão detalhados posteriormente.

Cada indicador selecionado passou por um critério de avaliação determinado, recebendo uma pontuação que será multiplicada pelo peso definido para este parâmetro. O peso visa retratar a relevância do indicador em questão para a qualidade ambiental da região, e foi definido por um grupo de moradores do bairro e especialistas formados na área de engenharia sanitária e ambiental. A ponderação dos indicadores pela equipe foi realizada através do Método DELPHI, conforme detalhado no item 4.7.

Neste trabalho, o IQP variou entre 0 e 10, sendo o maior valor que representa uma melhor qualidade ambiental da região em estudo. A ponderação dos indicadores foi feita de forma que a soma dos pesos relativos de cada indicador resultasse em um valor igual a 100. Os seguintes termos foram utilizados neste trabalho:

- **Pontuação:** valor numérico que será obtido após a avaliação direta dos indicadores e sub-indicadores;
- **Peso:** importância relativa dos indicadores e sub-indicadores em relação à qualidade ambiental, definidos através do Método DELPHI;
- **Nota:** valor numérico resultante da multiplicação da pontuação obtida pelo peso.

A avaliação de cada indicador resultará em uma pontuação que varia de 0 a 10. Esta pontuação será então multiplicada pelo peso relativo do respectivo indicador e o resultado será dividido por 100, obtendo-se uma média ponderada que representa a nota do indicador. O IQP será obtido através do somatório das notas de todos os indicadores. A Equação 1 demonstra o procedimento de cálculo dos indicadores.

$$N = \frac{P \times p}{100}$$

Equação 1

Na qual:

N = Nota do indicador

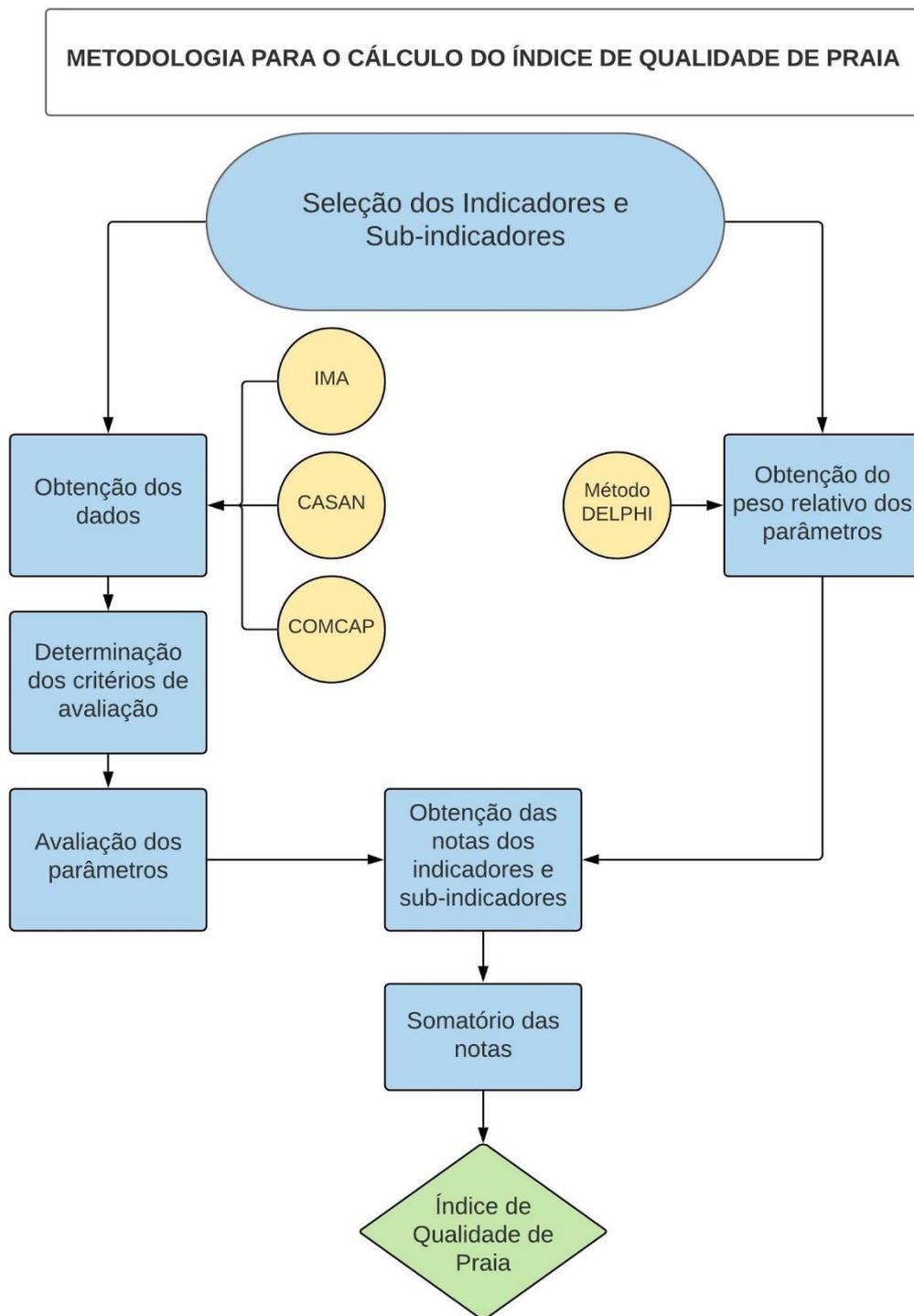
P = Pontuação atribuída ao indicador

p = peso relativo do indicador

Com o valor do IQP será possível obter o valor de desempenho ambiental da praia, que será classificado em uma escala de A-E, indicando a qualidade ambiental da mesma.

A Figura 5 demonstra a metodologia utilizada neste trabalho para o cálculo do Índice de Qualidade de Praia.

Figura 5 - Fluxograma para cálculo do IQP



Fonte: Autor, 2019

4.3 SELEÇÃO DOS INDICADORES

O primeiro procedimento realizado para o cálculo do IQP foi a seleção dos indicadores e sub-indicadores ambientais. Estes indicadores foram escolhidos visando retratar diferentes áreas do saneamento que podem causar um grande impacto na qualidade ambiental do local. Todos os dados utilizados neste trabalho foram obtidos através de instituições públicas e privadas, que prestam serviço para o município de Florianópolis.

Através destes critérios foram escolhidos 3 indicadores ambientais, que possibilitam a avaliação ambiental de distintas áreas do saneamento e fornecem de forma objetiva o desempenho ambiental do local de estudo. Os indicadores escolhidos foram:

- Balneabilidade
- Sistema de esgotamento sanitário
- Gerenciamento de resíduos sólidos

4.4 INDICADOR 1 – BALNEABILIDADE

A balneabilidade das praias é um indicador que influencia profundamente a qualidade ambiental dos ambientes costeiros. A qualidade das águas é o que determina a possibilidade ou não de haver contato primário com as águas do mar. Por ser um grande atrativo das praias, o mar é muito procurado por residentes e turistas, desempenhando uma grande importância na condição ambiental da região.

Na ilha de Florianópolis, existem aproximadamente 42 praias. No norte da ilha fica localizada a praia dos Ingleses, muito conhecida pelos moradores e pelos turistas. O extenso crescimento sem planejamento que vem ocorrendo no bairro dos Ingleses nos últimos anos, aliado ao grande aumento da população na temporada de verão, fez com que as águas do mar da praia sofressem uma maior contaminação ambiental. Tal distúrbio, causado principalmente pelo despejo de efluentes domésticos nas águas, pode acarretar em diversos problemas para o meio ambiente e para a saúde dos frequentadores da praia.

A avaliação deste primeiro indicador teve como objetivo verificar as análises realizadas na água do mar. A partir dos relatórios de balneabilidade disponibilizados publicamente pelo

Instituto do Meio Ambiente (IMA), foi realizada uma análise estatística, através da média aritmética, que possibilitou verificar a condição da balneabilidade na praia dos Ingleses.

Os relatórios de balneabilidade são realizados segundo a norma nº 274 da CONAMA de 2000. Tais relatórios caracterizam a água como sendo PRÓPRIA ou IMPRÓPRIA, com base na análise da presença da bactéria *Escherichia coli*. Os critérios para a classificação das águas, segundo a norma, são:

- PRÓPRIA: Quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras coletadas nas últimas 5 semanas anteriores, no mesmo local, houver no máximo 800 *Escherichia coli* por 100 mililitros.
- IMPRÓPRIA: Quando em mais de 20% de um conjunto de amostras coletadas nas últimas 5 semanas anteriores, no mesmo local, for superior que 800 *Escherichia coli* por 100 mililitros ou quando, na última coleta, o resultado for superior a 2000 *Escherichia coli* por 100 mililitros.

4.4.1 Obtenção e análise de dados

Para analisar a balneabilidade da praia dos Ingleses, foram utilizados os relatórios de balneabilidade do Instituto do Meio Ambiente (IMA), que estão disponíveis no site para acesso público.

As análises realizadas pelo órgão ambiental na praia ocorrem há 16 anos, tendo início no ano de 2003 até o presente ano de 2019. Através destes relatórios foram obtidas as informações necessárias para realizar uma análise histórica da balneabilidade do local, com o período de análise escolhido começando no mês de junho de 2009 até o mês de junho de 2019. Para retratar a realidade do local com maior confiabilidade, a nota do indicador foi calculada tendo um período de análise englobando o mês de junho de 2018 até o mês de junho de 2019.

As coletas e análises realizadas pelo IMA seguem as normas das Resoluções CONAMA. Os técnicos realizam as coletas de água do mar a até 1 metro de profundidade, na quantidade de 100 mililitros em cada ponto. O material coletado é submetido a exames bacteriológicos durante 24 horas. São necessárias 5 semanas consecutivas de coleta para se obter um resultado tecnicamente confiável. Para as análises são levados em consideração aspectos como: condições de maré, incidência pluviométrica nas últimas 24 horas no local, a temperatura da

amostra e do ar no momento da coleta e a imediata condução da amostra para a pesquisa em crescimento bacteriano.

A Figura 6 mostra um exemplo dos relatórios disponibilizados pelo IMA.

Figura 6 - Relatório de balneabilidade

		GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE DE SANTA CATARINA BALNEABILIDADE DO LITORAL CATARINENSE						
CLASSIFICAÇÃO DO PONTO CONFORME RESOLUÇÃO CONAMA nº 274/2000:								
Próprio:	Quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras coletadas nas últimas 5 semanas anteriores, no mesmo local houver no máximo 800 Escherichia coli por 100 mililitros.							
Impróprio:	Quando em mais de 20% de um conjunto de amostras coletadas nas últimas 5 semanas anteriores, no mesmo local, for superior a 800 Escherichia coli por 100 mililitros ou quando, na última coleta, o resultado for superior a 2000 Escherichia coli por 100 mililitros.							
Município: FLORIANÓPOLIS		Balneário: PRAIA DOS INGLESES						
Ponto de Coleta: Ponto 27		Localização: FRENTE DO RIO CAPIVARI						
Data	Hora	Vento	Maré	Chuva	Água (C°)	Ar (C°)	E.Coli NMP*/100ml	Condição
18/12/2003	08:46:00	Leste	Enchente	Fraca	21.5 C°	22.5 C°	3500	IMPRÓPRIA
11/12/2003	09:40:00	Nordeste	Vazante	Fraca	24 C°	27.5 C°	20	PRÓPRIA
02/12/2003	09:00:00	Ausente	Enchente	Ausente	22 C°	26 C°	20	PRÓPRIA
25/11/2003	10:00:00	Ausente	Preamar	Ausente	22 C°	29.5 C°	20	PRÓPRIA
18/11/2003	08:58:00	Nordeste	Enchente	Ausente	21 C°	24 C°	130	PRÓPRIA
11/11/2003	09:27:00	Norte	Enchente	Ausente	21 C°	24.1 C°	110	PRÓPRIA
04/11/2003	08:03:00	Sudoeste	Enchente	Fraca	18 C°	16 C°	70	PRÓPRIA
18/09/2003	08:26:00	Sul	Vazante	Ausente	16 C°	18 C°	20	PRÓPRIA

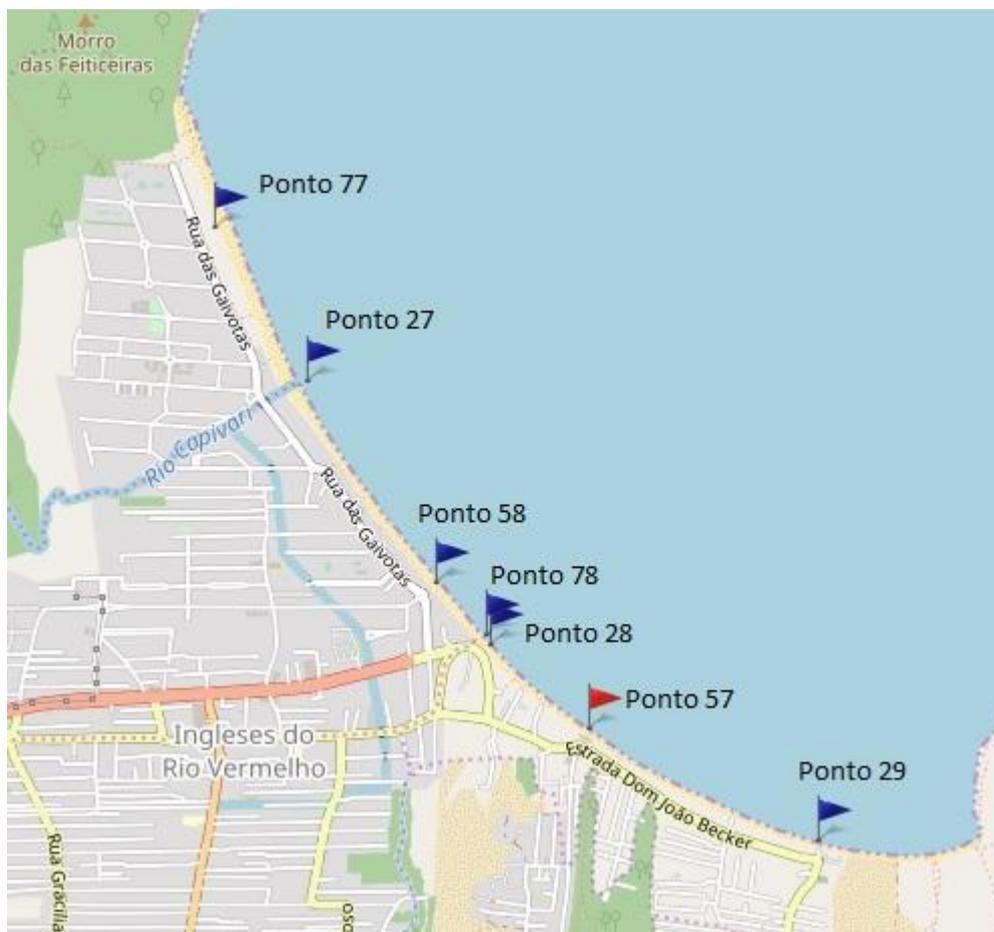
Fonte: IMA, 2019.

Os relatórios disponibilizados pelo IMA para a praia dos Ingleses apresentam dados referentes aos 7 pontos de coleta espalhados pela praia. São eles:

- Ponto 77 - Em frente a Rua Morro das Feiticeiras, no canto esquerdo
- Ponto 27 - Em frente ao Rio Capivari
- Ponto 58 - Em frente à rua Dante de Pata
- Ponto 78 - Em frente à tubulação
- Ponto 28 - Em frente ao posto salva vidas
- Ponto 57 - Em frente à Rua do Siri
- Ponto 29 - Em frente à Rua da Igreja

A Figura 7 ilustra os pontos de coleta da praia dos Ingleses.

Figura 7 - Pontos de coleta



Fonte: Adaptado de IMA, 2019

4.4.2 Critérios de avaliação

Para a determinação da nota deste indicador foram considerados os relatórios de balneabilidade do mês de junho de 2018 ao mês de junho de 2019. Este período foi determinado para garantir que a situação da qualidade das águas da praia tenha uma avaliação mais ampla, englobando um ano completo e os meses de baixa e alta temporada.

Os relatórios de balneabilidade apresentam os resultados das análises através das classificações: PRÓPRIA e IMPRÓPRIA. Mediante isto, o critério que será utilizado para avaliar este indicador será a média aritmética dos resultados das análises consideradas PRÓPRIAS no período definido.

A pontuação de cada indicador varia de 0 a 10 como citado anteriormente. Para este indicador, a pontuação igual a 10 representa 100% de análises PRÓPRIAS, a pontuação igual a 5 representa 50% de análises PRÓPRIAS e assim por diante. Sendo assim, quanto maior a média das análises PRÓPRIAS, mais perto de 10 é a pontuação do indicador balneabilidade.

Esta pontuação foi multiplicada pelo peso relativo do indicador, definido através do Método DELPHI, detalhado no item 4.7, e dividido por 100, resultando na nota do indicador.

As Equações 2 e 3 demonstram os cálculos envolvidos na obtenção da nota deste indicador.

$$Pb = \frac{(10 \times Xb)}{100}$$

Equação 2

Na qual:

Pb = Pontuação atribuída ao indicador balneabilidade

Xb = Porcentagem de análises próprias

$$Nbaln = \frac{(Pb \times pb)}{100}$$

Equação 3

Na qual:

Nbaln = Nota do indicador balneabilidade

pb = peso relativo do indicador balneabilidade

4.5 INDICADOR 2 – SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Os sistemas de esgotamento sanitário são fundamentais para que haja um correto gerenciamento dos efluentes líquidos gerados pela população. Estes sistemas visam captar e tratar os efluentes, tornando possível a disposição final em um corpo hídrico adequado. De forma geral, os Sistemas de Esgotamento Sanitário (SES) são compostos por: Rede coletora, interceptores, estações elevatórias e estações de tratamento, sendo cada uma destas etapas indispensável para o correto funcionamento do sistema.

O bairro dos Ingleses não possui uma ETE, por este motivo parte de seus efluentes são direcionados para a ETE de Canasvieiras, que realiza o tratamento e disposição final nos corpos hídricos presentes em Canasvieiras.

Em diversos pontos do bairro dos Ingleses a rede coletora ainda se encontra em processo de implantação. Por este motivo, grande parte do tratamento dos efluentes é feito nos próprios lotes, de forma descentralizada, na maioria das vezes utilizando a combinação de fossa séptica e sumidouro. Por não haver um devido monitoramento e controle destes sistemas de tratamento pelo poder público, frequentemente o esgoto acaba sendo lançado diretamente nos rios ou na rede de drenagem, tendo como destino algum corpo hídrico que desemboca no mar ou sendo infiltrado no solo.

O rio Capivari passa por uma extensa área do bairro e é um exemplo de corpo hídrico afetado diretamente pelo lançamento de efluentes. Neste curso d'água é possível observar uma forte cor marrom em épocas de chuva, além de elevada turbidez e mau cheiro. Os distúrbios no rio Capivari se tornam mais evidentes durante a alta temporada, época em que um grande número de turistas aparece na região, ampliando a geração de efluentes nos lotes.

Este indicador será dividido em dois sub-indicadores, que tornarão possível uma avaliação consistente da qualidade do SES do bairro dos Ingleses. Estes sub-indicadores irão avaliar partes integrantes do SES e serão detalhados a seguir.

4.5.1 Sub-indicadores

A análise do indicador referente ao sistema de esgotamento sanitário foi realizada por meio de dois sub-indicadores, como citado anteriormente. Estes sub-indicadores são:

- Abrangência da Rede Coletora
- Eficiência do Tratamento

O indicador Abrangência da Rede Coletora avaliou a rede coletora de esgoto através da análise da abrangência da rede no bairro. O objetivo deste sub-indicador é verificar a porcentagem do bairro que é atendida pela rede coletora.

O indicador Eficiência do Tratamento avaliou a Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) que recebe os efluentes do bairro, através da análise dos parâmetros: DBO, Nitrogênio, Fósforo e Coliformes termotolerantes. O objetivo deste sub-indicador é verificar a eficiência do

tratamento dos efluentes, analisando se os parâmetros de saída condizem com a legislação vigente.

4.5.2 Obtenção e análise dos dados de esgotamento sanitário

Para avaliar o indicador Sistema de Esgotamento Sanitário e seus sub-indicadores foram utilizados dados disponibilizados pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN) e dados presentes na literatura.

Os dados referentes ao sub-indicador *Abrangência da Rede Coletora* foram cedidos pela CASAN, via contato formal por e-mail, na forma de mapas, indicando onde há rede de esgoto no bairro.

Para o sub-indicador *Eficiência do Tratamento* foram utilizadas planilhas eletrônicas disponibilizadas pela CASAN e referências bibliográficas (Metcalf & Eddy, 1991) que tornaram possível avaliar os parâmetros desejados.

4.5.3 Critérios de avaliação dos dados de esgotamento sanitário

Para que seja feita a avaliação deste indicador, é preciso avaliar seus sub-indicadores, uma vez que com as notas dos sub-indicadores é possível calcular a nota do indicador.

O sub-indicador *Abrangência da rede coletora* será avaliado a partir de um mapa disponibilizado pela CASAN, que apresenta a área do bairro atendida pela rede coletora. Através da utilização do *software* Google Earth foi realizada uma relação proporcional com a área de estudo, obtendo assim a porcentagem do bairro que possui rede coletora.

Foi considerado que toda a rede implantada está operante e encaminhando o esgoto para a ETE, dessa forma, as partes da rede que estão inoperantes, conhecidas como rede seca, também entraram para o cálculo da nota do sub-indicador.

Adotou-se a pontuação de 10 para uma cobertura de 100% das ruas, enquanto a cobertura de 50% das vias proporciona uma pontuação de 5, e assim consequentemente. A multiplicação entre a pontuação obtida e o peso deste sub-indicador resulta em sua nota.

As Equações 4 e 5 demonstram os cálculos envolvidos para a obtenção da nota deste sub-indicador.

$$Pses1 = \frac{(10 \times Xses)}{100}$$

Equação 4

Na qual:

$Pses1$ = Pontuação atribuída ao sub-indicador abrangência da rede

$Xses$ = Porcentagem do bairro atendida pela rede coletora

$$Nsub1 = \frac{(Pses1 \times pses1)}{100}$$

Equação 5

Na qual:

$Nsub1$ = Nota do sub-indicador abrangência da rede

$pses1$ = peso relativo do sub-indicador abrangência da rede

O sub-indicador *Eficiência do tratamento* foi avaliado com base nas legislações nacionais e estaduais, que tem como objetivo determinar os padrões de lançamento de efluentes de Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs), são elas:

- Resolução CONAMA nº 357/2005: Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes;
- Resolução CONAMA nº 430/2011: Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução CONAMA nº 357/2005;
- Lei nº 14.675/2009: Institui o Código do Meio Ambiente para Santa Catarina.

Os parâmetros analisados foram: DBO, nitrogênio, fósforo e coliformes termotolerantes. Estes 4 parâmetros terão peso equivalente, compondo o presente sub-indicador. O peso de cada parâmetro será de 0,25.

Através das legislações foram analisados os padrões de lançamento para estes parâmetros, e com isso calculadas as notas. Os parâmetros que se encontraram dentro dos limites definidos receberam a pontuação máxima de 10, e aqueles que apresentaram valores abaixo do padrão receberam a pontuação mínima de 0.

As Equações 6 e 7 demonstram o cálculo para a obtenção da nota deste sub-indicador.

$$N_{\text{parâmetro}} = 0,25 \times P_{\text{ses2}}$$

Equação 6

Na qual:

$N_{\text{parâmetro}}$ = Nota do parâmetro (DBO, Nitrogênio, Fósforo, Coliformes)

P_{ses2} = Pontuação atribuída ao parâmetro

$$N_{\text{sub2}} = \frac{((\sum N_{\text{parâmetro}}) \times p_{\text{ses2}})}{100}$$

Equação 7

Na qual:

N_{sub2} = Nota do sub-indicador eficiência do tratamento

p_{ses2} = peso relativo do sub-indicador eficiência do tratamento

A nota do indicador Sistema de Esgotamento Sanitário é calculada pela Equação 8.

$$N_{\text{ses}} = \frac{((N_{\text{sub1}} + N_{\text{sub2}}) \times p_{\text{ses}})}{100}$$

Equação 8

Na qual:

N_{ses} = Nota do indicador sistema de esgotamento sanitário

N_{sub1} = Nota do sub-indicador 1 - abrangência da rede coletora

N_{sub2} = Nota do sub-indicador 2 - eficiência do tratamento

p_{ses} = peso relativo do indicador SES

4.6 INDICADOR 3 – GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Os sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos abrangem ações de acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e disposição adequada dos resíduos, além de englobar outros serviços como a varrição e a limpeza urbana.

Para este trabalho foi avaliada a abrangência da coleta convencional e seletiva, a frequência da coleta convencional e a destinação final dos resíduos no bairro dos Ingleses.

Por ser uma região com praia, os resíduos sólidos gerados nos Ingleses podem ser divididos em duas situações distintas: resíduos de praia e resíduos urbanos gerados pelas residências e estabelecimentos do bairro. Os resíduos gerados na praia são em sua grande maioria de origem orgânica e plástica, podendo conter também alumínio e vidro. O acondicionamento destes resíduos é um grande problema encontrado, tendo em vista que muitas vezes não há lugares adequados para a disposição do resíduo ou o recolhimento dos mesmos. Os resíduos gerados pelas residências e estabelecimentos do bairro envolvem todos os tipos de resíduos que são comumente gerados em uma cidade.

Este indicador será avaliado a partir de 4 sub-indicadores, que serão descritos a seguir.

4.6.1 Sub-indicadores

Os 4 sub-indicadores selecionados tem como objetivo avaliar o processo de coleta e disposição final dos resíduos. Estes sub-indicadores são:

- Abrangência da coleta convencional;
- Abrangência da coleta seletiva;
- Frequência da coleta convencional;
- Destinação final.

4.6.2 Obtenção e análise de dados

Os dados utilizados para a análise deste indicador foram disponibilizados pela COMCAP. Através de informações cedidas pelo telefone, planilhas, mapas e registros das rotas utilizadas pelos caminhões, foi possível obter os roteiros e frequência de coleta, assim como a destinação final dos resíduos.

4.6.3 Critérios de avaliação

A nota deste indicador foi calculada a partir da soma das notas dos sub-indicadores, multiplicadas pelo peso do indicador.

Os sub-indicadores *Abrangência da coleta convencional* e *Abrangência da coleta seletiva* foram avaliados de acordo com a porcentagem de ruas do bairro contempladas no roteiro realizado pelos caminhões de coleta da COMCAP. Para cada sub-indicador, a abrangência de 100% das ruas resulta em uma pontuação máxima de 10, enquanto uma cobertura de coleta de 50% resulta em uma pontuação 5, e assim por diante.

As Equações 9 e 10 demonstram os cálculos para obtenção do sub-indicador coleta convencional, enquanto as Equações 11 e 12 demonstram os cálculos para obtenção do sub-indicador coleta seletiva.

$$Pcc = \frac{(10 \times Xcc)}{100}$$

Equação 9

Na qual:

Pcc = Pontuação atribuída ao sub-indicador abrangência coleta convencional

Xcc = Porcentagem do bairro atendida pela coleta convencional

$$Nsub1 = \frac{(Pcc \times pcc)}{100}$$

Equação 10

Na qual:

$Nsub1$ = Nota do sub-indicador abrangência coleta convencional

pcc = peso relativo do sub-indicador abrangência coleta convencional

$$Pcs = \frac{(10 \times Xcs)}{100}$$

Equação 11

Na qual:

Pcs = Pontuação atribuída ao sub-indicador abrangência coleta seletiva

Xcs = Porcentagem do bairro atendida pela coleta seletiva

$$Nsub2 = \frac{(Pcs \times pcs)}{100}$$

Equação 12

Na qual:

N_{sub2} = Nota do sub-indicador abrangência coleta seletiva

pcs = peso relativo do sub-indicador abrangência coleta seletiva

Para o sub-indicador *Frequência da coleta convencional* foi feita a relação entre o número de dias da semana em que o caminhão da coleta convencional realiza o recolhimento de resíduos no bairro. Uma frequência de 7 dias por semana resulta na pontuação máxima de 10, caso não haja coleta a pontuação é mínima e igual a 0.

As Equações 13 e 14 demonstram os cálculos envolvidos para a obtenção da nota deste sub-indicador.

$$Pf = \frac{(10 \times Xf)}{7}$$

Equação 13

Na qual:

Pf = Pontuação atribuída ao sub-indicador frequência da coleta convencional

Xf = Número de dias que há coleta no bairro

$$N_{sub3} = \frac{(Pf \times pf)}{100}$$

Equação 14

Na qual:

N_{sub3} = Nota do sub-indicador frequência da coleta convencional

pf = peso relativo do sub-indicador frequência da coleta convencional

O último sub-indicador *Destinação final* tem como objetivo avaliar o destino final de todos os resíduos gerados no bairro. A análise deste sub-indicador considerou a porcentagem de todo o volume de resíduo gerado no bairro que segue para uma destinação ambientalmente adequada. Uma porcentagem de 100% resulta em uma pontuação máxima de 10, enquanto uma porcentagem de 50% resulta em uma pontuação de 5, e assim por diante.

As Equações 15 e 16 demonstram os cálculos envolvidos para a obtenção da nota deste sub-indicador.

$$Pd = \frac{(10 \times Xd)}{100}$$

Equação 15

Na qual:

Pd = Pontuação atribuída ao sub-indicador destinação final

Xd = Porcentagem de resíduo que tem a destinação final correta

$$N_{sub4} = \frac{(Pd \times pd)}{100}$$

Equação 16

Na qual:

N_{sub4} = Nota do sub-indicador destinação final

pd = peso relativo do sub-indicador destinação final

A Equação 17 demonstra o cálculo utilizado para obter a nota do indicador

$$N_{res} = \frac{((N_{sub1} + N_{sub2} + N_{sub3} + N_{sub4}) \times pres)}{100}$$

Equação 17

Na qual:

N_{res} = Nota do indicador gerenciamento dos resíduos sólidos

N_{sub1} = Nota do sub-indicador 1 - abrangência coleta convencional

N_{sub2} = Nota do sub-indicador 2 - abrangência coleta seletiva

N_{sub3} = Nota do sub-indicador 3 - frequência coleta convencional

N_{sub4} = Nota do sub-indicador 4 - destinação final

$pres$ = Peso relativo do indicador gerenciamento dos resíduos sólidos

4.7 PONDERAÇÃO PELO MÉTODO DELPHI

O cálculo do Índice de Qualidade de Praia é realizado a partir da integração dos indicadores ambientais descritos anteriormente. A ponderação destes indicadores e sub-indicadores representa a relevância de cada um destes para a qualidade ambiental da região. Como a ponderação de um indicador ambiental é subjetiva, optou-se por aplicar a metodologia DELPHI no presente trabalho.

O método DELPHI tem como objetivo proporcionar a ponderação dos indicadores ambientais através da consulta com um grupo de especialistas e moradores da região, obtendo uma divisão de pesos construída de forma colaborativa e que engloba todas ideologias individuais.

A metodologia foi baseada na aplicação de um questionário, em duas rodadas, para um grupo de participantes, para que este grupo pudesse chegar à um consenso na ponderação dos indicadores e sub-indicadores.

4.7.1 Seleção dos participantes

O grupo de participantes foi selecionado de forma a possibilitar englobar as opiniões de profissionais da área do saneamento, que possuem conhecimento técnico sobre o assunto, e moradores da região, que possuem conhecimento sobre o local de estudo. O contato com os participantes foi feito de forma pessoal, para que houvesse um melhor entendimento dos mesmos sobre o processo e o objetivo do método DELPHI. Foram escolhidos 15 participantes para colaborar com este estudo.

Para o grupo de especialistas, foram selecionados 5 professores e 5 formados que atuam no Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFSC. Todos os profissionais escolhidos eram formados em alguma área de engenharia sanitária ou ambiental. Para o grupo de moradores, foram escolhidas 5 pessoas que residem no bairro dos Ingleses e que conhecem as problemáticas encontradas no local.

Uma carta de esclarecimento foi elaborada, com o objetivo de apresentar os objetivos da pesquisa e indicar as diretrizes e procedimentos do trabalho voluntário prestado pelos participantes que aceitassem o convite. Esta carta foi entregue em mãos junto com os questionários.

A carta de esclarecimento se encontra no Apêndice A.

4.7.2 Elaboração dos questionários

O questionário foi elaborado de forma que os participantes pudessem demonstrar suas opiniões em relação a importância dos indicadores e sub-indicadores para a qualidade ambiental do local.

Neste documento, foi solicitado aos voluntários que escrevessem seus nomes, local de trabalho e a data em que foi respondido o questionário. Após isso, foi apresentada uma tabela com todos os indicadores e sub-indicadores a serem ponderados. O participante deveria ponderar os indicadores, de forma que a soma destes resultasse em 100. A soma dos sub-indicadores de cada indicador também deveria resultar em 100.

Abaixo da tabela de respostas foi inserida uma caixa de texto para que os participantes pudessem justificar as escolhas feitas, inserir críticas ou sugestões. Esta seção onde os participantes tiveram a chance de escrever seus comentários é de extrema importância para a metodologia DELPHI. Através desses comentários foi possível fazer com que os participantes interpretassem as opiniões dos outros membros do grupo e mudassem, ou não, suas respostas na segunda rodada.

O questionário aplicado se encontra no Apêndice B.

4.7.3 Rodada 1

Após feita a seleção dos participantes e a elaboração da carta de apresentação e questionário, iniciou-se efetivamente a Metodologia DELPHI.

Na primeira rodada os moradores e especialistas ponderaram os indicadores e sub-indicadores de acordo com a sua opinião, julgando o que achavam mais importante para a qualidade ambiental de uma praia. O questionário foi entregue para todos pessoalmente, possibilitando um melhor contato e um maior entendimento dos participantes sobre o processo.

4.7.4 Rodada 2

Após o recebimento do questionário dos participantes foi realizada uma análise estatística das respostas obtidas e foi elaborada uma compilação de todos os comentários inseridos.

A análise estatística foi composta pela determinação da média aritmética das respostas, da moda e do desvio padrão. A definição destes parâmetros foi disponibilizada junto com os questionários e se encontra abaixo:

- **Média aritmética:** Resultado da soma de todas as informações de um conjunto de dados dividida pelo número de elementos deste conjunto.

- **Moda:** O dado mais frequente de um conjunto.
- **Desvio Padrão:** Medida que expressa o quanto um conjunto de dados é uniforme. Quanto mais próximo de 0 for o desvio padrão, mais homogêneo são os dados.

Na segunda rodada, o mesmo questionário foi novamente entregue aos participantes. Porém, desta vez o questionário estava acompanhado com a ponderação que o próprio participante realizou na primeira rodada, os resultados da análise estatística, todos os comentários recebidos e as ponderações realizadas pelos outros participantes, que não foram identificados, preservando assim o sigilo indicado pela Metodologia DELPHI.

Esta segunda etapa tinha como objetivo fazer com que os participantes refletissem sobre as respostas e comentários inseridos pelos outros e reconsiderassem suas próprias respostas, caso achassem necessário. Esse processo serviu para que fosse atingido um consenso entre o grupo de voluntários, eliminando grande parte da subjetividade da ponderação.

Os pesos utilizados no cálculo das notas dos indicadores e sub-indicadores foram obtidos fazendo uma média aritmética das respostas de todos os participantes após essa segunda rodada, finalizando assim o Método DELPHI.

4.8 CÁLCULO DO IQP

Através dos dados coletados foi possível avaliar cada indicador e sub-indicador e obter a pontuação dos mesmos. Essa pontuação multiplicada pelos pesos obtidos após a aplicação do Método DELPHI tornou possível o cálculo das notas, as quais revelam o desempenho ambiental de cada indicador. A Equação 1 já descrita no item 4.2 demonstra este cálculo.

Com a avaliação de cada indicador foi possível calcular o IQP para a praia dos Ingleses. O IQP é composto pela soma dos 4 indicadores, tendo seu valor variando entre 0 e 10. A Equação 18 demonstra o cálculo do IQP para a praia dos Ingleses.

$$IQP = N_{baln} + N_{ses} + N_{res}$$

Equação 18

Na qual:

$$IQP = \text{Nota do Índice de Qualidade de Praia para a praia dos Ingleses}$$

N_{baln} = Nota do indicador balneabilidade

N_{ses} = Nota do indicador sistema de esgotamento sanitário

N_{res} = Nota do indicador gerenciamento dos resíduos sólidos

4.9 QUALIDADE AMBIENTAL DA PRAIA

A avaliação da qualidade ambiental da praia foi realizada a partir do cálculo do IQP. Este índice tem seu valor variando entre 0 e 10, sendo 10 a nota máxima e 0 a nota mínima. Essa nota foi relacionada com uma escala ambiental pré-definida, tornando possível a determinação do desempenho ambiental da praia.

O valor de desempenho ambiental obtido pela praia foi classificado em uma escala de A-E, que varia de Excelente a Péssima, conforme a nota do IQP. A Tabela 1 demonstra a classificação da praia através da utilização da escala.

Tabela 1 - Classificação da praia

A	B	C	D	E	
Excelente	Boa	Regular	Ruim	Péssima	
10	8	6	4	2	0

Fonte: Rechden (2005)

5 RESULTADOS

5.1 MÉTODO DELPHI

Como detalhado anteriormente, a metodologia DELPHI foi dividida em duas rodadas distintas e contou com a participação de 15 voluntários. Foram analisados os resultados das ponderações para todos os grupos envolvidos no questionário: Professores do departamento de engenharia sanitária e ambiental da UFSC, formados no curso de engenharia sanitária e ambiental da UFSC e moradores do bairro dos Ingleses, além da ponderação final de cada rodada. Os resultados obtidos serão apresentados a seguir.

5.1.1 Rodada 1

Para a primeira rodada, cada participante ponderou os indicadores e sub-indicadores conforme seu próprio conhecimento, determinando o que era mais relevante para a qualidade ambiental da região conforme a sua opinião.

A seguir serão apresentadas tabelas que apresentam os resultados obtidos para cada grupo e o resultado final da primeira rodada.

5.1.1.1 Professores

A Tabela 2 apresenta os resultados das ponderações dos indicadores e a Tabela 3 contém os resultados das ponderações dos sub-indicadores para o grupo constituído por professores do departamento de engenharia sanitária e ambiental da UFSC.

Tabela 2 - Resultados da ponderação dos indicadores - professores

RODADA 1 – PROFESSORES			
INDICADOR	MÉDIA	MODA	DESVIO PADRÃO
BALNEABILIDADE	24,00	30	19,49
SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	50,00	50	21,21
GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	26,00	20	8,94

Fonte: Autor (2019)

Pode-se observar que o indicador SES possui uma média significativamente maior que os outros, chegando a um valor que consiste na soma dos dois outros indicadores. Este resultado da média, aliado à moda que também apresentou um valor elevado, demonstra que entre os professores o indicador SES foi considerado o indicador de maior importância para a qualidade ambiental da região.

Para os indicadores *Sistema de esgotamento sanitário* e *Balneabilidade* o desvio padrão apresentou um valor elevado, demonstrando que as ponderações entre o grupo divergiram bastante. Já para o indicador *Gerenciamento de resíduos sólidos* o desvio padrão apresentou um valor menor, o que indica que o peso dado a este indicador foi parecido para a maioria dos participantes.

Tabela 3 - Resultados da ponderação dos sub-indicadores - professores

RODADA 1 – PROFESSORES				
INDICADOR	SUB-INDICADOR	MÉDIA	MODA	DESVIO PADRÃO
SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	Abrangência da rede	44,00	50	15,17
	Eficiência de tratamento	56,00	50	15,17
GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	Abrangência coleta convencional	35,00	40	7,07
	Frequência coleta convencional	22,00	-	11,51
	Abrangência coleta seletiva	14,00	10	8,22
	Destinação final	29,00	40	12,45

Fonte: Autor (2019)

Os sub-indicadores *Abrangência da rede* e *Eficiência do tratamento* apresentaram a o mesmo valor de moda e de desvio padrão, evidenciando que alguns participantes optaram por dar o mesmo peso para cada sub-indicador, enquanto outros variaram bastante suas ponderações.

No indicador *Gerenciamento de resíduos sólidos* os participantes deram um elevado peso para o sub-indicador *Abrangência coleta convencional* e um peso muito menor para *Abrangência coleta seletiva*, demonstrando que para o grupo a coleta de resíduos como um todo é mais importante que a coleta de recicláveis, no que diz respeito à qualidade da praia.

Para o sub-indicador *Frequência coleta convencional* o valor da moda não pode ser obtido pois todos os participantes definiram valores diferentes em suas ponderações.

5.1.1.2 Formados

Os resultados das ponderações dos indicadores e sub-indicadores realizadas pelos formados na área de engenharia sanitária e ambiental da UFSC se encontram na Tabela 4 e na Tabela 5, respectivamente.

Tabela 4 - Resultados da ponderação dos indicadores - formados

RODADA 1 – FORMADOS			
INDICADOR	MÉDIA	MODA	DESVIO PADRÃO
BALNEABILIDADE	27,00	30	9,75
SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	42,00	35	10,37
GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	31,00	30	2,24

Fonte: Autor (2019)

É possível observar que o indicador *Sistema de esgotamento sanitário* apresentou a maior média, evidenciando que grande parte dos participantes deste grupo considerou este indicador o de maior importância.

O desvio padrão do indicador *Gerenciamento dos resíduos sólidos* exibiu um valor baixo, demonstrando que os participantes não tiveram opiniões muito divergentes sobre a importância deste indicador.

Tabela 5- Resultados da ponderação dos sub-indicadores - formados

RODADA 1 – FORMADOS				
INDICADOR	SUB-INDICADOR	MÉDIA	MODA	DESVIO PADRÃO
SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	Abrangência da rede	58,00	65	16,05
	Eficiência de tratamento	42,00	35	16,05
GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	Abrangência coleta convencional	32,00	-	11,51
	Frequência coleta convencional	24,00	20	4,18
	Abrangência coleta seletiva	19,00	15	4,18
	Destinação final	25,00	-	13,69

Fonte: Autor (2019)

A média e a moda obtidas para o sub-indicador *Abrangência da rede* apresentaram valores elevados, o que demonstra que a maioria dos participantes considerou este sub-indicador o de maior importância para o indicador SES. Entretanto o desvio padrão apresentou um valor elevado para ambos sub-indicadores, revelando que os pesos escolhidos pelos participantes tiveram uma grande variação.

Para os sub-indicadores *Frequência coleta convencional* e *Abrangência coleta seletiva* pode-se observar um valor de desvio padrão baixo, evidenciando que os participantes seguiram uma mesma linha de pensamento na ponderação destes sub-indicadores.

Abrangência da coleta convencional e *Destinação final* não apresentaram moda, pois cada participante ponderou de forma diferente cada um destes sub-indicadores.

5.1.1.3 Moradores

Os resultados obtidos para o grupo de moradores do bairro dos Ingleses se encontram na Tabela 6, para os indicadores, e na Tabela 7, para os sub-indicadores.

Tabela 6 - Resultado da ponderação dos indicadores - moradores

RODADA 1 – MORADORES			
INDICADOR	MÉDIA	MODA	DESVIO PADRÃO
BALNEABILIDADE	30,00	20	10,00
SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	37,00	30	8,37
GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	33,00	30	6,71

Fonte: Autor (2019)

As médias obtidas para os indicadores apresentaram valores muito próximos, demonstrando que para os moradores do bairro todos os indicadores são praticamente de mesma importância para a qualidade ambiental da região.

Tabela 7 - Resultados da ponderação dos sub-indicadores - moradores

RODADA 1 – MORADORES				
INDICADOR	SUB-INDICADOR	MÉDIA	MODA	DESVIO PADRÃO
SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	Abrangência da rede	50,00	40	10,00
	Eficiência de tratamento	50,00	40	10,00
GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	Abrangência coleta convencional	30,00	-	7,91
	Frequência coleta convencional	22,00	25	7,58
	Abrangência coleta seletiva	23,00	20	4,47
	Destinação final	25,00	20	5,00

Fonte: Autor (2019)

Seguindo a lógica dos indicadores, as ponderações para os sub-indicadores se apresentaram semelhantes. Os sub-indicadores de SES apresentaram o mesmo valor de média, moda e desvio padrão. Para o indicador dos resíduos sólidos os valores também ficaram próximos, evidenciando que o grupo teve opiniões convergentes.

O sub-indicador *Abrangência coleta convencional* foi o que apresentou maior média para o seu indicador. Porém, não apresentou nenhum valor para a moda, demonstrando que nenhum participante deu o mesmo peso para este sub-indicador.

5.1.1.4 Total

Ao final da primeira rodada foram elaboradas tabelas similares às anteriores, desta vez avaliando as ponderações de todos os participantes do estudo. Estes resultados foram disponibilizados aos participantes na segunda rodada. A Tabela 8 demonstra os valores obtidos para os indicadores e a Tabela 9 demonstra os valores obtidos para os sub-indicadores.

Tabela 8 - Resultados da ponderação dos indicadores para o grupo

RODADA 1 – TOTAL			
INDICADOR	MÉDIA	MODA	DESVIO PADRÃO
BALNEABILIDADE	27,00	30	13,07
SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	43,00	50	14,49
GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	30,00	30	6,81

Fonte: Autor (2019)

Avaliando a ponderação dos indicadores, pode-se chegar à conclusão de que o SES foi o indicador considerado de maior importância para o grupo, enquanto os indicadores *Balneabilidade* e *Gerenciamento de resíduos sólidos* apresentaram valores de média próximos.

O desvio padrão foi elevado para a *Balneabilidade* e para o *Sistema de esgotamento sanitário*, e manteve-se baixo para o *Gerenciamento de resíduos sólidos*, demonstrando uma tendência já evidenciada nos resultados para cada grupo, apresentados anteriormente.

Tabela 9 - Resultado da ponderação dos sub-indicadores para o grupo

RODADA 1 – TOTAL				
INDICADOR	SUB-INDICADOR	MÉDIA	MODA	DESVIO PADRÃO
SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	Abrangência da rede	50,67	60	14,25
	Eficiência de tratamento	49,33	40	14,25
GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	Abrangência coleta convencional	32,33	40	8,63
	Frequência coleta convencional	22,67	25	7,76
	Abrangência coleta seletiva	18,67	20	6,67
	Destinação final	26,33	20	10,43

Fonte: Autor (2019)

Os sub-indicadores do indicador SES ficaram próximos, demonstrando que para o grupo, ambos possuem igual importância. Já para os resíduos sólidos, foi possível observar que os sub-indicadores mais importantes para o grupo foram *Abrangência coleta convencional* e *Destinação final*.

5.1.2 Rodada 2

Após finalizada a primeira rodada, foi realizada a compilação de comentários, análise estatística das respostas e redistribuição dos questionários, iniciando assim a segunda rodada. Nesta rodada, cada participante ponderou novamente os indicadores e sub-indicadores, tendo agora as respostas dos outros participantes à disposição, visando chegar à um maior consenso entre o grupo.

A tabela disponibilizada aos participantes com todos os resultados obtidos na primeira rodada se encontra no Apêndice C.

A seguir serão apresentadas tabelas que irão demonstrar os resultados obtidos para cada grupo e o resultado final obtido após a segunda rodada do Método DELPHI.

5.1.2.1 Professores

Para o grupo composto por 5 professores do departamento de engenharia e sanitária ambiental da UFSC, apenas 1 alterou sua ponderação para a segunda rodada do questionário. Os resultados coletados após a segunda rodada se encontram na Tabela 10 e na Tabela 11, para os indicadores e sub-indicadores, respectivamente.

Tabela 10 - Resultados da ponderação dos indicadores – rodada 2 - professores

RODADA 2 – PROFESSORES			
INDICADOR	MÉDIA	MODA	DESVIO PADRÃO
BALNEABILIDADE	22,00	-	19,24
SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	52,00	50	21,68
GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	26,00	20	8,94

Fonte: Autor (2019)

A alteração de pesos entre as rodadas foi realizada por um único professor que definiu um peso menor para o indicador *Balneabilidade* e maior para o indicador *SES*.

A moda da *Balneabilidade* não pode ser encontrada, pois cada participante ponderou de forma diferente este indicador.

Pode-se chegar à conclusão de que os professores consideram o indicador *Sistema de Esgotamento Sanitário* como sendo o de maior importância para a qualidade ambiental do bairro. É interessante notar que este mesmo indicador é o que apresenta o maior desvio padrão, evidenciando uma variação entre as ponderações.

Tabela 11 - Resultados da ponderação dos sub-indicadores – rodada 2 - professores

RODADA 2 – PROFESSORES				
INDICADOR	SUB-INDICADOR	MÉDIA	MODA	DESVIO PADRÃO
SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	Abrangência da rede	44,00	50	15,17
	Eficiência de tratamento	56,00	50	15,17
GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	Abrangência coleta convencional	35,00	40	7,07
	Frequência coleta convencional	22,00	-	11,51
	Abrangência coleta seletiva	14,00	10	8,22
	Destinação final	29,00	40	12,45

Fonte: Autor (2019)

Não houve variação nas ponderações realizadas para os sub-indicadores para este grupo, mantendo-se os resultados apresentados no final da primeira rodada.

5.1.2.2 Formados

No grupo constituído por 5 formados na área de engenharia sanitária e ambiental, somente 1 realizou alterações em suas ponderações para a segunda rodada. A Tabela 12 apresenta os resultados dos indicadores e a Tabela 13 apresenta os resultados dos sub-indicadores.

Tabela 12 - Resultados da ponderação dos indicadores – rodada 2 - formados

RODADA 2 – FORMADOS			
INDICADOR	MÉDIA	MODA	DESVIO PADRÃO
BALNEABILIDADE	27,00	30	9,75
SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	42,00	35	10,37
GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	31,00	30	2,24

Fonte: Autor (2019)

Os pesos dos indicadores não sofreram variação na segunda rodada, permanecendo os indicados após a primeira rodada.

O indicador que apresentou o maior peso foi o *Sistema de Esgotamento Sanitário*, indicando que para o grupo este indicador é o mais importante para a condição ambiental do local.

Tabela 13 - Resultados da ponderação dos sub-indicadores – rodada 2 - formados

RODADA 2 – FORMADOS				
INDICADOR	SUB-INDICADOR	MÉDIA	MODA	DESVIO PADRÃO
SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	Abrangência da rede	58,00	65	16,05
	Eficiência de tratamento	42,00	35	16,05
GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	Abrangência coleta convencional	34,00	-	15,57
	Frequência coleta convencional	22,00	20	2,74
	Abrangência coleta seletiva	19,00	15	4,18
	Destinação final	25,00	-	13,69

Fonte: Autor (2019)

O único participante que decidiu alterar sua resposta inicial realizou uma ponderação diferente para os sub-indicadores *Abrangência coleta convencional* e *Frequência coleta convencional*, dando um peso maior para a abrangência e menor para a frequência.

5.1.2.3 Moradores

A maior quantidade de ponderações alteradas na segunda rodada ocorreu para o grupo de moradores do bairro. Dos 5 moradores que realizaram o questionário, 3 alteraram suas respostas. A Tabela 14 apresenta os resultados para os indicadores e a Tabela 15 apresenta os resultados para os sub-indicadores.

Tabela 14 - Resultados da ponderação dos indicadores – rodada 2 - moradores

RODADA 2 – MORADORES			
INDICADOR	MÉDIA	MODA	DESVIO PADRÃO
BALNEABILIDADE	26,00	30	5,48
SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	41,00	40	7,42
GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	33,00	30	6,71

Fonte: Autor (2019)

As médias dos indicadores *Balneabilidade* e *Sistema de esgotamento sanitário* sofreram alterações na segunda rodada. O indicador *Gerenciamento de resíduos sólidos* não sofreu nenhuma alteração. O SES recebeu um peso maior nessa rodada quando comparado com a rodada anterior, isso provavelmente ocorreu devido à apresentação dos comentários dos outros participantes aos moradores do bairro, os quais levaram em conta os pesos dados pelos professores e formados, e com isso mudaram sua opinião, seguindo as ponderações apresentadas pelos outros grupos.

O desvio padrão também sofreu alterações, apresentando valores mais baixos quando comparado com a primeira rodada. Isso demonstra que foi obtido um maior consenso nas ponderações pelos participantes deste grupo.

Tabela 15 - Resultados da ponderação dos sub-indicadores – rodada 2 - moradores

RODADA 2 – MORADORES				
INDICADOR	SUB-INDICADOR	MÉDIA	MODA	DESVIO PADRÃO
SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	Abrangência da rede	48,00	40	8,37
	Eficiência de tratamento	52,00	50	8,37
GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	Abrangência coleta convencional	30,00	30	3,54
	Frequência coleta convencional	24,00	20	4,18
	Abrangência coleta seletiva	22,00	20	2,74
	Destinação final	24,00	20	4,18

Fonte: Autor (2019)

Exceto pelo sub-indicador *Abrangência coleta convencional*, todos os sub-indicadores apresentaram uma alteração nos valores da média para esta rodada.

O desvio-padrão de todos sub-indicadores apresentou um valor mais baixo, o que indica que os participantes conseguiram chegar a um consenso com relação aos pesos informados.

5.1.2.4 Total

Ao final da segunda rodada foram obtidas as médias utilizadas no cálculo das notas dos indicadores que compõem o IQP. Os resultados obtidos para os indicadores se encontram na Tabela 16 e os resultados dos sub-indicadores na Tabela 17.

Tabela 16 - Resultados da ponderação dos indicadores para o grupo – rodada 2

RODADA 2 – TOTAL			
INDICADOR	MÉDIA	MODA	DESVIO PADRÃO
BALNEABILIDADE	25,00	30	12,10
SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	45,00	40	14,39
GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	30,00	30	6,81

Fonte: Autor (2019)

As médias não sofreram uma grande variação quando comparadas com a primeira rodada. O indicador *Sistema de esgotamento sanitário* apresentou a maior média, seguido pelo indicador *Gerenciamento de resíduos sólidos* e por fim a *Balneabilidade*.

O indicador *Gerenciamento de resíduos sólidos* apresentou na segunda rodada os mesmos valores relatados na primeira rodada, o que indica que nenhum participante alterou sua ponderação para este indicador.

O desvio padrão apresentou um valor mais baixo para os indicadores que sofreram alteração, tornando evidente que o grupo chegou a um maior consenso com suas respostas.

Tabela 17 - Resultados da ponderação dos sub-indicadores para o grupo – rodada 2

RODADA 2 – TOTAL				
INDICADOR	SUB-INDICADOR	MÉDIA	MODA	DESVIO PADRÃO
SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	Abrangência da rede	50,00	50	14,02
	Eficiência de tratamento	50,00	50	14,02
GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	Abrangência coleta convencional	33,00	30	9,60
	Frequência coleta convencional	22,67	20	6,78
	Abrangência coleta seletiva	18,33	20	6,17
	Destinação final	26,00	25	10,39

Fonte: Autor (2019)

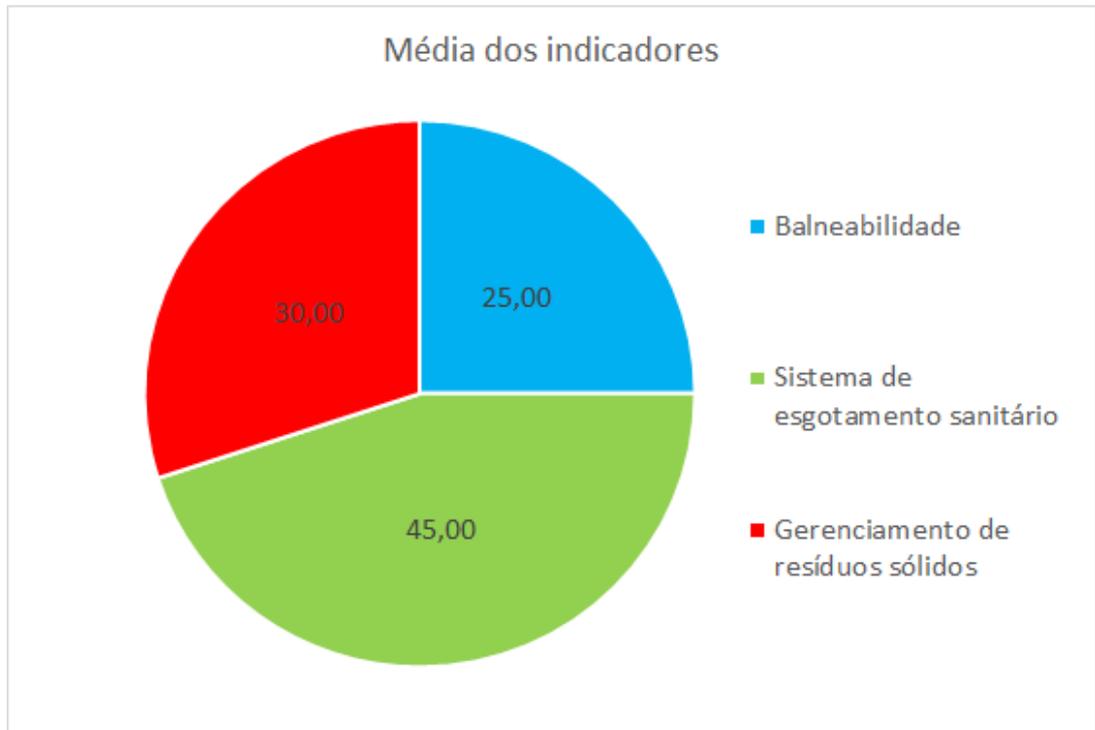
Os sub-indicadores apresentaram variações nos valores de suas médias, porém estas mudanças não foram expressivas e os resultados mantiveram-se no mesmo padrão evidenciado ao fim da primeira rodada.

O sub-indicador *Abrangência coleta convencional* foi o único que obteve um desvio padrão mais elevado, quando comparado com a rodada anterior, o que indica que o grupo teve uma discordância ainda maior para este sub-indicador nesta segunda rodada.

5.1.3 Resultados Finais

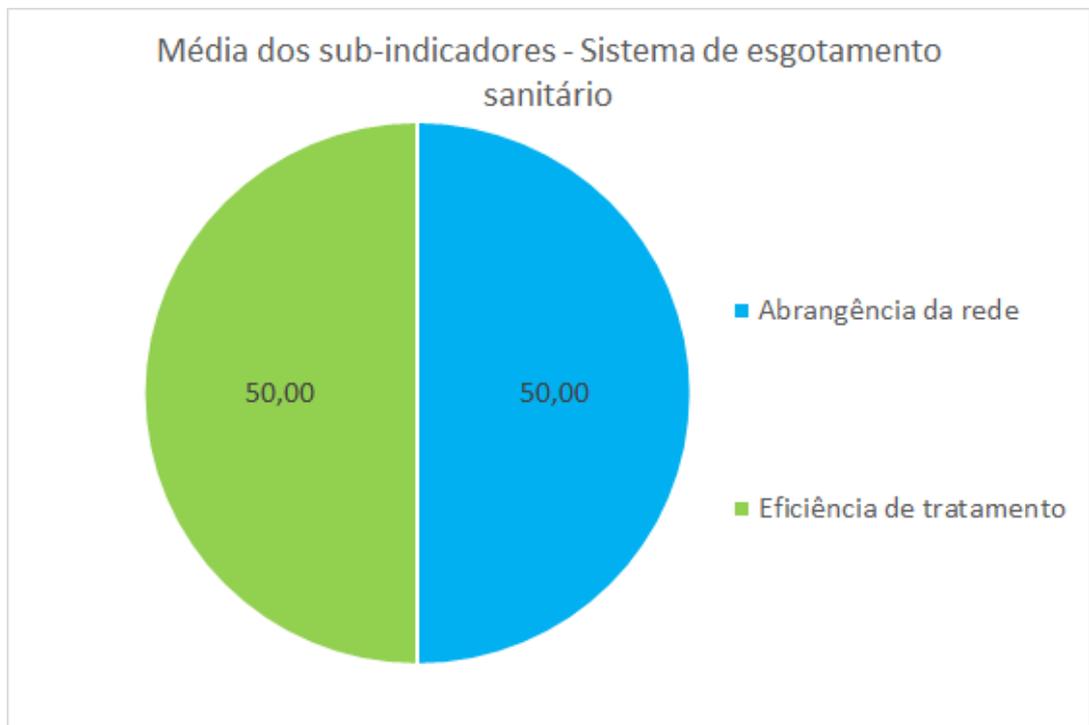
Os pesos utilizados para o cálculo do IQP foram resultantes das médias dos indicadores e sub-indicadores obtidas após a segunda rodada dos questionários. A Figura 1 apresenta as médias dos indicadores, enquanto as Figuras 2 e 3 apresentam as médias dos sub-indicadores *Sistema de Esgotamento Sanitário* e *Gerenciamento de resíduos sólidos*, respectivamente.

Figura 8 - Média dos indicadores



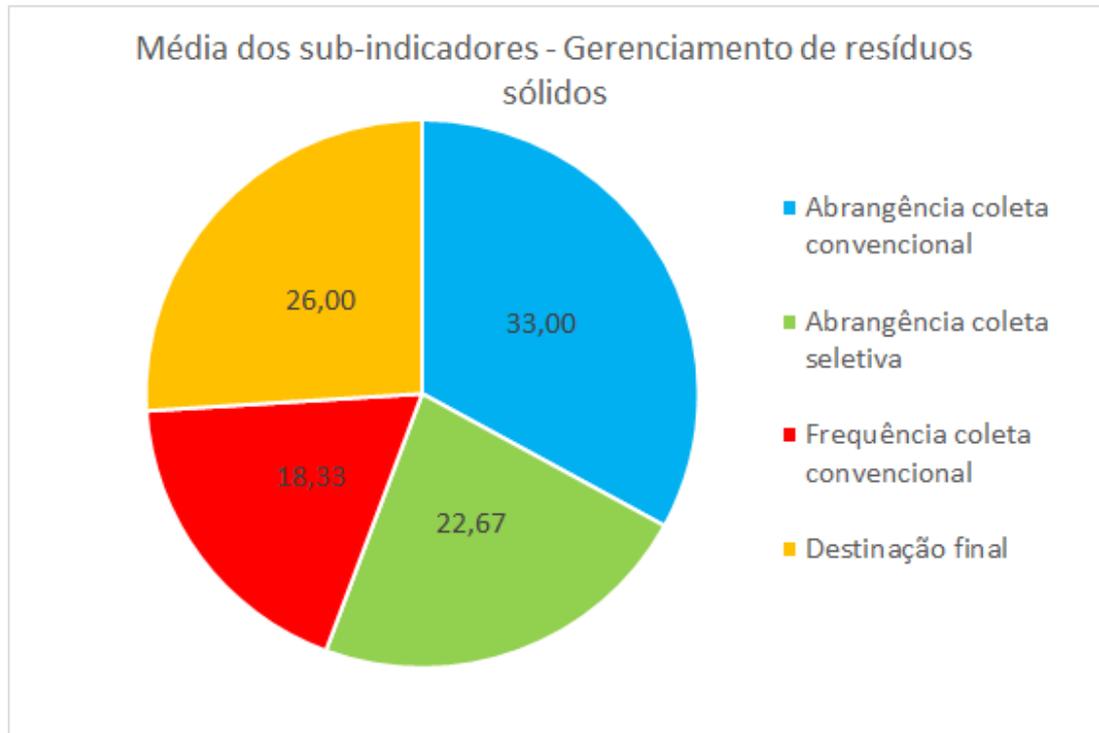
Fonte: Autor (2019)

Figura 9 - Média dos sub-indicadores - Sistema de Esgotamento Sanitário



Fonte: Autor (2019)

Figura 10 - Média dos sub-indicadores - Gerenciamento de resíduos sólidos



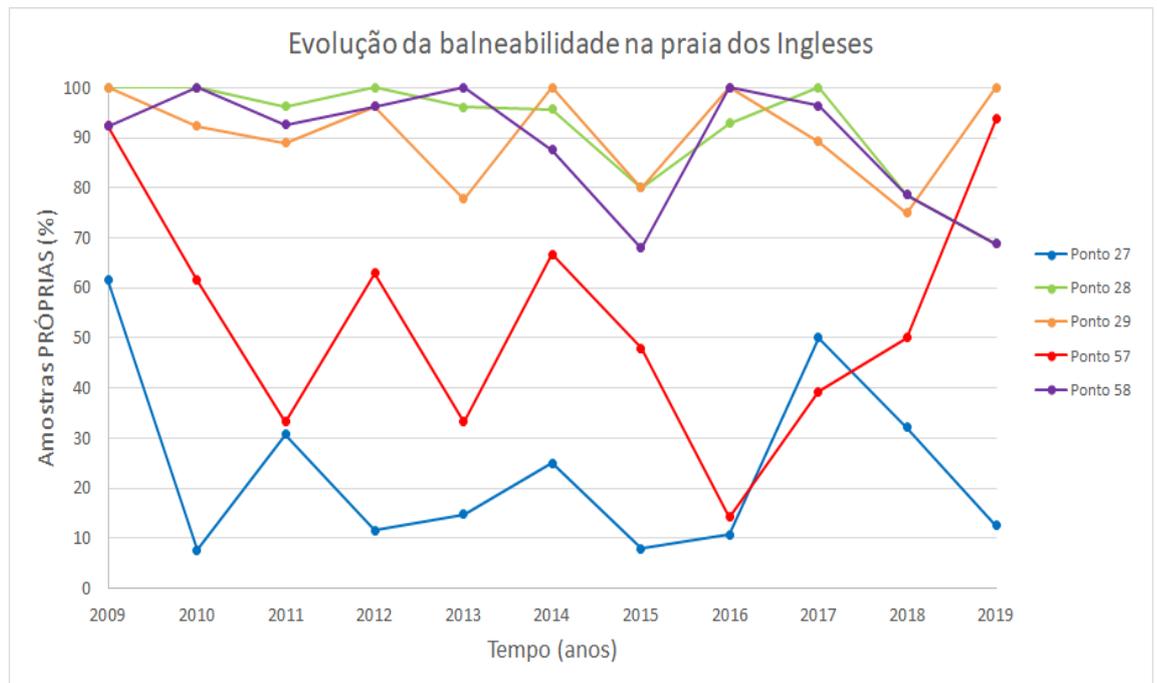
Fonte: Autor (2019)

5.2 BALNEABILIDADE

Conforme apresentado na Figura 7, o acompanhamento da balneabilidade da praia dos Ingleses é feito em diferentes pontos contidos nos seus 4,8 km de extensão.

Foi realizada a avaliação da balneabilidade dos Pontos 27, 28, 29, 57 e 58 com período de análise sendo igual a 10 anos, tendo início no mês de junho de 2009 e terminando no mês de junho de 2019. A Figura 11 apresenta a situação das classificações PRÓPRIAS para os pontos de coleta.

Figura 11 - Evolução da balneabilidade nos pontos 27, 28, 29, 57 e 58



Fonte: Autor (2019)

Com o auxílio do gráfico é possível observar que um único ponto pode apresentar uma grande oscilação nas quantidades de amostras próprias com o passar dos anos. Da mesma forma verifica-se que todos os pontos possuem no mínimo uma variação igual ou maior que 20% entre dois anos.

As divergências dos resultados também são evidentes entre os diferentes pontos de análise. Alguns pontos têm um acréscimo na porcentagem de análises próprias de um ano para o outro, enquanto outros apresentam um decréscimo nessa porcentagem para o mesmo período, evidenciando que os resultados das análises não seguem um padrão para toda a praia.

O Ponto 27 apresenta a pior condição de balneabilidade para a praia. Isso possivelmente ocorre, pois, o ponto se encontra localizado na saída do rio Capivari, evidenciando que a qualidade da água do corpo hídrico se encontra constantemente em más condições ambientais, o que impacta a qualidade da água.

A Figura 12 apresenta uma vista de satélite da foz do rio, local onde são coletadas as amostras do IMA. É possível observar a cor marrom do curso d'água, a qual contrasta com a cor azul do mar.

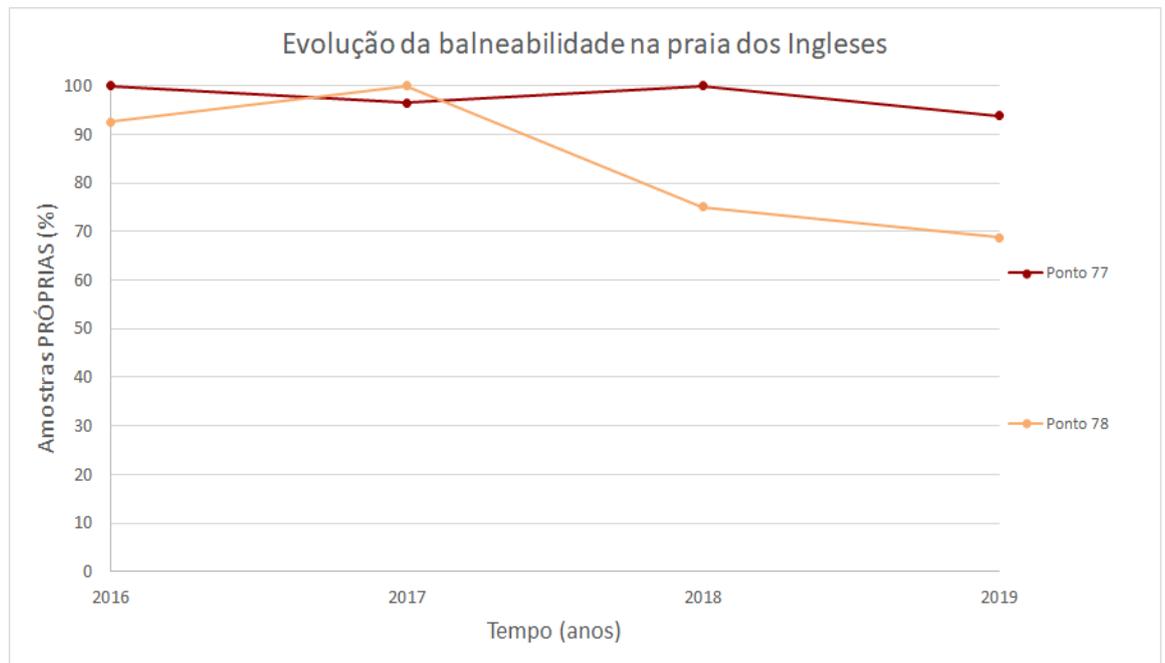
Figura 12 - Vista de satélite da foz do rio Capivari



Fonte: Google Maps (2019)

Pelo fato da coleta ter começado a ocorrer apenas no mês de novembro de 2015 para os Pontos 77 e 78, e apresentar resultados indeterminados para o ano, optou-se por analisar o período de janeiro de 2016 a junho de 2019 para estes pontos. A Figura 13 demonstra os resultados obtidos para estes locais.

Figura 13 - Evolução da balneabilidade nos pontos 77 e 78

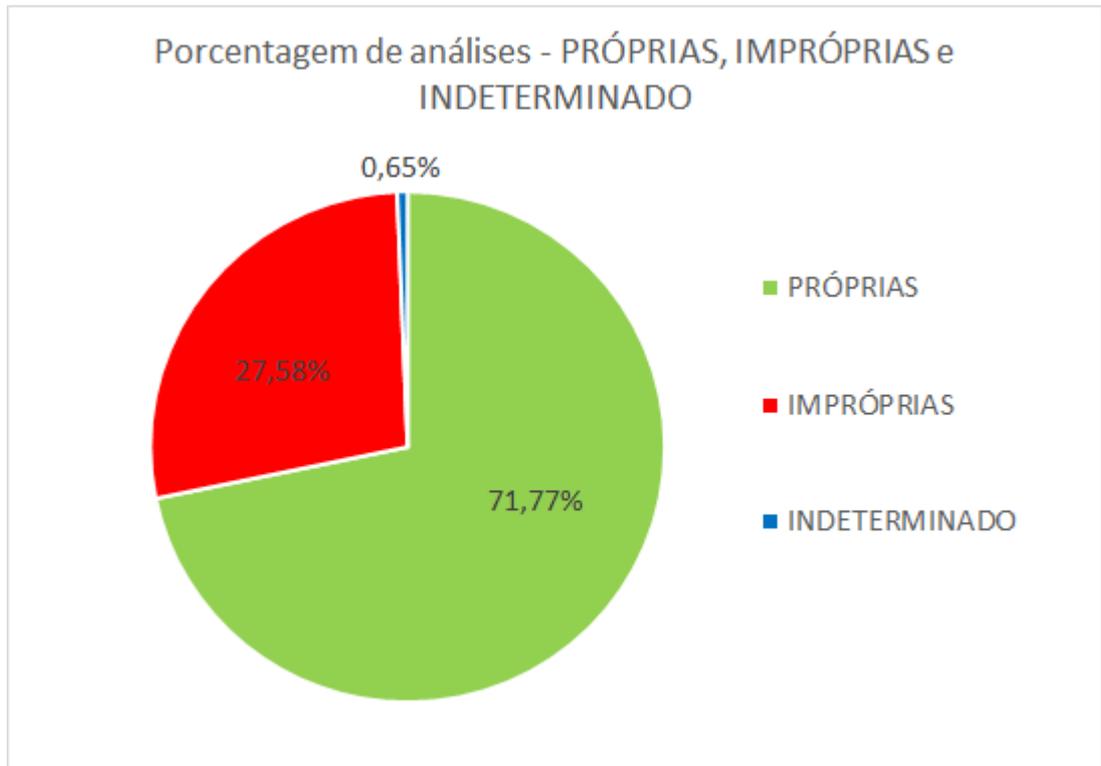


Fonte: Autor (2019)

Os Pontos 77 e 78 apresentaram resultados satisfatórios para suas análises. Porém, observa-se que os dois pontos seguem uma tendência de ter um número cada vez menor de amostras próprias, evidenciando uma piora na qualidade das águas com o passar dos anos.

A Figura 14 apresenta a porcentagem de análises próprias, impróprias e indeterminadas realizadas pelo IMA para o período de junho de 2009 a junho de 2019 para todos os pontos. O número total de análises foi igual a 1541.

Figura 14 - Porcentagem de análises realizadas pelo IMA



Fonte: Autor (2019)

Para o cálculo da nota do indicador e do IQP foram avaliadas as porcentagens de coletas PRÓPRIAS em todos os pontos. O período de análise escolhido teve início no mês de junho de 2018 e das análises realizadas na praia dos Ingleses para o período de estudo.

Tabela 18 - Avaliação dos pontos para o cálculo do IQP

Ponto de coleta	Quantidade de Análises		
	Próprias	Impróprias	Total
Ponto 27	11	18	29
Ponto 28	24	5	29
Ponto 29	29	0	29
Ponto 57	28	1	29
Ponto 58	24	5	29
Ponto 77	28	1	29
Ponto 78	24	5	29
Total	168	35	203

Fonte: Autor (2019)

A Tabela 19 exibe as informações que foram utilizadas para o cálculo da nota deste indicador, assim como a nota final do indicador.

Tabela 19 - Pontuação, peso e nota do indicador Balneabilidade

Indicador - Balneabilidade			
Amostras PRÓPRIAS (%)	Pontuação	Peso	Nota
82,76	$P = \frac{(82,76 \times 10)}{100}$ $P = 8,27$	25,00	$N_{baln} = \frac{(8,27 \times 25)}{100}$ $N_{baln} = 2,08$

Fonte: Autor (2019)

A quantidade de 82,76% de análises próprias e a nota 2,08 do indicador demonstram que a praia se encontra com boas condições de balneabilidade. É importante levar em consideração que embora o resultado pareça satisfatório, o único parâmetro analisado pelo IMA neste tipo de estudo é o número de *Escherichia coli* por 100 ml, que pode ser um indicador da presença de patógenos mesmo quando apresenta quantidades muito baixas. Esse parâmetro pode não indicar a realidade da condição de qualidade das águas, que podem estar apresentando outros distúrbios como: presença de vírus e bactérias, grande quantidade de óleos e graxas, altas taxas de DBO e nutrientes como nitrogênio e fósforo, entre outros.

O Ponto 27 é o único que apresentou um número superior de amostras impróprias quando comparado com o número de amostras próprias. Isso pode ser explicado devido à sua proximidade com o Rio Capivari, indicando a possibilidade de haver lançamentos de efluentes sem o devido tratamento no corpo hídrico. A mesma tendência pode ser observada na análise histórica dos últimos 10 anos, apresentada nas Figuras 11 e 13.

5.3 SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

A qualidade ambiental do bairro é influenciada fortemente pelo sistema de esgotamento sanitário presente no local. Isso ocorre, pois, este sistema exerce uma grande influência sobre os corpos receptores, que recebem estes efluentes e acabam desembocando na praia, podendo afetar o bem-estar da população, a qualidade das águas e até mesmo o comércio.

Para avaliar o sistema de forma precisa, optou-se por analisar duas unidades presentes:

- A rede coletora: têm como objetivo recolher os efluentes nos imóveis e os encaminhar até um local adequado;
- A Estação de tratamento: recebe estes efluentes, realiza os processos apropriados e os despeja em um corpo hídrico, seguindo padrões de lançamento pré-definidos por legislação.

Para a avaliação do sub-indicador *Abrangência da rede coletora* utilizou-se um mapa cedido pela CASAN que indicava onde a rede de coleta já estava operante, além do *software* Google Earth. Através da análise dos mapas, pode-se chegar à conclusão de que a rede coletora engloba uma área estimada de 1,3 Km². A área do bairro, determinada para a avaliação deste sub-indicador, foi de 3,9 Km². Sendo assim, podemos concluir que a rede coletora nos Ingleses

abrange cerca de 34% da área do bairro analisada. O mapa utilizado para realizar esta estimativa se encontra no Anexo A.

A Tabela 20 apresenta o cálculo da nota deste sub-indicador.

Tabela 20 - Avaliação do sub-indicador Abrangência da rede coletora

Sub-indicador - Abrangência da rede coletora			
Abrangência da rede (%)	Pontuação	Peso	Nota
34,23	$P = \frac{(34,23 \times 10)}{100}$ $P = 3,42$	50,00	$N = \frac{(3,42 \times 50)}{100}$ $N = 1,71$

Fonte: Autor, 2019

Um sistema de coleta de efluentes que abrange apenas 34% do bairro demonstra que o bairro Ingleses possui um problema nessa área do saneamento. Por não passar em grande parte das ruas, o sistema de coleta leva apenas uma porção dos efluentes gerados para a estação de tratamento.

O tratamento dos efluentes gerados no restante do bairro acaba sendo feito de maneira descentralizada, nos próprios lotes. A alternativa de tratamento mais utilizada é a combinação de fossa séptica seguida de sumidouro, que tem como objetivo reter o material sólido e realizar uma filtração e dispersão do efluente no solo. Moradias com um maior número de unidades, como grandes condomínios, também podem possuir suas estações de tratamento próprias, ETES mais compactas e simples, que tem como objetivo tratar o esgoto e lançar o mesmo na rede pluvial.

Mesmo com a rede coletora passando em uma certa área do bairro, é possível que uma parte das residências presentes nesta área não estejam conectadas à essa rede. Isso se dá muitas vezes pela falta de conhecimento do próprio morador, assim como descaso do poder público para que sejam feitos estes tipos de ligação.

Uma rede que ocupa apenas um terço do bairro, aliada à falta de fiscalização de ligações clandestinas na rede de drenagem e a falta de monitoramento dos tratamentos descentralizados realizados nos lotes, acarreta em uma situação insatisfatória para a questão do esgotamento sanitário no bairro dos Ingleses. Medidas para expansão da rede e para a construção de uma

ETE no próprio bairro, além do monitoramento das ligações já existentes, são necessários para que a qualidade ambiental e a saúde da população não sofram consequências negativas.

A avaliação do sub-indicador *Eficiência de tratamento* foi realizada através de duas fontes: tabelas disponibilizadas pela CASAN para os parâmetros DBO e fósforo, e referência bibliográfica para os parâmetros nitrogênio e coliformes termotolerantes.

Os parâmetros receberam pontuações de valor 0 ou 10, de acordo com o atendimento às legislações referentes ao tema.

Para a obtenção da nota dos parâmetros DBO e fósforo foi utilizada uma tabela da CASAN que indica os valores de entrada e saída na ETE de Canasvieiras, responsável por receber e tratar parte dos efluentes do bairro dos Ingleses. A ETE de Canasvieiras realiza a disposição final no Rio Papaquara localizado em outra bacia hidrográfica.

O sistema de tratamento utilizado na ETE de Canasvieiras apresenta:

- Pré-tratamento:
 - Gradeamento
 - Desarenador
- Tratamento secundário:
 - Seletor biológico
 - Câmara de desnitrificação
 - Valos de oxidação
 - Decantador secundário

O parâmetro DBO têm seus limites de lançamento estabelecidos pela Resolução número 430 do CONAMA, a qual define que a DBO (5 dias, 20°C) deve ser lançada no corpo receptor com uma concentração máxima de 120 mg/L, sendo que este valor somente poderá ser ultrapassado nos casos em que houver uma remoção mínima de 60% do valor de entrada no sistema, ou mediante estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove o atendimento às metas de enquadramento do corpo receptor.

Para o parâmetro fósforo, utilizou-se a Legislação Estadual nº 14.675, que define que os sistemas de esgotos devem apresentar uma eficiência mínima de remoção de 75% de fósforo, desde que no lançamento os corpos receptores não tenham suas características alteradas, permanecendo as exigidas por Lei.

A Tabela 21 apresenta as informações utilizadas para o cálculo da pontuação e da nota para os dois parâmetros.

Tabela 21 - Avaliação dos parâmetros DBO e fósforo

Sub-indicador - Eficiência de Tratamento		
Parâmetro	DBO	Fósforo
Entrada (mg/L)	194,4	4,1
Saída (mg/L)	14,4	1,3
Eficiência de remoção (%)	92,59	68,29
Atende a Legislação?	SIM	NÃO
Pontuação	10	0
Peso	0,25	0,25
Nota parâmetro	$N = 10 \times 0,25$ $N = 2,5$	$N = 0 \times 0,25$ $N = 0$

Fonte: Autor (2019)

O parâmetro DBO apresentou uma alta eficiência de remoção, atingindo um valor de remoção maior do que o de 60% previsto na legislação. Também apresentou uma concentração no efluente pós-tratamento igual à 14,4 mg/L, inferior aos 120 mg/L previstos por Lei, recebendo assim a pontuação igual a 10.

O fósforo apresentou uma eficiência de remoção de 68,29%, não atendendo à remoção mínima de 75% prevista por Lei, recebendo assim a pontuação igual a 0. Visando se obter uma maior eficiência de remoção, podem ser utilizados durante o tratamento produtos que realizam a precipitação química do fósforo, como cloreto férrico ou sulfato de alumínio.

Os parâmetros nitrogênio e coliformes termotolerantes foram adotados de acordo com a literatura. Os valores de entrada do sistema seguiram os padrões para efluentes domésticos

gerados no Brasil. Os valores de saída foram obtidos através da eficiência de tratamento dos sistemas utilizados pela CASAN na ETE de Canasvieiras.

Os valores encontrados nos efluentes antes do tratamento foram definidos como 50 mg/L para o nitrogênio e 10^7 NMP/100mL para coliformes termotolerantes, seguindo os valores estabelecidos pela literatura (Metcalf & Eddy, 1991).

O nitrogênio teve seus padrões de lançamento baseados na Resolução CONAMA nº 430 de 2011, que define um limite de lançamento de 20 mg/L de nitrogênio.

Para o parâmetro coliformes termotolerantes, foi utilizada a Resolução CONAMA nº 357 de 2005, que define os limites de lançamento conforme o enquadramento do corpo hídrico, e a Resolução CONAMA nº 274/2000, que define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. Para avaliar este parâmetro, foi definido o corpo receptor como sendo de água salina e de classe 1. As águas salinas de classe 1 são destinadas à recreação de contato primário, à proteção de comunidades aquáticas, à aquicultura e à atividade de pesca. Os limites para águas salinas de classe 1 são de até 2500 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano.

Foi obtida uma eficiência de remoção de aproximadamente 86% de nitrogênio na ETE de Canasvieiras, devido à utilização do sistema de tratamento de valos de oxidação. Segundo Von Sperling (1996), quando os efluentes brutos possuem uma concentração de nitrogênio de 50 mg/L, os valos de oxidação realizam processos biológicos que podem reduzir as concentrações de nitrogênio para 8 mg/L.

Para os coliformes termotolerantes, foi alcançada uma eficiência de remoção de 99%, devido à sequência de sistemas de tratamento utilizados na ETE. Como as concentrações de coliformes termotolerantes são representadas em termos de magnitude (potências de 10), uma eficiência de 99% de remoção indica que a concentração sofreu uma redução de 2 ordens de grandeza. Com isso, a concentração de 10^7 NMP/100mL presente no efluente antes do tratamento irá ser lançada no corpo hídrico com uma concentração de 10^5 NMP/100mL, não atendendo aos padrões exigidos por Lei.

A Tabela 22 demonstra as informações que foram utilizadas para calcular a pontuação e a nota dos dois parâmetros.

Tabela 22 - Avaliação dos parâmetros nitrogênio e coliformes termotolerantes

Sub-indicador - Eficiência de Tratamento		
Parâmetro	Nitrogênio	Coliformes
Entrada (mg/L e NMP/100 mL)	50 mg/L	10 ⁷ NMP/100mL
Saída (mg/L e NMP/100 mL)	8 mg/L	10 ⁵ NMP/100mL
Eficiência de remoção (%)	84,00	99,00
Atende a Legislação?	SIM	NÃO
Pontuação	10	0
Peso	0,25	0,25
Nota parâmetro	$N = 10 \times 0,25$ $N = 2,5$	$N = 0 \times 0,25$ $N = 0$

Fonte: Autor (2019)

O nitrogênio apresentou uma concentração de saída da ETE igual à 8 mg/L, atendendo à Resolução CONAMA nº 430 que define os limites de lançamento no corpo hídrico em 20 mg/L. O parâmetro apresentou uma taxa de remoção satisfatória, e recebeu a pontuação igual a 10 por atender a legislação.

Os valores apresentados após o tratamento para os coliformes termotolerantes ficaram muito distantes dos valores exigidos por Lei, mesmo com o sistema possuindo uma eficiência de 99% de remoção. Para que seja possível atingir uma maior eficiência no tratamento, pode-se instalar uma unidade de desinfecção como unidade final do sistema. Esta unidade possui várias alternativas de funcionamento, podendo ser realizada através de radiação ultravioleta, dióxido de cloro ou ozônio. A etapa da desinfecção tem como objetivo remover microrganismos patogênicos, como bactérias, protozoários e vírus.

A Tabela 23 apresenta a nota final para o sub-indicador *Eficiência de tratamento*, adquirida através da soma das notas de cada parâmetro e do peso relativo do sub-indicador.

Tabela 23 - Nota final sub-indicador Eficiência de tratamento

Sub-indicador - Eficiência de Tratamento		
Pontuação	Peso	Nota
$P = 2,5 + 0 + 2,5 + 0$ $P = 5$	50,00	$N = \frac{(5 \times 50)}{100}$ $N = 2,50$

Fonte: Autor (2019)

A pontuação de 5 e a nota igual a 2,50 demonstram que metade dos parâmetros avaliados não se encontram dentro dos padrões exigidos pela legislação estadual e federal. Concentrações inadequadas de nutrientes como fósforo ou nitrogênio podem causar o fenômeno da eutrofização, que consiste na proliferação de microrganismos que bloqueiam a entrada de luz no corpo hídrico. Devido à falta de luminosidade, a fotossíntese não pode ser realizada, ocasionando na redução de oxigênio do meio e conseqüentemente na morte de organismos aeróbios, como os peixes.

Uma alta concentração de DBO presente no efluente lançado no corpo hídrico pode ocasionar em um aumento da quantidade de matéria orgânica, o que favorecerá o consumo de gás oxigênio por parte dos microrganismos, elevando ainda mais a DBO e prejudicando os seres vivos aeróbios.

A presença de um grande número de coliformes termotolerantes no corpo hídrico indica a presença elevada de microrganismos patógenos nas águas, que podem causar enfermidades como as doenças diarreicas agudas.

Com as notas dos sub-indicadores foi possível analisar o indicador *Sistema de esgotamento sanitário*. A Tabela 24 exhibe as informações utilizadas para o cálculo da nota deste indicador.

Tabela 24 - Pontuação, peso e nota do indicador SES

Indicador - Sistema de Esgotamento Sanitário			
Nota sub-indicador Abrangência	Nota sub-indicador Eficiência	Peso	Nota
1,71	2,50	45,00	$N_{ses} = \frac{((1,71 + 2,50) \times 45)}{100}$ $N_{ses} = 1,89$

Fonte: Autor (2019)

Através da análise do indicador *Sistema de esgotamento sanitário*, e da obtenção da nota igual a 1,89, foi possível visualizar que o sistema de esgotamento sanitário no bairro dos Ingleses precisa se tornar mais eficiente para que não haja uma deterioração da qualidade ambiental da região. A companhia de saneamento possui implementada uma rede coletora que abrange 34% do bairro, e muitas residências podem não se encontrar conectadas à essa rede, ocasionando em um sistema de coleta ineficiente. O tratamento dos efluentes acaba sendo realizado de forma descentralizada, nos próprios lotes. Este tipo de tratamento pode ser eficiente, caso exista controle e manutenção sobre as partes integrantes do sistema, evitando a disposição final inadequada de efluentes. Além disso, a baixa cobertura de rede infere em um maior número de ligações de esgoto de residências e estabelecimentos feitas diretamente na rede pluvial, ocasionando no lançamento direto de efluente bruto nos corpos hídricos da região, gerando impactos negativos nos ecossistemas presentes e um declínio no bem-estar e na saúde da população.

Por não conter uma estação de tratamento na área de estudo, os efluentes gerados no bairro dos Ingleses são encaminhados para o bairro de Canasvieiras, onde recebem o devido tratamento e disposição final. Na avaliação da eficiência da ETE de Canasvieiras, apenas os parâmetros DBO e nitrogênio se mostraram dentro dos padrões exigidos pela legislação, enquanto a concentração de fósforo e de coliformes termotolerantes apresentaram valores acima do permitido.

5.4 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A avaliação da qualidade do gerenciamento dos resíduos sólidos no bairro dos Ingleses foi realizada através da análise de 4 sub-indicadores. Estes sub-indicadores possibilitaram ter uma visão ampla do sistema de gerenciamento de resíduos sólidos, abrangendo a coleta convencional, coleta seletiva, frequência de coleta e destinação final dos resíduos.

As informações utilizadas para o cálculo da nota dos sub-indicadores foram disponibilizadas pelo setor de operação e projetos da COMAP na forma de mapas, tabelas e contato telefônico.

Para os sub-indicadores *Abrangência coleta convencional* e *Abrangência coleta seletiva*, realizou-se uma relação entre as ruas do bairro e o registro do trajeto dos caminhões, que evidenciaram as ruas em que o caminhão de coleta realiza o recolhimento. Algumas servidões e travessas não possuem cobertura pelo sistema de coleta, por serem muito estreitas. Nestes casos, os moradores levam seus resíduos até a entrada de uma rua maior, onde é feito o recolhimento. Os mapas utilizados se encontram no Anexo B para a coleta convencional e no Anexo C para a coleta seletiva.

A Tabela 25 apresenta as informações utilizadas para o cálculo da nota do sub-indicador *Abrangência coleta convencional*.

Tabela 25 - Avaliação do sub-indicador Abrangência coleta convencional

Sub-indicador - Abrangência coleta convencional			
Abrangência (%)	Pontuação	Peso	Nota
83,17	$P = \frac{(83,17 \times 10)}{100}$ $P = 8,32$	33,00	$N = \frac{(8,32 \times 33)}{100}$ $N = 2,75$

Fonte: Autor (2019)

O sistema da coleta de resíduos orgânicos e rejeitos abrange 83,17% da área de estudo do bairro dos Ingleses. O número de ruas utilizado para o trabalho foi igual a 101, incluindo algumas servidões e travessas mais populosas. Através dos mapas disponibilizados pela COMCAP, foi possível verificar que os caminhões realizam a coleta convencional em 84 destas

ruas. A nota adquirida para este sub-indicador foi igual a 2,75, o que demonstra que a qualidade dos serviços de coleta convencional confere uma melhor condição ambiental para o local.

O próximo sub-indicador analisou a abrangência da coleta seletiva. Para verificar a cobertura, o número de ruas considerado foi o mesmo que no sub-indicador anterior. As informações utilizadas no cálculo da nota do sub-indicador *Abrangência coleta seletiva* estão apresentadas na Tabela 26.

Tabela 26 - Avaliação do sub-indicador Abrangência coleta seletiva

Sub-indicador - Abrangência coleta seletiva			
Abrangência (%)	Pontuação	Peso	Nota
60,39	$P = \frac{(60,39 \times 10)}{100}$ $P = 6,04$	22,67	$N = \frac{(6,04 \times 22,67)}{100}$ $N = 1,37$

Fonte: Autor (2019)

A coleta de resíduos recicláveis (plástico, papel, vidro e metal) é realizada em um número inferior de ruas, quando comparada com a coleta convencional. A cobertura para o bairro é de 60,39%. Isso pode ocorrer pois a geração de resíduos orgânicos e rejeitos é maior do que a geração de resíduos recicláveis, fazendo com que o caminhão não tenha a mesma necessidade de realizar a coleta em ruas menores. O indicador adquiriu uma nota igual a 1,37, inferior à nota do sub-indicador anterior. Cabe ressaltar que isso não infere que o sistema de coleta seletiva esteja insatisfatório. A nota inferior também se dá pelo fato de o peso do sub-indicador anterior ser maior.

A avaliação do sub-indicador *Frequência coleta convencional* foi realizada através de informações disponibilizadas pela COMCAP, que indicaram que atualmente há uma frequência de coleta que engloba 6 dias da semana no bairro, sendo domingo o único dia em que não são coletados os resíduos nos Ingleses.

A Tabela 27 apresenta as informações utilizadas no cálculo deste sub-indicador.

Tabela 27 - Avaliação do sub-indicador Frequência coleta convencional

Sub-indicador - Frequência coleta convencional			
Frequência (dias/semana)	Pontuação	Peso	Nota
6	$P = \frac{(6 \times 10)}{7}$ $P = 8,57$	18,33	$N = \frac{(8,57 \times 18,33)}{100}$ $N = 1,57$

Fonte: Autor (2019)

A nota 1,57 concedida a este sub-indicador e a frequência de coleta de 6 dias na semana demonstra que o bairro possui um bom resultado para este aspecto, evidenciando que os resíduos não se acumulam nas ruas e na praia. Uma frequência elevada é interessante, pois o acúmulo de resíduos por um tempo elevado pode acarretar em diversos ambientes para proliferação de vetores, que podem causar impactos na saúde da população e na qualidade ambiental do local.

Alguns fatores que são tão importantes quanto a frequência de coleta são o correto acondicionamento e gerenciamento dos resíduos sólidos pela população. Em diversos países a situação dos resíduos sólidos é de melhor qualidade, mesmo com uma frequência de coleta de resíduos mais baixa. Isso ocorre devido ao fato de a população ter uma maior consciência em relação ao correto acondicionamento e gerenciamento dos resíduos, gerando um processo mais dinâmico e uma maior economia.

A nota para o último sub-indicador a ser analisado, *Destinação final*, foi adquirida através de informações disponibilizadas por contato telefônico com o departamento de operações e projetos da COMCAP.

Os resíduos recolhidos pela coleta convencional vão para o aterro sanitário localizado em Biguaçu e operado pela empresa PROACTIVA. Os resíduos recolhidos pela coleta seletiva são destinados atualmente para diversas associações de catadores e triadores, sendo 7 destas localizadas no município de Florianópolis e 6 localizadas no município de São José. Com estas informações, foi possível concluir que 100% do volume de resíduos recolhido pela COMCAP possui uma destinação final ambientalmente adequada, conferindo uma pontuação igual a 10 para o sub-indicador.

A Tabela 28 apresenta as informações utilizadas para calcular a nota do sub-indicador *Destinação final*.

Tabela 28 - Avaliação do sub-indicador Destinação final

Sub-indicador - Destinação final			
Destinação final (%)	Pontuação	Peso	Nota
100	$P = \frac{(100 \times 10)}{100}$ $P = 10$	26,00	$N = \frac{(10 \times 26)}{100}$ $N = 2,60$

Fonte: Autor (2019)

Uma destinação final ambientalmente adequada dos resíduos é de grande importância para que não ocorram impactos no meio ambiente, como contaminação do solo e aquíferos, bem como a proliferação de doenças. Como a COMCAP realiza a destinação final adequada de 100% dos volumes gerados no bairro, a nota deste sub-indicador foi igual a 2,60.

A Tabela 29 apresenta a nota individual e o somatório da nota de todos sub-indicadores.

Tabela 29 - Notas sub-indicadores: Gerenciamento de resíduos sólidos

Notas sub-indicadores - Gerenciamento de resíduos sólidos				
Abrangência coleta convencional	Abrangência coleta seletiva	Frequência coleta convencional	Destinação final	∑ Sub-indicadores
2,75	1,37	1,57	2,60	8,29

Fonte: Autor (2019)

Após obtidas as notas dos sub-indicadores, foi possível encontrar a nota final para o indicador *Gerenciamento de resíduos sólidos*. A Tabela 33 apresenta as informações envolvidas no cálculo da nota do indicador.

Tabela 30 - Pontuação, peso e nota do indicador Gerenciamento de resíduos sólidos

Indicador - Gerenciamento de resíduos sólidos		
Σ Notas Sub-indicadores	Peso	Nota
8,29	30,00	$N_{res} = \frac{(8,29 \times 30)}{100}$ $N_{res} = 2,49$

Fonte: Autor (2019)

A avaliação do gerenciamento de resíduos sólidos resultou em uma nota igual a 2,49. Através das análises realizadas com os sub-indicadores, foi possível concluir que o bairro possui uma boa eficiência no sistema de resíduos sólidos, tendo grande parte das ruas abrangidas no seu roteiro de coleta, uma frequência de coleta que engloba a maior parte dos dias da semana e uma destinação final ambientalmente adequada para todos resíduos do bairro.

5.5 ÍNDICE DE QUALIDADE DE PRAIA

Após a obtenção da nota de todos os indicadores, foi possível determinar o Índice de Qualidade de Praia para os Ingleses. Com este índice, foi feita a classificação da praia na escala ambiental, que varia de péssima a excelente. A Tabela 31 demonstra as notas dos indicadores e o valor obtido para o IQP, a Tabela 32 apresenta os resultados da classificação da praia.

Tabela 31 - Cálculo do IQP para os Ingleses

Cálculo do Índice de Qualidade de Praia	
Indicador	Nota
Balneabilidade	2,08
Sistema de esgotamento sanitário	1,89
Gerenciamento de resíduos sólidos	2,49
Índice de Qualidade de Praia	$IQP = 2,08 + 1,89 + 2,49$ $IQP = 6,46$

Fonte: Autor, 2019

Tabela 32 - Classificação da praia na escala ambiental

A	B	C	D	E
Excelente	Boa	Regular	Ruim	Péssima
10	8	6,46	6	4
				2
				0

Fonte: Rechden (2005)

A praia dos Ingleses obteve uma nota igual a 6,46 e foi classificada como Boa através da escala ambiental de avaliação. De uma forma geral, a qualidade ambiental da praia dos Ingleses é satisfatória, possuindo alguns pontos fortes e outros que devem ser melhorados.

As notas adquiridas pelos sub-indicadores e indicadores tornaram possível visualizar de forma ampla a situação do saneamento no bairro. O indicador *Balneabilidade* recebeu uma

pontuação alta pois apresentou uma grande quantidade de amostras PRÓPRIAS. Porém, o peso recebido através do Método DELPHI foi o menor entre os indicadores, o que conferiu uma nota de valor inferior ao seu potencial máximo.

O indicador *Sistema de esgotamento sanitário* recebeu um peso elevado, pois os participantes do método DELPHI o julgaram como um indicador mais importante. Contudo, a pontuação do SES apresentou um valor baixo devido à falta de cobertura da rede de coleta no bairro e à ineficiência do tratamento no que diz respeito aos parâmetros fósforo e coliformes termotolerantes, o que acarretou em uma nota final mediana para o indicador.

O último indicador, *Gerenciamento de resíduos sólidos*, apresentou pontuações adequadas para todos os sub-indicadores e um peso mediano, apresentando a melhor nota entre os indicadores avaliados.

Através do cálculo do IQP, pode-se verificar que a nota obtida pela praia ficou perto do valor mínimo para ser classificada como Boa. Como o método consiste na simplificação de múltiplas variáveis referentes aos indicadores, podem ser geradas incertezas que se propagam e que podem gerar um resultado não tão condizente com a realidade.

6 CONCLUSÃO

Através da utilização da metodologia DELPHI, da análise dos indicadores e do cálculo do IQP, pode-se concluir que para o período e área analisados a qualidade da praia dos Ingleses se mostrou Boa. A seguir serão apresentadas conclusões referentes à cada indicador e ao bairro como um todo.

A balneabilidade da praia dos Ingleses apresentou uma grande variação nas amostras próprias para recreação de contato primário, no período que abrange o ano de 2009 até o ano de 2019. O ponto que foi identificado com a pior qualidade de água se encontra localizado próximo da desembocadura do Rio Capivari, estando potencialmente poluído devido ao despejo de efluentes sem o tratamento adequado ao longo do seu curso, que percorre grande parte do bairro dos Ingleses.

O sistema de esgotamento sanitário do bairro dos Ingleses apresentou problemáticas quanto ao seu funcionamento. É necessária a ampliação da rede coletora, que atualmente abrange cerca de um terço do bairro. O sistema de tratamento da ETE também apresentou fragilidades, fazendo-se necessário a realização de melhorias nas eficiências de remoção de fósforo e patógenos, para garantir um lançamento apropriado no corpo hídrico.

A situação da coleta dos resíduos sólidos no bairro dos Ingleses apresenta bons resultados, com uma abrangência satisfatória de coleta convencional e seletiva. A frequência em que é realizada a coleta no bairro apresenta ampla periodicidade, com todos os resíduos tendo o destino final ambientalmente adequado.

O Índice de Qualidade de Praia se mostrou eficiente como ferramenta de classificação da qualidade ambiental da região. A praia dos Ingleses obteve uma nota igual a 6,46 e foi classificada como Boa. Com as notas adquiridas pelos sub-indicadores e indicadores, foi possível visualizar de forma ampla a situação do saneamento no bairro. Dentre os indicadores avaliados, o de melhor desempenho foi o gerenciamento de resíduos sólidos, seguido pela balneabilidade e pelo sistema de esgotamento sanitário, respectivamente.

7 SUGESTÕES E RECOMENDAÇÕES

Este tópico irá apresentar sugestões que tem o intuito de tornar pesquisas futuras mais precisas e condizentes com a realidade do local de estudo, assim como indicar ações mitigadoras que podem ser realizadas pelos órgãos responsáveis para melhorar a qualidade de vida na área de pesquisa.

- Avaliar um maior número de parâmetros para indicar a condição de balneabilidade, como por exemplo: presença de microrganismos patogênicos, como vírus, bactérias e protozoários; concentrações de nutrientes (fósforo e nitrogênio) e a concentração da demanda bioquímica de oxigênio;
- Inserir novos pontos de coleta para verificar a balneabilidade da praia dos Ingleses, tendo em vista que a praia possui 4,8 km de extensão e apenas 7 pontos de coleta. Esses pontos poderão ser inseridos próximos a rios ou locais onde há a suspeita de despejo de efluente sanitário, auxiliando na verificação da possibilidade de poluição dos corpos hídricos;
- Realizar um estudo de sazonalidade da balneabilidade para verificar as condições da água durante a temporada de verão e de inverno;
- Melhorar o sistema de esgotamento sanitário do bairro através de um melhor gerenciamento dos sistemas de tratamento descentralizados, ampliação da rede coletora de efluentes e melhorias na eficiência de tratamento da ETE;
- Avaliar uma maior quantidade de parâmetros da ETE, assim como as consequências do lançamento fora dos padrões do corpo receptor;
- Analisar um novo sub-indicador: quantidade de ligações dos imóveis realizadas em locais onde passa a rede coletora;
- Analisar a abrangência da rede coletora implantada que têm como destino final a ETE, não considerando as partes que estão inativas;
- Analisar outras etapas do processo de gerenciamento de resíduos sólidos, como acondicionamento e tratamento dos resíduos, assim com outras atividades executadas, como a limpeza urbana;

- Realizar ações de conscientização ambiental por parte da COMCAP e PFM, para capacitar os moradores na separação correta dos resíduos sólidos e na utilização de composteiras;
- Utilizar o Índice de Qualidade de Praia como ferramenta para auxiliar a tomada de decisão, facilitar o planejamento de soluções e ilustrar quais áreas que precisam de maior aplicação de recursos em atividades de conservação, conscientização e recuperação ambiental;
- Utilizar o Índice de Qualidade de Praia como instrumento para valorização turística e econômica do local onde é aplicado;
- Realizar estudo que demonstre a relação do IQP com a incidência de doenças na população do local de estudo;
- Utilizar diferentes métodos de ponderação, assim como incluir novos indicadores e sub-indicadores.

REFERÊNCIAS

ANA. **Indicadores de Qualidade**. Disponível em: <<http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-balneabilidade.aspx>>. Acesso em: 06 set. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9648: **Estudo de concepção de sistemas de esgoto**. Rio de Janeiro, 1986.

BRASIL. Lei nº 11445, de 05 de janeiro de 2007. **Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico**; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Lex: Lei Nacional de Saneamento Básico. Brasília, DF.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Guia de vigilância epidemiológica** – 7. ed. – Brasília: Ministério da Saúde, 2009. 816 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Programa Nacional de Biodiversidade Biológica**. Disponível em:<<http://www.mma.gov.br/>>. Acesso em: 25 out. 2019.

BRASIL. Resolução Conama nº 274, de 29 de novembro de 2000. **Dispões os critérios de balneabilidade em águas brasileiras**. DOU. nº 18. ed. Brasília, DF, 25 jan. 2001.

BRASIL. Resolução Conama nº 357, de 17 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**. DOU. nº 053. ed. Brasília, DF, 18 mar. 2005.

BRASIL. Resolução Conama nº 377, 09 de outubro de 2006. **Dispõe sobre licenciamento ambiental simplificado de Sistemas de Esgotamento Sanitário**. DOU. nº 195. ed. Brasília, DF, 10 out. 2006.

CAVINATTO, V. M. **Saneamento básico: fonte de saúde e bem-estar**. São Paulo: Ed. Moderna, 1992.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Balneabilidade – Conceitos**. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/>>. Acesso em: 02 set. 2019.

COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO. **ETE - Estação de tratamento de esgotos sanitários**. Disponível em: <<https://www.casan.com.br/menu-conteudo/index/url/ete-estacao-de-tratamento-de-esgotos-sanitarios#0>>, Acesso em 5 nov. 2019.

COMPANHIA MELHORAMENTOS DA CAPITAL. **Coleta de Lixo Convencional**. 2016. Disponível em: <<http://www.pmf.sc.gov.br/servicos/index.php?pagina=servpagina&id=>>>. Acesso em: 14 out. 2019.

COMPANHIA MELHORAMENTOS DA CAPITAL. **Plano Municipal de Coleta Seletiva**. Florianópolis, 2014.

FRANCENER, S. F.; ANDRADE, L. R.; MOREIRA, J. P. P. C.; NUNES, M. L. A.; GOMES, J. B.; SANTOS, L. R. et al. **Avaliação do índice de balneabilidade em uma área de lazer no município de JiParaná – Rondônia**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 19., 2011, Alagoas. Anais... São Paulo: ABRH, 2011.

FUNASA – Fundação Nacional da Saúde. Ministério da Saúde, 2006. **Manual de Saneamento Básico**. Brasília, DF.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico** - 2008. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <>. Acesso em: 17 ago. 2019.

IMA. Balneabilidade. **Relatórios de Balneabilidade**. Disponível em: <<https://balneabilidade.ima.sc.gov.br/>>> . Acesso em: 29 out. 2019.

LOPES, José Carlos, et al. **Produção de alface com doses de lodo de esgoto**. Horticultura brasileira, Brasília, jan.- mar. 2005.

MATTAR NETO, J.; KRÜGER, C. M.; DZIEDZIC, M. **Análise de indicadores ambientais no reservatório do Passaúna**. Engenharia Sanitária e Ambiental, 2009.

METCALF; EDDY. **Wastewater engineering : Treatment, Disposal, and Reuse**. 3. ed. New York: Mcgraw Hill, 1991.

NAGELS, J. W.; SMITH, D. G.; DAVIES-COLLEY, R. J.. **A water quality index for contact recreation in New Zealand**. Water Science & Technology, Londres, v. 43, n. 5, p.285-292, 1 mar. 2001.

OCDE. **Rumo a um desenvolvimento sustentável: indicadores ambientais**. Tradução Ana Maria Teles, Salvador (Centro de Recursos Ambientais). Série de Cadernos de Referência ambiental, v.9, 244 p. 2002.

OCDE. **Environmental Indicators: Development, Measurement and Use**. OCDE, Paris. 2003.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Guidelines on sanitation and health**. Geneva, 2018. 220 p.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Sanitation**. Disponível em:<<http://www.who.int/topics/sanitation/en/>>>. Acesso em: 05 ago. 2019.

OSBORNE, J.; COLLINS, S.; RATCLIFFE, M.; MILLAR, R.; DUSCHL, R. **What “ideas-about-science” should be taught in school? A Delphi study of the expert community.** Journal of Research in Science Teaching. Sixth International History, Philosophy and Science Teaching Conference, Denver, Colorado, November 7-11, 2001.

PFEIFFER, S. C.; CARVALHO, E. H. **Otimização do sistema de varrição pública: nível 2. Guia do profissional em treinamento.** Rede Nacional de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental – RECESA. Brasília, 2009.

PREFEITURA MUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS. **Plano Diretor de Florianópolis.** Disponível em: <<http://planodiretorflorianopolis.webflow.io/>>. Acesso em: 4 set. 2019.

PREFEITURA MUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS. **Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico.** Florianópolis, 2010.

PREFEITURA MUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS. **Anteprojeto de Lei Plano Diretor Desenvolvimento Sustentável de Florianópolis.** Florianópolis, 2012.

RECHDEN FILHO, Raul Corrêa. **Índice de Qualidade de Praia: O exemplo de Capão da Canoa.** 2005. 167 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005

SEMEOSHENKOVA, Vera et al. **Development and application of an Integrated Beach Quality Index (BQI).** Ocean & Coastal Management, Augustinusga, Netherlands, v. 143, n. 1, p.74-86, jul. 2017. Mensal.

SOARES, Sebastião Roberto. **Curso de Gestão Ambiental.** 182 p. Florianópolis. 2009.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki; SOBRINHO, Pedro Alem. **Coleta e transporte de esgoto sanitário.** 1. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1999. 548 p.

TUROFF, M.; LINSTONE, H. A. **The Delphi method.** New York: Addison Wesley, 1975. Disponível em: <<http://is.njit.edu/pubs/delphibook/>>. Acesso em: 27 out. 2019.

VON SPERLING, Marcos. **Princípios do Tratamento biológico de águas residuárias: Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005. 452 p

WRIGHT, James T.C.; GIOVINAZZO, R.A. **Delphi: uma ferramenta de apoio ao planejamento prospectivo.** Caderno de Pesquisas em Administração, São Paulo, v.01, n. 12, 2 trimestre/ 2000.

APÊNDICE A – Carta de esclarecimento



Universidade Federal de Santa Catarina
Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental
Trabalho de Conclusão de Curso
Gabriel Pergher Turcato – (48) 99607-9041 – gpturcato@yahoo.com.br

ÍNDICE DE QUALIDADE DE PRAIA (IQP) – INGLESES

CARTA DE ESCLARECIMENTO

Prezado(a), você está sendo convidado(a) para participar como voluntário na pesquisa de trabalho de conclusão de curso cujo título é: **Relação entre a qualidade ambiental e a condição da saúde da população do bairro dos Ingleses/Florianópolis no que diz respeito a incidência de doenças diarreicas agudas**, realizada pelo graduando **Gabriel Pergher Turcato** e orientado pelo doutorando Leonardo Dalri Cecato.

Sua participação não é obrigatória. Se ao longo do trabalho você decidir não querer mais participar, poderá fazê-lo a qualquer momento, devendo apenas entrar em contato comigo por telefone ou e-mail.

As informações obtidas nesta pesquisa serão confidenciais e o seu nome permanecerá em sigilo, não sendo incluído nenhum dado que irá lhe identificar no trabalho final.

O objetivo do trabalho é criar um **Índice de Qualidade de Praia** para a praia dos Ingleses, utilizando **3 indicadores ambientais**. A partir deste índice será possível analisar a qualidade ambiental da região de uma forma global e individual, avaliando cada indicador separadamente, e com isso relacionar esta qualidade ambiental com a saúde dos habitantes do bairro.

Para que se possa agregar os indicadores e calcular o IQP, é preciso ponderá-los de acordo com sua relevância na questão da qualidade ambiental da região. Para isso será aplicado o **Método Delphi**, que será possível com a sua participação voluntária.

Este método consistirá na aplicação sucessiva de questionários aos moradores da região e a uma equipe de especialistas (formados ou atuantes) na área do saneamento. Estes questionários visam obter um consenso na ponderação dos diferentes indicadores e sub-indicadores componentes do IQP.

Sua participação é de extrema importância para que seja possível atingir os resultados necessários para a conclusão do trabalho. Os resultados serão apresentados no início do mês de Dezembro de 2019.

Muito obrigado!

APÊNDICE B – Questionário DELPHI

QUESTIONÁRIO MÉTODO DELPHI

Nome:

Local de Trabalho:

Data:

INDICADOR	PESO	SUB-INDICADOR	PESO
BALNEABILIDADE		-	-
SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO		Abrangência da rede	
		Eficiência de tratamento	
		$\Sigma =$	100
GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS		Abrangência coleta convencional	
		Frequência coleta convencional	
		Abrangência coleta seletiva	
		Destinação final	
		$\Sigma = 100$	$\Sigma =$

Caro participante, utilize o quadro abaixo caso deseje inserir comentários, sugestões ou críticas sobre os indicadores e sub-indicadores. Muito obrigado pela colaboração!

RESULTADOS OBTIDOS

Média: Resultado da soma de todas as informações de um conjunto de dados dividida pelo número de elementos deste conjunto.

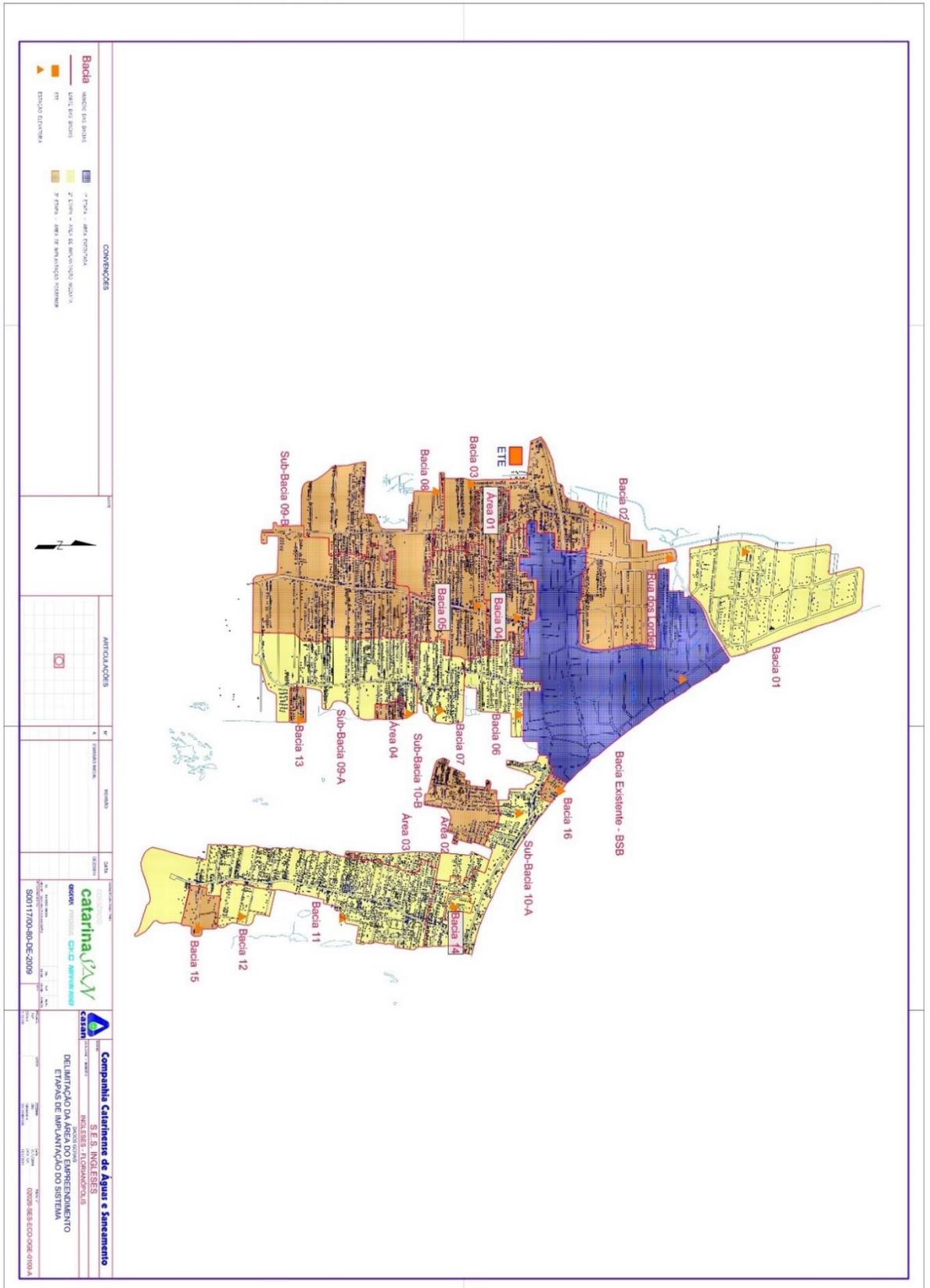
Moda: O dado mais frequente de um conjunto. Caso haja empate o menor valor será apresentado.

Desvio Padrão: Medida que expressa o quanto um conjunto de dados é uniforme. Quanto mais próximo de 0 for o desvio padrão, mais homogêneo são os dados.

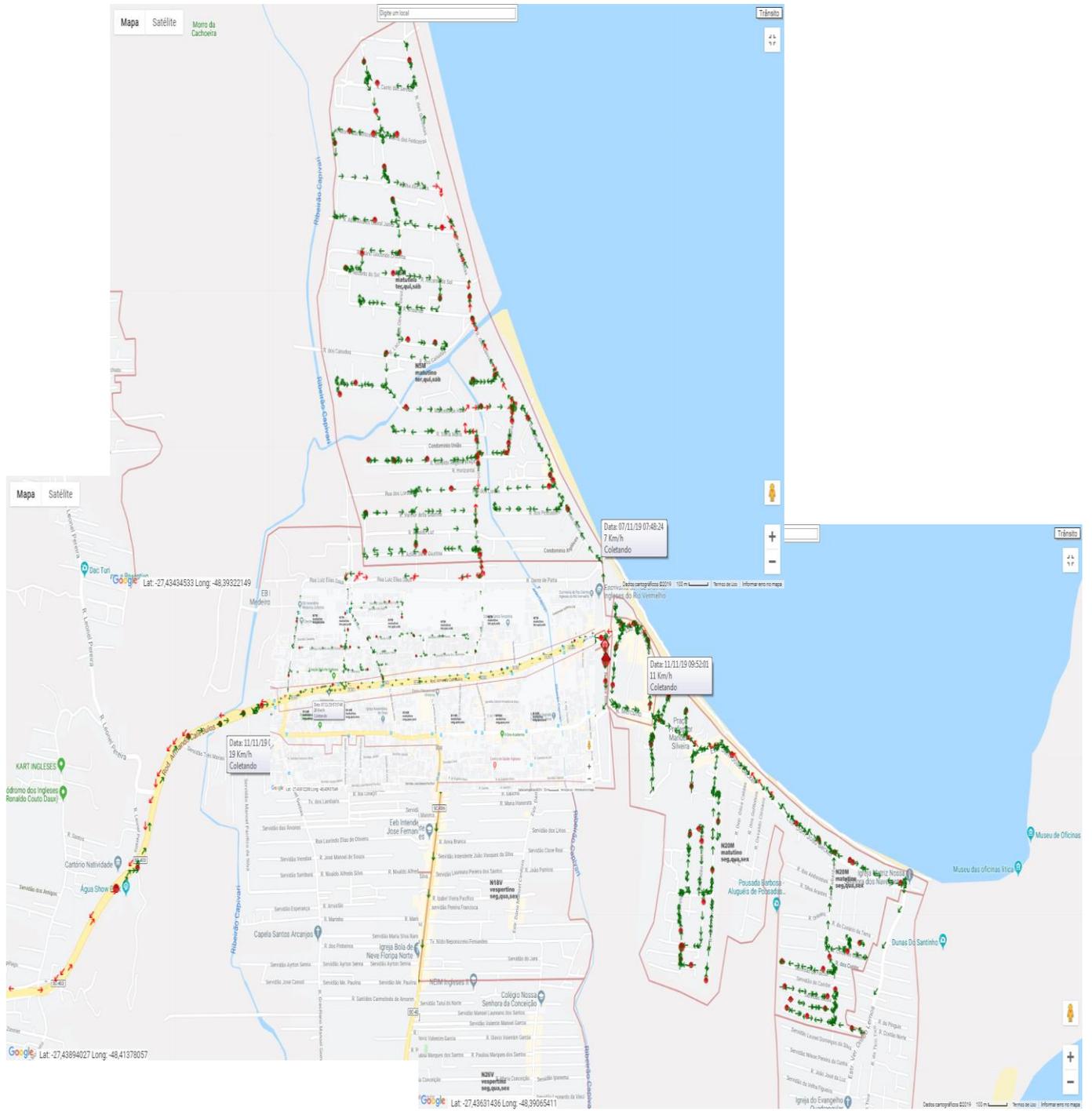
PARTICIPANTE	INDICADOR			SUB-INDICADOR					
	BALNEABILIDADE	SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	Abrangência da rede	Eficiência de tratamento	Abrangência coleta convencional	Frequência coleta convencional	Abrangência coleta seletiva	Destinação final
1	35	35	30	30	70	25	25	15	35
2	20	40	40	40	60	25	25	25	25
3	0	80	20	50	50	40	15	5	40
4	30	40	30	60	40	35	25	20	20
5	40	35	25	60	40	40	10	20	30
6	30	50	20	20	80	30	20	20	30
7	10	60	30	65	35	20	20	20	40
8	20	50	30	60	40	30	30	20	20
9	30	50	20	50	50	25	25	25	25
10	30	40	30	70	30	50	30	15	5
11	40	30	30	40	60	20	20	30	30
12	10	50	40	40	60	40	10	10	40
13	30	35	35	65	35	30	20	25	25
14	30	30	40	50	50	35	25	20	20
15	50	20	30	60	40	40	40	10	10
MÉDIA	27,00	43,00	30,00	50,67	49,33	32,33	22,67	18,67	26,33
MODA	30	50	30	60	40	40	25	20	20
DESVIO PADRÃO	13,07	14,49	6,81	14,25	14,25	8,63	7,76	6,67	10,43

APÊNDICE C – Resultados DELPHI

ANEXO A – Mapa da rede coletora



ANEXO B – Mapa da coleta convencional de resíduos



ANEXO C – Mapa da coleta seletiva de resíduos

