

BUEIROS INTELIGENTES: UMA PROPOSTA DE MELHORIA NA INFRAESTRUTURA DO MUNICÍPIO DE GUAÍRA-PR

Data de submissão: 02/06/2023

Data de aceite: 03/08/2023

Milena Gabriela Ferreira Hayashida

Universidade Paranaense
Guaíra - PR

Gabriela Polezer

Universidade Estadual de Maringá,
Umuarama – PR
lattes.cnpq.br/2866860792206552

Mariana Natale Fiorelli Fabiche

Universidade Estadual de Maringá,
Umuarama – PR
lattes.cnpq.br/8888223123528183

RESUMO: A geração de resíduos sólidos tem crescido de forma significativa a cada ano, o descarte indevido tem trazido grandes danos ao meio ambiente. Um dos impasses que tem trazido desconforto à população é o entupimento das bocas de lobo, provocando alagamento, e, conseqüentemente perdas materiais, problemas sanitários, contaminação das águas pluviais, entre outros. Diante desse contexto, este trabalho teve como objetivo estudar a possibilidade de contribuição na infraestrutura do município de Guaíra-PR, especificamente no sistema de drenagem urbana, através de bueiros inteligentes,

que consiste em um cesto coletor que retém resíduos sólidos, impossibilitando seu deslocamento junto à galeria de água pluvial. Estes dispositivos foram implantados em cinco pontos na avenida central, por meio da autorização e assistência da Diretoria de Obras, e acompanhados conforme o registro de precipitações para ser realizada a manutenção manualmente. Os resultados foram apresentados por meio de registros fotográficos e a pesagem dos resíduos retirados, quantificados em três recolhas, totalizando mais de 500 quilos coletados no mês de outubro, trazendo resultados significativos para contribuir na disseminação da sustentabilidade e infraestrutura da cidade.

PALAVRAS-CHAVE: Bueiro inteligente, Meio ambiente, Alagamento, Resíduos sólidos.

INTELLIGENT MANHOLES: A PROPOSAL FOR IMPROVING THE INFRASTRUCTURE OF THE MUNICIPALITY OF GUAÍRA-PR

ABSTRACT: The generation of solid waste has grown significantly every year, and improper disposal has caused great damage to the environment. One of the impasses that

hasbrought discomfort to the population is the clogging of the sewers, causing flooding and, consequently, material losses, sanitary problems, contamination of rainwater, among others. Given this context, this work aimed to study the possibility of contributing to the infrastructure of the municipality of Guaíra-PR, specifically in the urban drainage system, through intelligent manholes, which consists of a collection basket that retains solid waste, making it impossible to move together. to the rainwater gallery. These devices were deployed at five points on the central avenue, with the authorization and assistance of the Works Department, and monitored according to the rainfall record, so that maintenance could be carried out manually. The results were presented through photographic records and the weighing of the residues removed, quantified in three collections, totaling more than 500 kilograms collected in the month of October, bringing significant results to contribute to the dissemination of the city's sustainability and infrastructure.

KEYWORDS: Smart manhole. Environment. Flooding. Solid waste. Sustainability.

1 | INTRODUÇÃO

O marco para a geração em massa de resíduos sólidos foi na Revolução Industrial com a disseminação do capitalismo por todo o mundo (SENA, 2013). É indispensável lembrar que a evolução da tecnologia e das indústrias foi essencial para a melhoria da qualidade de vida. No entanto, com o desenvolvimento e crescimento das cidades, conseqüentemente o crescimento populacional e geração de resíduos sólidos em escala, impasses sociais destacaram-se em cenário mundial: poluição e problemas sanitários, apresentando riscos ao ser humano e ao meio ambiente.

A partir deste contexto de grande evolução tecnológica, causas sociais e ambientais começaram a ser debatidos, porém, foi a partir dos anos 70, que grandes eventos começaram a ter maior repercussão e foi necessário tomar decisões para minimizar os impactos da poluição e preservação dos recursos naturais. Não somente o Brasil, mas também diversos países, passaram a se reunir em grandes encontros, como na conferência de Estocolmo, em 1972, na ECO 92 e RIO-92 em 1992, criação do CONAMA (CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE, 1995), criação da Lei 9795 de 1999 defendendo a educação ambiental como componente essencial e permanente da educação do país e, a conferência de Tbilisi, em 1997 (SOUZA e BENEVIDE, 2005).

Mesmo tendo leis que instruem sobre as ações com os resíduos sólidos, a população ainda insiste em ignorar que os feitos podem prejudicar as futuras gerações e continuam com o descarte incorreto dos mesmos, jogando em rios, lagos, mares, ruas e lugares a céu aberto. Um dos maiores impasses das cidades são esses lixos produzidos e suas devidas destinações. Com a destinação incorreta, materiais como: embalagens, garrafas pet, plásticos em geral, resíduos de higiene pessoal, materiais orgânicos, dentre outros, vão parar nas ruas e direcionam-se para os bueiros através das chuvas, resultando no entupimento, causando enchentes, proliferação de vetores de doenças, problemas

sanitários e aumentam os fatores de risco para a saúde humana (SANTOS e LEÃO, 2017). Desta forma, o acúmulo destes resíduos sólidos quando descartados incorretamente, se tornam um dos fatores preponderantes para os alagamentos, porém é importante enfatizar que outras condições também os afetam, tais como falta de áreas permeáveis, mau planejamento urbano, dentre outros.

Frente ao contexto exposto, o presente estudo busca desenvolver o projeto de “bueiro inteligente” no município de Guaíra, Paraná, para coletar os resíduos sólidos transportados da rua para dentro das bocas de lobo, a fim de verificar sua eficácia em evitar alagamentos, propagação de doenças e diminuição dos gastos do município com manutenção de vias públicas, contribuindo na infraestrutura da cidade, melhoria da qualidade de vida da população, bem como a resiliência da população em promover a sustentabilidade e preservar os recursos naturais.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

O local da pesquisa é a cidade de Guaíra, município situado ao oeste do estado paranaense e às margens do Rio Paraná. Sua população de acordo com o IBGE (2010) é de 30.704 habitantes, estimado em 33.310 habitantes no ano de 2020. O Estado do Paraná é característico do bioma Mata Atlântica (SOS MATA ATLÂNTICA, 2021) sendo composto pela floresta estacional semidecidual.

A floresta estacional semidecidual manifesta como atributo significativo, a perda de folhas das árvores de aproximadamente 20-50% durante as estações secas e frias do ano. (CAMPOS e SILVEIRA-FILHO, 2010) informação de extrema relevância para o trabalho no qual esclarece a presença de muitos resíduos verdes na região do estudo, principalmente folhas de árvore

O estudo dos bueiros inteligentes caracteriza-se por uma pesquisa experimental e observação direta, no qual não há o contato direto com o cliente, bem como de caráter misto, qualitativo e quantitativo. Sua restrição consiste no exame pontual no centro da cidade. A Figura 1 delimita a região ao redor do local de estudo e a especificação pontual dos bueiros, numerados de 1 a 5 na figura.



Figura 1 – Delimitação das quadras onde foi implantado o Bueiro Inteligente

A Figura 2 indica o local onde foi implantado o sistema de Bueiro Inteligente. Foi realizada visita in loco na Avenida Mate Laranjeira, registrando as observações e anotações dos resultados obtidos. As informações foram coletadas de forma imparcial sem ter a manipulação de indivíduos que não fizeram parte do presente trabalho.

Segundo Climate-Data (2021), mesmo o mês de agosto sendo considerado o mais seco, ainda assim possui alta pluviosidade com 88 mm. No mês de outubro, a pluviosidade atingiu aproximadamente 173 mm, sendo a maior do ano ultrapassando a média anual de 157 mm

Além disso, é importante salientar que há variações do clima que podem ser diferentes do que foi previsto, como por exemplo, o temporal informado nas notícias da Prefeitura Municipal de Guaíra (2021), que propiciou chuvas fortes e volumosas, trazendo à tona situações inesperadas que não foram planejadas, sendo uma dessas o enchimento muito rápido dos bueiros inteligentes.



Figura 2 – Indicadores pontuais da localização dos Bueiros Inteligentes

Frente ao exposto, com este estudo, busca-se verificar o escoamento dos bueiros inteligentes diante das variações de pluviosidades de intensidades altas ou baixas.

2.2 Etapas do trabalho

Para que o sistema fosse implantado com sucesso, foi necessário estipular critérios a serem seguidos, conforme Figura 3.



Figura 3 – Critérios para o bueiro inteligente

A primeira etapa foi analisar a base de dados bibliográficos relacionados aos bueiros inteligentes, resíduos sólidos, escoamento e drenagem urbana para entender as peculiaridades de cada um.

As segundas e terceiras etapas consistiram na escolha do local, o qual teve como base a incidência de pequenos alagamentos na área central da cidade, além de queixas por parte de moradores e comerciantes da região. Desta forma, a Avenida Mate Laranjeira foi sugerida pelo Secretário da Secretaria Municipal de Agropecuária, Infraestrutura e Meio Ambiente (SEMAIM), no qual detém a Diretoria de Obras, por ser locais com problemas de escoamento e também porque as bocas de lobo foram recém instaladas e estavam prontas para receber a nova estrutura do bueiro inteligente.

Posteriormente, foi realizada visita in loco para medição das bocas de lobo, confecção dos cestos coletores na metalúrgica, instalação, manutenção conforme necessidade, bem como o registro fotográfico e pesagem dos resíduos encontrados.

2.3 Bocas de lobo em estudo

As bocas de lobo em estudo, localizadas na Avenida Mate Laranjeira, foram implantadas recentemente pelo Departamento de Obras do município, sendo elas: 03 unidades na quadra 01, e 02 unidades na quadra 02. Todas as bocas de lobo têm dimensões diferentes, conforme a Tabela 1, que também apresenta informações de classificação, coordenada geográfica retirada do Google Maps e as dimensões das cestas metálicas.

A bocas de lobo são do tipo grelha com depressão, posicionadas na avenida central de Guaíra, próximas a pontos comerciais, como aponta a Figura 4, indicando as bocas de lobo 1, 2, 3, 4 e 5.

Boca de lobo	Coordenada Geográfica	Dimensões das bocas de lobo (cm)	
		Comprimento	Largura
1	-24.081904, -54.250394	68	43
2	-24.081129, -54.251998	71	50
3	-24.081212, -54.251810	72	56
4	-24.081873, -54.250759	78	72
5	-24.081865, -54.250530	69	59

Tabela 1 - Classificação das bocas de lobo em estudo e dimensões da cesta



Figura 4 –Indicação das bocas de lobo

Fonte: Google Maps adaptado pela autora(2021)

2.4 Confeção do cesto coletor

As cestas foram confeccionadas na metalúrgica com altura de 30 cm, como mostra a Tabela 2, valor adotado sem dimensionamento prévio, sendo personalizado de acordo com a dimensão de cada boca de lobo.

Boca de lobo (un)	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Profundidade (cm)
1	64	39	30
2	67	46	30
3	68	52	30
4	74	68	30
5	65	55	30

Tabela 2 - Dimensões das cestas metálicas

O material é metálico, conforme apresenta a Figura 5, com cantoneiras de alumínio nas bordas medindo 4 cm para auxiliar o apoio, tela de malha 2 cm x 2 cm, sendo a dimensão que havia disponível na metalúrgica.

A manutenção foi realizada de forma quinzenal sem períodos de chuvas e também a cada dia de chuva, para verificar se há a presença de detritos provenientes da varrição das calçadas dos munícipes, descarte incorreto ou do vento, para evitar que o acúmulo de resíduos no interior da cesta metálica impeça a passagem da água e alague as calçadas. Um dos benefícios deste sistema é a forma descomplicada de limpeza, sem necessitar de mão de obra especializada devido a sua facilidade de manuseio.



Figura 5 – Cesto coletor confeccionado na metalúrgica.

2.5 Implantação do sistema bueiro inteligente

Para que a instalação do bueiro obtivesse êxito, foi definido uma sequência sistematizada conforme apresentado na Figura 6. Essa sequência de etapas foi realizada com o auxílio e a colaboração dos funcionários disponibilizados pelo Departamento de Obras da Prefeitura Municipal, para uma correta fixação.

Conforme apresentado na Figura 6, para a realização da etapa 1, primeiramente foi necessário a quebra da antiga grelha para posterior fixação do cesto coletor utilizado como objeto de estudo. Em seguida, verificou-se o encaixe da estrutura metálica na abertura do bueiro para garantir que as medidas estivessem corretas, conforme apresentado na etapa 2. É importante salientar a necessidade da presença dos pés laterais para servir como apoio no concreto, como mostra o detalhamento da mesma etapa.

Na etapa 3 ocorre a fase de concretagem da nova estrutura metálica, realizada pelos funcionários do Departamento de Obras do município, com o acompanhamento da responsável pelo projeto.

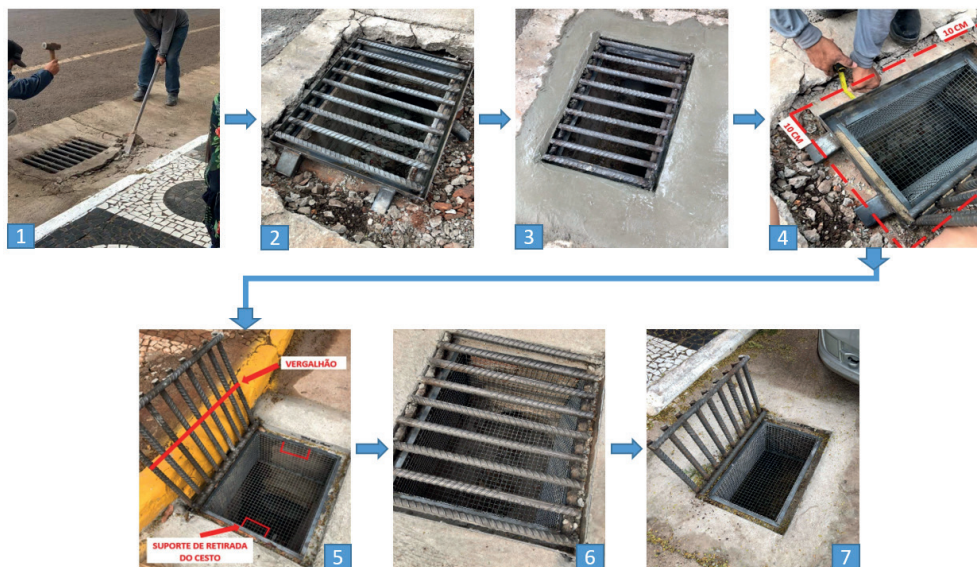


Figura 6 – Sequência da instalação do Bueiro inteligente

Após a confecção da estrutura metálica e instalação do sistema, foram identificados alguns detalhes que podem ser aperfeiçoados para usar em futuros bueiros inteligentes. Como por exemplo na etapa 4 com a projeção da cantoneira medindo 10 centímetros de largura para o apoio na estrutura ser mais eficiente, vergalhão no meio da grelha apresentada pela etapa 5, com o intuito de reforçar para não entortar com a passagem de veículos pesados, e também alças laterais para facilitar a retirada da cesta metálica, principalmente pelo motivo do resíduo sólido ficar mais pesado com a presença de umidade. As etapas 6 e 7 apresentam o sistema instalado.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

A qualidade de vida da população guairense é interferida pelos mesmos problemas que ocorrem em diversas cidades do Brasil. Um dos causadores destes problemas são os resíduos sólidos, que são descartados de forma indevida, e, no período das chuvas, são transportados para o interior das bocas de lobo, causando seu entupimento.

O presente estudo é realizado na avenida central do município, mas constatou-se que não somente os comerciantes e moradores desta região são atingidos com as consequências dos alagamentos, isso afeta também os moradores de outros bairros, principalmente de bairros com menor infraestrutura e em pontos baixos da cidade. Além da interferência dos resíduos, como mostrado na Figura 7, um dos fatores; se não o mais importante deles, é o saneamento básico, pois o escoamento das águas contaminadas contribui para a propagação de doenças, poluição, e obstrução das redes de esgotamento público.



Figura 7 - Resíduos sólidos encontrados antes da instalação do cesto coletor dentro da rede de drenagem

Além de resíduos como plásticos, latas de refrigerante, papéis e outros, que são encontrados no interior dos bueiros, é muito comum encontrar folhas e galhos obstruindo a entrada da água da chuva, como indica a Figura 8 (a) e (b). No entanto, em megacidades e metrópoles é mais comum a presença de lixos domiciliares do que lixos verdes, principalmente por possuírem menor incidência de árvores e maior número de habitantes, conseqüentemente, maior produção de resíduos sólidos.



Figura 8 – (a) e (b) Resíduos Sólidos nas bocas de lobo

3.1 Coleta do resíduo sólido

A previsão de coleta sem chuva foi a cada 15 dias, e, ao averiguar os pontos em estudo, não foi necessário realizar manutenção, pois não haviam resíduos. Porém, nas datas registradas que houve a incidência de chuva, foi necessário realizar a manutenção

no dia seguinte, porque no mês de Outubro de 2021, houve o registro de chuvas torrenciais incomuns para a região.

A Tabela 3 apresenta os resultados obtidos da pesagem em balança mecânica de plataforma dos resíduos coletados de cada boca de lobo após os eventos de chuva relatados.

A coleta totalizou 530,6 quilogramas de resíduos sólidos no mês de Outubro de 2021. Ou seja, mais de meia tonelada de resíduos deixaram de ser transportados para a galeria pluvial, evitando problemas futuros de escoamento e entupimento dos cinco bueiros em análise.

Boca de lobo	Massa do resíduo sólido (kg) – após chuva		
	04/10/2021	07/10/2021	23/10/2021
1	46,0	31,6	39,2
2	34,0	25,8	29,4
3	11,0	4,65	7,85
4	16,0	8,37	11,8
5	26,0	17,8	22,2
Total	221,0	198,9	110,7

Tabela 3 – Quantidade de massa do resíduo sólido após chuvas encontrado nos bueiros estudados

Como mencionado anteriormente, a tela do cesto coletor foi confeccionada com 2 cm x 2 cm, fazendo com que ficasse retido até as pequenas folhas que a chuva transportou (Figura 9 (a) e (b)).



Figura 9 - Registro fotográfico da coleta.

Foi necessário assistência, por isso foi cedida mão de obra pelo Departamento de Obras para realizar a manutenção, pois a junção dos resíduos com água da chuva, deixou o sistema muito pesado, formando uma espécie de lama no cesto coletor, como mostra a Figura 10 (a) e (b).



Figura 10: Manutenção do Bueiro inteligente

No entanto, este acúmulo de lama ocorreu devido a abertura da tela 2 cm x 2 cm do cesto, e poderá ser evitada sendo confeccionada com a tela maior para permitir a passagem das pequenas folhas e partículas de terra. O material foi despejado na carriola, mostrada na Figura 11, para facilitar o transporte, principalmente por estar úmido e pesado.

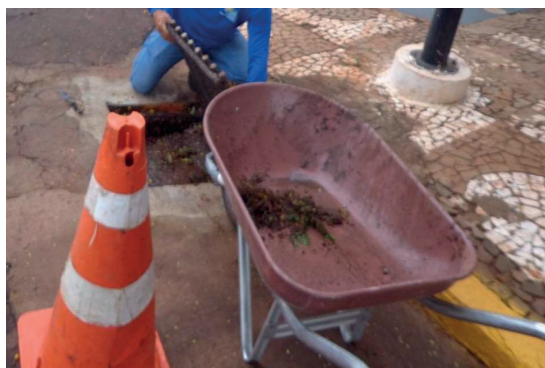


Figura 11 - Carriola para auxiliar na manutenção

Na classificação II da NBR 10004 (2004), estão inclusos os materiais reciclados como plásticos, vidros, metais, e resíduos orgânicos, folhas e galhos remanescentes das podas, varredura das vias públicas, limpeza de galerias, limpeza de córregos e cortes de grama, que podem ser observados por meio da Figura 12 (a) e (b).



Figura 12 - Resíduos orgânicos coletados.

Os resíduos coletados foram utilizados pela Diretoria de Meio Ambiente de Guaira-Pr, como matéria prima para preparação de adubos para uso no Viveiro Municipal e hortas nas escolas municipais, conforme Figura 13 (a) e (b), no qual o material foi preparado para utilização.



Figura 13 - Resíduos orgânicos no Viveiro Municipal.

Para que a transição dos bueiros tradicionais para os bueiros com cestos coletores ocorra de forma eficaz, é preciso da avaliação por parte dos setores competentes da Prefeitura Municipal sobre a necessidade de manutenção dos sistemas de drenagem considerados ultrapassados para a realidade atual, padronização de tamanho das bocas de lobo para facilitar a confecção da estrutura que compõe o bueiro com cesto coletor e a manutenção, bem como a análise de aplicá-lo em toda cidade.

Em caso do município adotar este sistema, poderá ser realizado cronograma de coleta dos resíduos retidos no bueiro com cesto coletor, intensificado em períodos de precipitação, e para que os resultados sejam ainda mais promissores, fazem-se necessárias campanhas educativas para os moradores dos bairros sobre a contribuição e importância do apropriado descarte dos resíduos sólidos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se com este trabalho, que o sistema foi implantado a fim de colaborar na solução dos problemas de alagamentos e bloqueio das bocas de lobo por resíduos sólidos que ocorrem na Avenida Mate Laranjeira, no município de Guaíra-PR.

Diante do trabalho exposto, foi possível coletar aproximadamente 530,537 quilos de resíduos sólidos no mês de Outubro de 2021. Ou seja, mais de meia tonelada de resíduos deixaram de ser transportados para a galeria pluvial, evitando problemas futuros de escoamento e entupimento dos cinco bueiros em análise. Desta forma, o sistema de bueiro com cesto coletor mostra-se eficiente para colaborar na infraestrutura das cidades, bem como fomentar ações sustentáveis e a proteção da integridade humana e do Meio Ambiente.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10004 – Resíduos sólidos - Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

CAMPOS, J.B.; SILVEIRA-FILHO, L. (2010) **Floresta Estacional Semidecidual – Série Ecossistemas Paranaenses**. Curitiba: SEMA, 2010. v. 5.

CLIMATE-DATA. Clima **Guaíra: Dados climatológicos para Guaíra**. Guaíra, 2021. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/parana/guaira-31821/#climate-table> Acesso em: 20/10/2021.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução n. 357**. 17 de março. DOU n 53 - 30 de julho. Revoga a Resolução CONAMA n. 20 de 1995.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios: síntese de indicadores 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <IBGE | Cidades@ | Paraná | Guaíra | Panorama> . Acesso em: maio. 2021.

Prefeitura Municipal de GUAÍRA. Últimas notícias. Disponível em: <https://www.guaira.pr.gov.br/index.php?sessao=b054603368vfb0&id=7013> . Acesso em: 20 out. 2021.

SANTOS, I.M.; LEÃO, M. F. (2017) **Concepções dos professores, funcionários e estudantes do Ensino Médio de uma Escola do Campo sobre a problemática do lixo doméstico**. São Paulo, v. 13, n. 3, p. 1-15, Disponível em: <http://dx.doi.org/10.17271/1980082713320171690> . Acesso em: 08/07/2021.

SENA, T. (2013) Levantamento dos Resíduos Sólidos Gerados em uma Empresa de Refino de Petróleo. p.1-54. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Universidade Federal de Pelotas. Pelotas. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/esa/files/2013/10/TCCTIAGO-SENA2.pdf> Acesso em: 25/06/2021.

SOS MATA ATLÂNTICA. Atlas **dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica, período 2019-2020**. São Paulo, 2021. Disponível em: https://cms.sosma.org.br/wpcontent/uploads/2021/05/SOSMA_Atlas-da-Mata-Atlantica_2019-2020.pdf . Acesso em: 28/11/2021.

SOUZA, J. N. S.; BENEVIDES, R. C. A (2005) **Educação Ambiental Para o Desenvolvimento Sustentável e o Comprometimento das Universidades/Faculdades do Município do Rio de Janeiro, RJ**. II Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. p. 1-18. Rio de Janeiro. Disponível em: https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos05/343_artigo.pdf . Acesso em: 14/06/2021.