

A SEGURANÇA, SAÚDE E BEM-ESTAR NO TRABALHO NA ECONOMIA CIRCULAR: MODELO DE AVALIAÇÃO DE RISCOS PARA A PRODUÇÃO DE BETUME BORRACHA "IN SITU"

SAFETY, HEALTH AND WELL-BEING AT WORK IN THE CIRCULAR ECONOMY: RISK ASSESSMENT MODEL FOR THE PRODUCTION OF BITUMEN-RUBBER "IN SITU"

Nogueira, N.¹, Macedo, M.², Seco, J.¹

¹ Universidade de León

² Universidade Atlântica

nrosan00@estudiantes.unileon.es; mario.macedo@uatlantica.pt; jesus.seco@unileon.es

Resumo

Pretende-se apresentar um modelo de avaliação de riscos, para identificar perigos, classificar riscos, e adotar medidas de controlo, de forma a garantir a segurança, saúde e bem-estar no trabalho na economia circular, especificamente no caso de estudo da indústria da produção de betume borracha "in situ", em Portugal, no âmbito de uma investigação no programa de doutoramento em "Salud, Discapacidad, Dependencia y Bienestar", da Universidade de León. A atividade de produção do betume borracha em Portugal remonta aos anos 90, estando atualmente normalizada a produção de três tipos de betumes borracha para misturas betuminosas que se destinam a camadas de pavimentos rodoviários e aeroportuários. A metodologia utilizada na construção do referido modelo de avaliação é multi-método e baseia-se essencialmente nos princípios das filosofias de investigação: positivista; realista; interpretativista, aliada a uma abordagem indutiva. Para além da descrição do modelo proposto para aplicação na produção do betume borracha "in situ", identificaram-se os riscos químicos, decorrentes da operação, que conduzem ao nível de risco mais elevado da investigação, de acordo com a determinação do nível de risco. Conclui-se que o modelo adotado produz resultados consistentes e ajustados à realidade da especificidade deste tipo de indústria único em Portugal.

Palavras-chave: Avaliação de riscos, segurança saúde e bem-estar no trabalho, betume borracha, economia circular.

Abstract

It is intended to present a model of risk assessment to identify hazards, classify risks, and adopt control measures to ensure safety, health and well-being at work in the circular economy, specifically in the case of production of bitumen-rubber 'in situ' in Portugal, as part of an investigation in the PhD program in 'Health, Disability, Dependence and Well-being' of the University of León. The activity of production of bitumen-rubber in Portugal goes back to the 90's, and is currently standardized the production of three types of bitumen's-rubber for bituminous mixtures that are intended for layers of roads and airport pavements. The methodology used in the construction of this evaluation model is multi-method and is based essentially on the principles of research philosophies: positivist; realist; interpretative, allied to an inductive approach. In addition to the description of the proposed model for application in the production of bitumen-rubber 'in situ', the chemical risks resulting from the operation were identified, leading to the highest level of risk of the investigation, according to the determination of the level of risk. It is concluded that the model adopted produces consistent results and adjusted to the reality of the specificity of this type of single industry in Portugal.

Keywords: Risk assessment, health safety and well-being at work, bitumen-rubber, circular economy.

1. INTRODUÇÃO

Em Portugal, o interesse no estímulo da reciclagem de resíduos com elevado potencial de valorização, nomeadamente para construção, manutenção, e reabilitação de pavimentos, tem vindo a crescer ao longo dos anos, no caso específico de pneus reciclados para incorporação em betumes asfálticos, para misturas betuminosas que se destinam aos pavimentos rodoviários e aeroportuários.

Em 1999, foi introduzido em Portugal o betume borracha, produto inovador para a pavimentação (Construir, 2007), técnica utilizada nos USA, e desenvolvida nos anos 60 e 70 (Caltrans, 2003), porém, há registos antes de 1940, que se tenha comercializado um produto de borracha reciclada como um aditivo de partículas secas para misturas de asfalto (Williams, Peralta, & Puga, 2015).

A primeira experiência significativa com betume borracha em Portugal, produzido "in situ" por via húmida (adição da borracha ao betume de pavimentação), para um projeto de reabilitação viária de grande dimensão, ocorreu em 1999 e 2000 (Baptista, Antunes, & Fonseca, 2006).

Face às experiências positivas em matéria ambiental, foi emitido em 2007 o Despacho n.º 4015/2007, que recomenda a utilização do betume borracha nas misturas betuminosas para a pavimentação, utilizando borracha proveniente da reciclagem de pneus em fim de vida (MAOTDR; MOPTC, 2007). Em 2018, a Portaria n.º 20/2018 de 17 de Janeiro, veio atribuir o fim do estatuto de resíduo ao material de borracha derivado de pneus usados, nomeadamente o pó de borracha, granulado de borracha, etc., ou seja, a borracha reciclada de pneus passa a matéria-prima secundária nos processos produtivos, contribuindo para a transição para uma economia circular (Diário da República, 1.ª série - N.º 12 - 17 de janeiro de 2018, 2018).

A economia circular é um conceito estratégico que assenta na redução, reutilização, recuperação e reciclagem de materiais e energia, substituindo o conceito de fim-de-vida da economia linear (Eco.nomia.pt, 2018), porém, a World Health Organization (WHO) observa que a economia circular oferece um caminho para o crescimento sustentável, boa saúde e trabalho decente, salvando o meio ambiente e os recursos naturais. Segundo a WHO as implicações para a saúde na transição para uma economia circular têm sido limitadas, todavia, a economia circular gera benefícios substanciais à saúde e benefícios indiretos da redução de impactes ambientais negativos, mas subsistem riscos de efeitos adversos e não intencionais à saúde que necessitam de ser identificados e abordados (WHO, 2018).

A utilização do betume borracha nas misturas betuminosas para a pavimentação de vias, confere enormes vantagens: Técnicas; Ambientais; Económicas; Segurança, e pode ser considerado uma solução para muitos dos problemas das atuais vias rodoviárias (Pestana, 2009).

Os betumes borracha estão normalizados desde 2013, de acordo com a NP 4501 - Betume borracha - Requisitos para betumes com borracha reciclada de pneus: Betume borracha de alta percentagem de granulado de borracha (BBA) – $\geq 18\%$ borracha; Betume borracha de média percentagem de granulado de borracha (BBM) – 10 a 14% borracha; Betume borracha de baixa percentagem de granulado de borracha (BBB) – $\geq 8\%$ borracha, no entanto, o autor considera que há insuficiente informação sobre segurança, saúde e bem-estar no trabalho, referente à atividade produtiva do betume borracha "in situ".

A Autoridade para as Condições do Trabalho (ACT) considera que a atividade produtiva em causa com o código CAE 19201 – Fabricação de produtos petrolíferos refinados e de aglomerados de combustíveis, é considerada de risco elevado (ACT, 2014).

A proposta de modelo de avaliação de riscos, visa assegurar a saúde e a segurança dos trabalhadores, e a eficiência na produtividade, mas também um conhecimento mais profundo sobre esta atividade específica e única em Portugal, de cariz industrial, para o mercado da construção.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O modelo de avaliação de riscos foi aplicado a uma empresa, caso de estudo, que se dedica à produção de betume borracha "in situ", em Portugal.

A metodologia utilizada na construção do modelo é multimétodo, sendo positivista e realista na utilização da observação para a recolha de dados credíveis, factos. Interpretativista na análise dos detalhes das situações, e utiliza uma abordagem indutiva na compreensão da circunstância da investigação, e na recolha de dados qualitativos (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2009).

O trabalho de campo para a construção do modelo de avaliação de riscos desenvolveu-se de acordo com as seguintes fases: pesquisa documental (início de atividade da empresa, licenciamento industrial, organograma, formação dos trabalhadores, contratos de fornecimento, registos de produção, procedimentos de produção, prevenção e resposta a emergências, registos de acidentes de trabalho/incidentes, contrato de serviços de medicina do trabalho, registos de formação); matérias-primas (betumes: 35/50; 50/70; 70/100, borracha reciclada de

pneus, ácido polifosfórico); matérias subsidiárias (energia elétrica, gásóleo normal e de aquecimento); unidade de produção de betume borracha (móvel); fichas de dados de segurança das matérias-primas (betumes, borracha reciclada de pneus e ácido polifosfórico); relatórios de avaliação da exposição ocupacional a agentes físicos (ruído e vibrações) e químicos; "focus group" (entrevistas de grupo aos trabalhadores – Temas: forças, fraquezas, ameaças e fatores de sucesso da atividade produtiva. Consulta, identificação de perigos, avaliação do risco, identificação de medidas apropriadas de controlo do risco, implementação de medidas de controlo, monitorização, revisão de controlos implementados); dados estatísticos (compilação de dados tratados referente a acidentes de trabalho mortais e não mortais ocorridos em Portugal, e em estaleiro, e dias de trabalho perdidos, no período compreendido entre 2002 a 2015), referente à secção C - Indústrias Transformadoras - divisão 23 (Rev. 2.1) e divisão 19 (Rev. 3), do CAE - Fabricação de coque, de produtos petrolíferos refinados e de aglomerados de combustível, onde se insere a subclasse códigos CAE 23200 (Rev. 2.1) e 19201 (Rev. 3) - Fabricação de produtos petrolíferos refinados, respetivamente, referente ao tipo de industria em estudo.

Após recolha, análise, e tratamento dos dados anteriores, e dos resultantes do acompanhamento "in situ" da produção em períodos de laboração diurna e noturna, em diversos estaleiros dos empreiteiros, desenhou-se o modelo de avaliação de riscos.

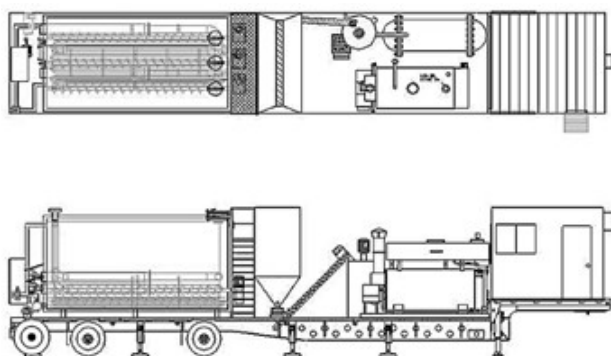


Ilustração 1 Tipo de unidade de produção de betume borracha "in situ"



Ilustração 2 Esquema da produção do betume borracha – Elaborado pelo autor

3. RESULTADOS

O modelo de avaliação de riscos obedece ao preconizado no ponto 4.3.1 - Identificação dos perigos, apreciação do risco e definição de controlos, da NP 4397:2008 - Sistemas de gestão da segurança e da saúde do trabalho – Requisitos (CT 42, 2008), e aos métodos de hierarquia de controlos recomendados pelo National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) (NIOSH, 2015).

3.1 Modelo de avaliação de riscos

A avaliação de riscos foi pressuposta em quatro critérios: **probabilidade** da ocorrência de um acontecimento perigoso, ou exposição a um perigo; **severidade** da consequência do acontecimento perigoso; **medidas de controlo** verificadas no local ou associadas à atividade desempenhada; **ocorrência de incidentes ou doenças profissionais** resultantes da operação.

A **probabilidade** é segmentada numa escala de 1 a 6 indexada à ocorrência de um acontecimento perigoso, ou exposição a um perigo. Em qualquer atividade de rotina que apresente um perigo, a probabilidade da ocorrência do acontecimento perigoso equivale à frequência da atividade.

Tabela 1 Critério para a classificação da probabilidade – Elaborado pelo autor

PROBABILIDADE		VALOR
Habitual	Provável que ocorra várias vezes por dia.	6
Frequente	Provável que ocorra várias vezes por semana.	5
Ocasional	Provável que ocorra pelo menos uma vez por mês.	4
Pouco frequente	Provável que ocorra pelo menos uma vez por ano.	3
Raro	Provável que ocorra pelo menos uma vez em 5 anos.	2
Muito raro	Probabilidade de recorrência superior a 5 anos.	1

A classificação da **severidade** dos perigos é efetuada com base numa escala que assume os valores 1, 3, 5 ou 7. O valor escolhido corresponde à severidade da pior consequência razoavelmente provável resultante do acontecimento perigoso.

Tabela 2 Critério para a classificação da severidade – Elaborado pelo autor

SEVERIDADE		VALOR
Muito alta	Morte ou incapacidade permanente absoluta de um trabalhador.	7
Alta	Lesões de gravidade moderada que exigem hospitalização. Geram incapacidade permanente parcial.	5
Média	Lesões de gravidade moderada, com tratamento hospitalar. Geram incapacidade temporária.	3
Baixa	Pequenas lesões, que exigem no máximo primeiros socorros ou tratamento médico menor. Sem hospitalização. Não gera incapacidade.	1

Segundo a definição de risco, corresponde à combinação do valor da **probabilidade** e da **severidade**, contudo, para se efetuar uma avaliação mais rigorosa ao risco associado a um acontecimento perigoso, e decidir sobre as **medidas de controlo** a implementar, o autor introduziu as **medidas de controlo** eventualmente implementadas e a verificação da **ocorrência de incidentes ou doenças profissionais**, resultantes do(s) acontecimento(s) perigoso(s).

As **medidas de controlo** certificadas no local da operação são qualificadas com os valores 0, 2, 6 ou 10. A tabela 3 agrupa as principais **medidas de controlo** e é utilizada de acordo com os seguintes critérios:

Tabela 3 Critério para a classificação das medidas de controlo – Elaborado pelo autor

PROTEÇÃO COLETIVA	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO E ADAPTAÇÃO AO TRABALHADOR	SINALIZAÇÃO	FORMAÇÃO E INFORMAÇÃO	PROTEÇÃO INDIVIDUAL	VALOR
Manifestamente insuficiente/ Não existe.	Sem medidas organizativas e desadaptado das necessidades do trabalhador.	Não existe ou errada.	Sem formação ou informação.	Não existe ou nunca é utilizada.	10
Desadequada (Incompleta ou parcialmente ineficaz).	Fracas medidas organizativas e não tem em conta as necessidades do trabalhador.	Insuficiente e/ou mal focalizada e/ou em mau estado.	Com formação sobre os riscos mas sem informação ou vice-versa.	Em falta e/ou raramente utilizada.	6
Passível de melhorar o estado de conservação ou funcionamento.	Boas medidas organizativas e parcialmente adaptado às necessidades do trabalhador.	Completa mas em mau estado ou mal localizada.	Formação teórica e informação geral.	Distribuída mas nem sempre utilizada.	2
Necessária. Suficiente.	Boas medidas organizativas e adaptado às necessidades do trabalhador.	Completa, em bom estado e bem localizada.	Formação no local e informação específica.	Distribuída e corretamente utilizada.	0

Os **incidentes e doenças profissionais** são considerados para a avaliação do risco porque contribuem para verificar a eficácia e a adequabilidade das **medidas de controlo** implementadas. Consoante os **incidentes ou doenças profissionais** que se tomou conhecimento na pesquisa documental, no “focus group”, e em contexto de laboração real, decidiu-se atribuir uma valoração entre 0 e 4 a este parâmetro, conforme a tabela 4:

Tabela 4 – Critério para a classificação dos incidentes e doenças profissionais – Elaborado pelo autor

INCIDENTES E DOENÇAS PROFissionais REGISTRADOS	VALOR
Não se verificou nenhum incidente.	0
Verificou-se 1 quase-acidente.	1
Verificou-se mais que 1 quase-acidente.	2
Verificou-se 1 acidente ou doença profissional.	3
Verificou-se mais que 1 acidente e/ou doença profissional.	4

3.2 Nível de risco

O nível de risco associado a um acontecimento perigoso resulta da adição dos quatro parâmetros mencionados anteriormente, de acordo com a seguinte fórmula do autor:

$$NR = P + S + MC + I$$

Em que: **NR** – corresponde ao valor do **nível de risco**; **P** – corresponde ao valor atribuído à **probabilidade**; **S** – corresponde ao valor atribuído à **severidade**; **MC** – corresponde ao valor atribuído às **medidas de controlo**; **I** – corresponde ao valor atribuído aos **incidentes e doenças profissionais**.

Na análise do valor resultante do nível de risco associado a um perigo, o autor define que: o risco é **aceitável**, se o $NR \leq 16$; o risco é **não aceitável**, se o $NR > 16$.

3.3 Ações a implementar para eliminação, substituição e controlo dos riscos

Os riscos considerados **não aceitáveis** requerem célere implementação de medidas que reduzam o nível de risco. As medidas a implementar para a eliminação/mitigação dos riscos assentam na seguinte hierarquia de controlo: **eliminação do risco**; **substituição do risco**; **controles técnicos/engenharia**; **sinalização/aviso e/ou controlos administrativos**; **equipamentos de proteção individual (EPI)** (NIOSH, 2015).

O valor a partir do qual o risco é considerado **aceitável** ou **não aceitável** foi definido pelo autor, tendendo a reduzir com as sucessivas revisões da avaliação de risco, com vista à melhoria contínua.

4. DISCUSSÃO

Decorrente da aplicação do modelo de avaliação de riscos à atividade de produção do betume borracha "in situ", o autor selecionou o **risco não aceitável** que conduz ao nível de risco mais elevado da investigação, na ótica do autor, decorrente das atividades regulares de produção: **risco químico** (nível de risco = 25).

Relativamente ao **risco químico**, a exposição ocupacional ao sulfureto de hidrogénio (H₂S), à libertação de fumos do betume borracha quente e outros contaminantes, foram identificados como risco **não aceitável** nas atividades de "Mistura inicial do betume + borracha + ácido polifosfórico a 180 °C - 190 °C" e "Aquecimento e agitação horizontal do betume borracha a 180 °C - 190 °C".

Para além da análise efetuada aos relatórios de exposição ocupacional a agentes químicos, o autor como forma de reforçar o acima exposto acerca dos agentes químicos, observou que no estudo levado a cabo pelo Asphalt Institute e pela Eurobitume que o sulfureto de hidrogénio (H₂S) é um gás perigoso que está presente em compartimentos que contêm betume quente, havendo muitos fatores que influenciam a presença do mesmo: a temperatura; a agitação; os componentes de mistura e aditivos, confirmando-se analogia ao caso de estudo. A inalação de H₂S pode afetar o sistema nervoso, cardiovascular e o sistema respiratório. Os efeitos são altamente dependentes da concentração do gás, e depende menos do tempo total de exposição. Os efeitos podem variar de odor ofensivo, irritação dos olhos e do trato respiratório em níveis mais baixos, até à inconsciência rápida, e morte em concentrações mais altas (Asphalt Institute; Eurobitume, 2015).

Na realização da tarefa de abertura da tampa do misturador e da tampa de visita da cisterna, para verificação do betume borracha, atividade muito frequente ao longo do dia de trabalho, o primeiro contacto é com as emissões de fumos do betume borracha quente. A eventual presença de sulfureto de hidrogénio (H₂S), bem como de outros contaminantes presentes na libertação de fumos do betume borracha quente, quer em concentração, exposição e tipologia, devem ser considerados.

Adicionalmente, o autor refere que no NIOSH Health Hazard Evaluation Report - HETA #2001-0536-2864 - "Crumb-Rubber Modified Asphalt Paving: Occupational

Exposures and Acute Health Effects" reportam exposição ocupacional a emissões na atividade de pavimentação comparando as misturas betuminosas com betume borracha, com as com betume convencional, indicando que apesar de não haver resultados definitivos, as tendências são sugestivas no sentido das exposições às misturas betuminosas com betume borracha serem potencialmente mais perigosas (NIOSH, 2001). O autor considera que há correspondência com o caso de estudo.

Notar que o estudo "Asphalt (Bitumen)" mencionado no Concise International Chemical Assessment Document 59, cita que a presença de modificadores de asfalto e aditivos pode afetar a composição dos fumos do asfalto e vapores, e a exposição do trabalhador (WHO, 2004), como é o caso das matérias-primas utilizadas, a borracha reciclada de pneus e o ácido polifosfórico.

Observou-se também que de acordo com os agentes classificados pela International Agency for Research on Cancer (IARC), a lista de classificações por locais de cancro com evidência suficiente ou limitada em humanos, classifica a exposição ocupacional aos betumes de pavimentação no grupo 2B - Possivelmente carcinogénico para humanos (IARC, 2013).

5. CONCLUSÃO

Em suma e de forma a tentar-se eliminar/mitigar o risco químico, sugere-se a introdução de controlos técnicos/engenharia nas fontes de emissão do risco. Deve equacionar-se uma análise prudente à conceção e organização dos métodos de trabalho no local de laboração, de forma a reduzir-se ao mínimo a duração e o grau de exposição dos trabalhadores ao risco. A seleção adequada e a utilização de EPI não podem ser negligenciadas. Torna-se impreterível uma monitorização regular à exposição ocupacional aos agentes químicos.

Conclui-se que a aplicação do modelo de avaliação de riscos gera resultados consistentes e consensuais em contexto real. O fator subjetividade é reduzido. A adequabilidade do modelo a este tipo de indústria específico contribui para uma sã vida profissional e para a sustentabilidade dos recursos numa economia circular segura.

6. REFERÊNCIAS

Asphalt Institute; Eurobitume. (2015). Eurobitume. Obtido de <https://www.eurobitume.eu>: https://www.eurobitume.eu/public_downloads/General/The%20Bitumen%20Industry%203rd%20edition.pdf

ACT. (20 de 5 de 2014). *Saúde, Trabalho e Ambiente, Lda*. Obtido de <http://www.sta.pt>: http://www.sta.pt/uploads/8/6/0/4/86045498/cae_actividades_risco_elevado.pdfBaptista, F., Antunes, M., & Fonseca, P. (04 de 2006). *Centro Rodoviário Português*. Obtido de www.crp.pt: http://www.crp.pt/docs/A18S103-5_2_FatimaBatista.pdf

Caltrans. (1 de 2003). *Asphalt-Rubber*. Obtido de <http://www.asphaltrubber.org/>: http://www.asphaltrubber.org/ari/California_AR_Design_Guide/Caltrans_Aspphalt_Rubber_Usage_Guide.pdf

Construir. (06 de 04 de 2007). *CONSTRUIR*. Obtido de <http://www.construir.pt>: <http://www.construir.pt/2007/04/06/bmb-inova-em-portugal-com-a-recipient/>

CT 42. (2008). *NP 4397:2008 - Sistemas de gestão da segurança e da saúde do trabalho – Requisitos*. Instituto Português da Qualidade (IPQ).

Diário da República, 1.ª série - N.º 12 - 17 de janeiro de 2018. (17 de 1 de 2018). *Valorpneu*. Obtido de <https://www.valorpneu.pt>: https://www.valorpneu.pt/output_efile.aspx?sid=1d9f7588-7bb0-44f7-a12d-42b1aac223a5&cntx=4EHCqBvjocdxXuvH4A8C0R9UEJdAbTeJQP8uzSyWkEljetjI3lhCKCdvYBMSdJ%2FV%2BdrrQpyGiZ9eCG7%2FX9%2B0DQ%3D%3D&idf=5096

Eco.nomia.pt. (2018). *Eco.nomia.pt*. Obtido de <http://eco.nomia.pt>: <http://eco.nomia.pt/pt/economia-circular/estrategias>

IARC. (2013). *International Agency for Research on Cancer*. Obtido de <http://www.iarc.fr/>: <https://monographs.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/09/Classification-sAlphaOrder.pdf>

MAOTDR; MOPTC. (02 de 03 de 2007). *Agência Portuguesa do Ambiente*. Obtido de <http://www.apambiente.pt/>: http://www.apambiente.pt/_zdata/Politiclas/Residuos/FluxosEspecificosResiduos/RCD/DespachoPneusBMB.pdf

NIOSH. (2001). *Centers for Disease Control and Prevention*. Obtido de <https://www.cdc.gov>: <https://www.cdc.gov/niosh/hhe/reports/pdfs/2001-0536-2864.pdf>

NIOSH. (13 de 1 de 2015). *CDC Centers for Disease Control and Prevention*. Obtido de <https://www.cdc.gov>: <https://www.cdc.gov/niosh/topics/hierarchy/>

Pestana, C. C. (7 de 2009). *Centro Rodoviário Português*. Obtido de <http://crp.pt>: http://crp.pt/docs/A25S4-04_Carlos_Camara_Pestana.pdf

Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2009). *Research methods for business students fifth edition*. Pearson Education.

WHO. (2004). *World Health Organization*. Obtido de <http://www.who.int>: http://www.who.int/ipcs/publications/cicad/cicad59_rev_1.pdf?ua=1

WHO. (2018). *World Health Organization*. Obtido de <http://www.euro.who.int>: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0004/374917/Circular-Economy_EN_WHO_web_august-2018.pdf?ua=1

Williams, R. C., Peralta, E. J., & Puga, K. L. (9 de 2015). *IOWA STATE UNIVERSITY Digital Repository*. Obtido de <https://lib.dr.iastate.edu/>: http://lib.dr.iastate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1135&context=intrans_reports