

IMPACTO DO AUMENTO DO PERCENTUAL DE COMBUSTÍVEIS RENOVÁVEIS NA GASOLINA C E NO DIESEL - CENÁRIOS DE EMISSÃO ATÉ 2030

Luiza Di Beo Oliveira

Universidade Federal do Rio de Janeiro

RESUMO

Metas estabelecidas pelo Brasil na 21ª Conferência das Partes da UNFCCC, estabeleceram que o país deve chegar em 2030 com sua matriz energética composta por 18% de bioenergia sustentável. Este artigo mostra que focar em políticas de incentivo à utilização de biocombustíveis no transporte rodoviário de passageiros pode ser uma das formas de se alcançar esta meta, reduzindo as emissões de GEE e auxiliando nos esforços globais de redução das mudanças climáticas.

Palavras-chave: transporte rodoviário de passageiro, mudanças climáticas.

ABSTRACT

Goals made by Brazil in the 21st Conference of the Parties – UNFCCC, established that the country should arrive in 2030 with 18% of its energy matrix composed by sustainable bioenergy. This article shows that focusing in policies that encourage the use of biofuels in passenger road transportation, could be one of the way to achieve this goal, reducing the emissions of greenhouse gases and helping to slow down global warming.

Keywords: passenger road transportation, climate changes.

1. INTRODUÇÃO

Em 2015, no escopo da 21ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), o Brasil divulgou sua Pretendida Contribuição Nacionalmente determinada, iNDC na sigla em inglês. Tal documento foi ratificado em

2016 e passou a ser referido pela sigla NDC. Nele são apresentadas medidas voluntárias propostas pelo Brasil como forma de reduzir as emissões de GEE e se unir ao esforço internacional de manter a temperatura média global bem abaixo dos 2°C.

Dentre as medidas apresentadas, destaca-se o aumento da participação de bioenergia sustentável, com objetivo de se chegar a 18% do total da matriz energética até 2030. Neste contexto é destacado que haverá o aumento do consumo de etanol e da parcela de biodiesel na mistura com o diesel.

Este trabalho busca analisar qual será o impacto do aumento do percentual de combustíveis renováveis nas misturas com combustíveis fósseis, tanto na Gasolina C, resultado da mistura da gasolina automotiva com o etanol anidro, quanto no Diesel com parcela de biodiesel, calculando a redução das emissões e os custos associados a tais mediadas até 2030.

2. METODOLOGIA

Para a modelagem do cenário de redução de consumo de combustíveis fósseis, foi definido como ano-base do modelo o ano de 2000, de forma que existissem dados verificados suficientes para que a metodologia fosse validada. A modelagem foi realizada por meio do *software* LEAP (*Long-Range Energy Alternatives Planning System*) seguindo uma abordagem *bottom-up*.

A construção da árvore no LEAP foi feita da maneira mais desagregada possível, ou seja, por tipo de veículo, tecnologia e combustível utilizado. Foram considerados Veículos Leves e Veículos Comerciais Leves dedicados a Gasolina C, a etanol hidratado, elétricos, *flex fuel* e híbridos, sendo que as últimas duas tecnologias aceitam tanto Gasolina C, quanto etanol hidratado. Também foram consideradas motocicletas a Gasolina C, *flex fuel*, híbridas e elétrica e, por fim, ônibus convencional, micro-ônibus e ônibus rodoviário.

Cabe ainda ressaltar que todas as tecnologias que utilizam Gasolina C e todas que utilizam Diesel, estão desagregadas em Gasolina A e etanol anidro e Diesel e biodiesel, respectivamente. Os dados de mistura porcentagem de combustíveis renováveis foi retirado de Brasil (2017a) no caso do etanol anidro, e de Brasil (2017b), no caso do biodiesel.

2.1 Consumo de Combustível

A metodologia adotada para a determinação do consumo de combustível foi a mesma adotada por MMA (2013):

$$C=(F \times IU)/EE$$

Em que:

- F: frota circulante
- IU: intensidade de uso, expressa em quilometragem anual percorrida (km/ano)
- EE: eficiência energética do veículo (km/l)

Tratando-se de uma abordagem *bottom-up*, cada elemento da equação é determinado por meio de dados ainda mais desagregados, como será explicado nos itens a seguir.

2.1.1 – Cálculo da frota

O cálculo da frota é determinado a partir de três elementos: histórico de vendas, curva de sucateamento e escolha *flex* dos consumidores.

O histórico de vendas teve como base o Anuário da Indústria Brasileira Automobilística (ANFAVEA, 2017) para todos os veículos, exceto motocicletas, que teve como base o Anuário da Indústria Brasileira de duas rodas (ABRACICLO, 2017).

As curvas de sucateamento dos veículos foram extraídas de MMA (2013) e estão representadas pela Figura 1.

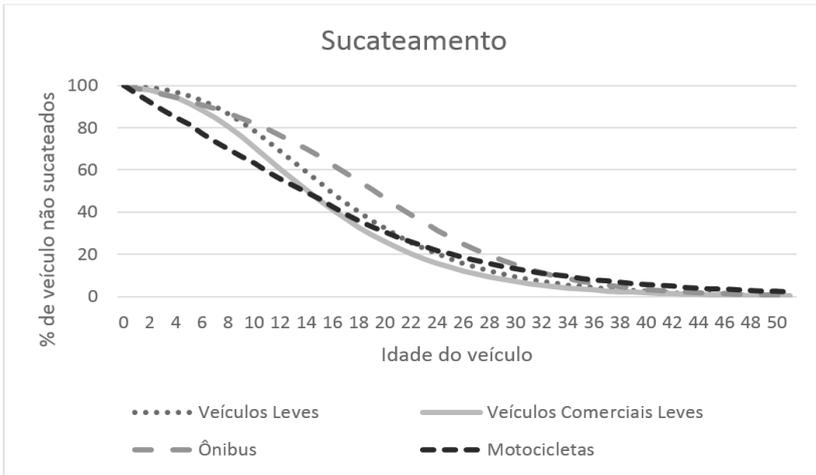


Figura 1 - Curvas de Sucateamento
(Elaboração própria a partir MMA, 2013)

A escolha *flex*, ou seja, a opção da população pelo abastecimento dos veículos *flex fuel* ou híbridos com Gasolina C ou etanol hidratado, foi determinada a partir da metodologia proposta por Goldemberg et. al. (2008), na qual a fração de escolha por etanol hidratado em relação à escolha por Gasolina C é uma função da relação de preço destes dois combustíveis

Com essas informações é possível obter não apenas a frota de veículos em um determinado ano, como também a matriz triangular na qual estão representados quantos veículos de cada ano-modelo ainda circulam no ano de estudo.

2.1.2 – Intensidade de Uso

A intensidade de uso também foi extraída de MMA (2013) e quantos quilômetros por ano um automóvel de uma determinada idade percorre. Essas curvas são inseridas no LEAP como uma “degradação da quilometragem”. Dessa forma, ao inserir a intensidade de uso do primeiro ano, o *software* calcula a soma dos quilômetros percorridos por todos os veículos em um determinado ano.

2.1.3 – Eficiência Energética

Os dados de eficiência energética por ano/modelo foram retirados do Relatório de Emissões Veiculares no Estado de São Paulo CETESB (2017). No LEAP, só é possível inserir um dado de eficiência energética por ano por veículo. Dessa forma, foi necessário realizar uma ponderação, criando uma eficiência energética global, a partir dos dados de frota decompostos. As tecnologias não contempladas no relatório da CETESB, veículos elétricos e veículos híbridos, tiveram suas eficiências energéticas extraídos de Velandia Vargas (2016) e Bernardes Junior (2016).

2.2 Emissões

No cálculo das emissões foram considerados apenas o consumo de combustíveis fósseis, ou seja, Gasolina A e diesel mineral. No caso dos combustíveis renováveis, considera-se que as emissões são nulas, pois, durante o ciclo de vida do combustível, ocorre captura de CO₂ pela cana, no caso do álcool, e principalmente pela soja no caso do biodiesel (ROSA e MUYLAERT, 2001).

Apesar de mais de 95% do biodiesel brasileiro ser produzido por via metilica (GARCILASSO; OLIVEIRA e COELHO, 2015), ou seja, por meio de um combustível fóssil, este trabalho não considerou as emissões geradas pela fração fóssil do biodiesel.

Considerou-se os gases: CO₂, CO, CH₄ e N₂O. Os potenciais de aquecimento global de cada um dos gases foram retirados de IPCC (2014) e equivalem a 1, 2, 28 e 265, respectivamente.

Os fatores de emissão por ano/modelo em g/km foram extraídos de CETESB (2017) e, assim como no caso dos valores de eficiência energética, também tiveram que ser ponderados por meio dos dados de frota, para que fosse possível atribuir apenas um fator de emissão para cada veículo por ano. Em adição a esta ponderação, também foi necessário transformar o fator de g/km para g/tep, unidade em que são extraídos os dados de consumo do LEAP. Para isso, os fatores de emissão foram multiplicados pelas eficiências e por fatores de conversão por combustível informados em EPE (2017).

Apenas no caso do CO₂, os fatores de emissão são apresentados por combustível e não por tecnologia e foram extraídos de MCTI, 2015. Para a Gasolina A o valor é de 69.300kg/TJ e para o Diesel, o valor é de 74.070kg/TJ.

O cálculo da emissão é dado pela equação:

$$E_i = C_j \times FE_{ji}$$

Em que:

E_i : emissões do gás i (g);

C_j : consumo do combustível j (tep);

FE_{ji} : fator de emissão do combustível j para o gás i . (g/tep).

2.3 Premissas

Como forma de analisar o impacto do aumento de combustíveis renováveis no transporte rodoviário de passageiros, foram propostos dois cenários, ambos com ano base 2000 e ano final 2030: o primeiro deles é um cenário *business as usual* (BAU), que, todavia, já apresenta algumas medidas de mitigação. Este cenário foi baseado no Plano Nacional de Energia (PNE 2050), mais especificamente em sua Nota Técnica DEA 13/15, na qual são apresentados os estudos da demanda de energia (EPE, 2016).

Já o Cenário de Mitigação foi modelado tendo como base o Cenário PNE 2050, porém com algumas medidas adicionais relacionadas principalmente com a maior participação dos combustíveis renováveis nas misturas.

2.3.1 – Cenário BAU

Para a modelagem do cenário, as premissas seguintes consideradas pela EPE (2016) foram adotadas:

- o crescimento dos licenciamentos de veículos leves será de 2,5% a.a.;
- os veículos leves terão um ganho de eficiência de 1% a.a.;
- a porcentagem de etanol anidro na gasolina se manterá constante em 27%;
- o percentual de biodiesel será 8% em 2017, 9% em 2018, 10% em 2019 e cresce linearmente até atingir 15% em 2030;

- as vendas de veículos a combustão interna chegarão a 0% em 2045.

Alguns dados necessários à modelagem não estavam explicitados no PNE 2050. Para o caso das vendas de ônibus, foi usada uma projeção por meio de regressão do histórico de vendas com PIB per capita. Os dados de PIB histórico e projeção foram retirados de BRASIL (2017c) e ITAU BBA (2017), respectivamente.

2.3.2 – Cenário de Mitigação

O Cenário de Mitigação foi modelado tendo como base o Cenário PNE 2050, porém com algumas medidas adicionais relacionadas principalmente com a maior participação dos combustíveis renováveis nas misturas. As medidas consideradas, em ordem de entrada no modelo são as seguintes:

- aumento do percentual de biodiesel para 25% em 2030;
- aumento do percentual de etanol anidro para 30% em 2030;
- redução da demanda em 7,5%, por meio de medidas que reduzam a quantidade de deslocamento, como *car-sharing*.

A questão da ordem de entrada de cada medida na modelagem é importante, pois indica que a medida que entra depois, contempla a medida anterior, ou seja, a medida de redução de demanda, última a entrar na modelagem, também apresenta o aumento do percentual de biodiesel e do percentual de etanol anidro.

2.4 Custos

2.4.1 – Etanol Anidro 30

Segundo dados de BRASIL (2017c), o etanol anidro é responsável por 13% do preço da Gasolina C. Considerando, simplificada-mente, que o aumento da quantidade de etanol anidro na Gasolina C aumenta a participação do custo do renovável no preço final do combustível na mesma proporção, e adotando um custo de etanol anidro de R\$1,9/l (UDOP, 2017 – adaptado), conclui-se que o custo da medida será de R\$0,027/l de Gasolina C.

2.4.2 – Biodiesel 25

A Petrobras informa que o preço do biodiesel é responsável por 5% do preço do diesel. Da mesma maneira que foi feito com o etanol anidro, foi considerado, simplificado, que o aumento da quantidade de biodiesel no diesel aumenta a participação do custo do renovável no preço final do combustível na mesma proporção, e adotando um custo de biodiesel de R\$3,2/l (BiodieselBR, 2017), conclui-se que o custo da medida será de R\$0,11/l de diesel.

3. RESULTADOS

3.1 Consumo de combustível

Pode-se notar por meio da Figura 2 a redução do consumo energético no cenário de mitigação, quando comparado ao cenário BAU. Tal redução chegou a mais de 4 milhões de tep em 2030; aproximadamente 8% do total da demanda energética.

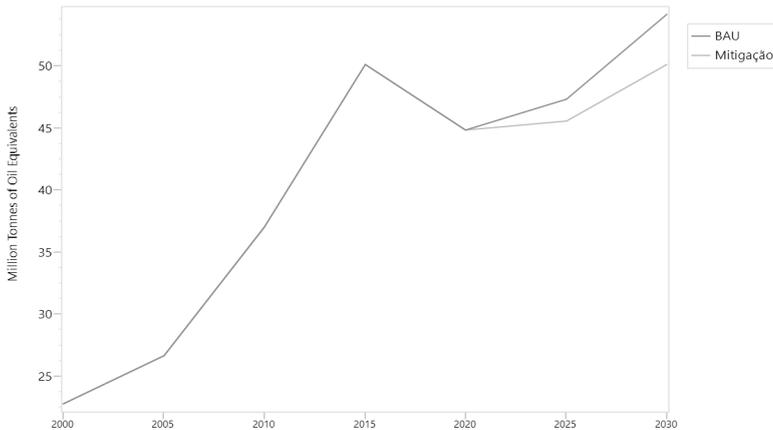


Figura 2 - Consumo de combustível nos cenários (Elaboração própria a partir de LEAP)

3.2 Emissões

As emissões de GEE nos dois cenários estão explicitadas na Figura 3. Faz-se perceptível o impacto de medidas de aumento de combustíveis renováveis na mistura com combustíveis fósseis. Em 2030 houve uma redução de 41% das emissões no cenário de mitigação, quando comparado ao cenário PNE 2050.

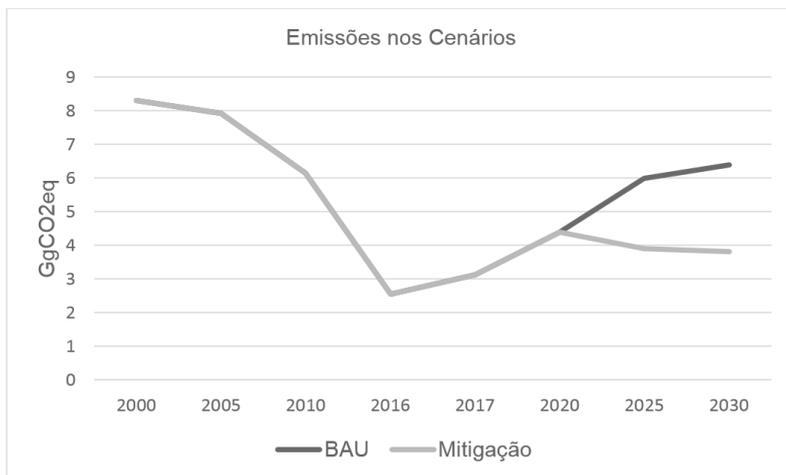


Figura 3 - Emissões nos cenários (elaboração própria)

3.3 Custos

O cálculo dos custos foi realizado seguindo a metodologia explicada anteriormente. O Valor Presente Líquido (VPL), foi calculado em base em uma taxa de juros de 8% a.a., e resultou em um total de aproximadamente 9 bilhões de reais. Os valores anuais e por medida podem ser encontrados nas Tabelas 1, 2 e 3.

Tabela 1 - Custo das Medidas de Mitigação 2020-2023
(elaboração própria)

		2020	2021	2022	2023
B25	Diesel	-	1.813,01 (10³ m³)	3.626,02 (10³ m³)	5.439,02 (10³ m³)
	Biodiesel	-	0,12 (10³ m³)	0,25 (10³ m³)	0,37 (10³ m³)
	Diesel	-	R\$ 193.387.478,17	R\$ 386.774.956,35	R\$ 580.162.434,52
	Biodiesel	-	R\$13.251,28	R\$ 26.502,57	R\$ 39.753,85
	Curto Total	-	R\$ 193.400.729,46	R\$ 386.801.458,92	R\$ 580.202.188,37
	VPL	R\$ 5.411.059.126,27			
AE30	Gasolina	-	4.503,53 (10³ m³)	9.007,05 (10³ m³)	13.510,58 (10³ m³)
	Etanol A	-	0,25 (10³ m³)	0,50 (10³ m³)	0,76 (10³ m³)
	Gasolina	-	R\$ 123.596.764,55	R\$ 247.193.529,10	R\$ 370.790.293,65
	Etanol A	-	R\$ 6.913,73	R\$ 13.827,46	R\$ 20.741,19
	Custo Total	-	R\$ 123.603.678,28	R\$ 247.207.356,56	R\$ 370.811.034,84
	VPL	R\$ 3.632.609.925,64			

Tabela 2 - Custo das Medidas de Mitigação 2024-2027
(elaboração própria)

		2024	2025	2026	2027
B25	Diesel	-	1.813,01 (10³ m³)	3.626,02 (10³ m³)	5.439,02 (10³ m³)
	Biodiesel	-	0,12 (10³ m³)	0,25 (10³ m³)	0,37 (10³ m³)
	Diesel	-	R\$ 193.387.478,17	R\$ 386.774.956,35	R\$ 580.162.434,52
	Biodiesel	-	R\$13.251,28	R\$ 26.502,57	R\$ 39.753,85
	Curto Total	-	R\$ 193.400.729,46	R\$ 386.801.458,92	R\$ 580.202.188,37
	VPL	R\$ 5.411.059.126,27			
AE30	Gasolina	-	4.503,53 (10³ m³)	9.007,05 (10³ m³)	13.510,58 (10³ m³)
	Etanol A	-	0,25 (10³ m³)	0,50 (10³ m³)	0,76 (10³ m³)
	Gasolina	-	R\$ 123.596.764,55	R\$ 247.193.529,10	R\$ 370.790.293,65
	Etanol A	-	R\$ 6.913,73	R\$ 13.827,46	R\$ 20.741,19
	Custo Total	-	R\$ 123.603.678,28	R\$ 247.207.356,56	R\$ 370.811.034,84
	VPL	R\$ 3.632.609.925,64			

Tabela 3 - Custo das Medidas de Mitigação 2028-2030
(elaboração própria)

		2028	2029	2030
B25	Diesel	9.531,79 (10 ³ m ³)	9.687,38 (10 ³ m ³)	9.842,96 (10 ³ m ³)
	Biodiesel	1.129,93 (10 ³ m ³)	1.131,18 (10 ³ m ³)	2.103,42 (10 ³ m ³)
	Diesel	R\$ 1.016.724.701,27	R\$ 1.033.320.471,40	R\$ 1.049.916.241,53
	Biodiesel	R\$ 120.525.383,28	R\$ 120.659.381,92	R\$ 224.364.507,17
	Curto Total	R\$ 1.137.250.084,55	R\$ 1.153.979.853,31	R\$ 1.274.280.748,70
AE30	Gasolina	22.518,62 (10 ³ m ³)	22.518,95 (10 ³ m ³)	22.519,29 (10 ³ m ³)
	Etanol A	6.017,21 (10 ³ m ³)	6.132,08 (10 ³ m ³)	5.862,83 (10 ³ m ³)
	Gasolina	R\$ 618.011.093,18	R\$ 618.020.183,32	R\$ 618.029.273,46
	Etanol A	R\$ 165.138.884,26	R\$ 168.291.573,55	R\$ 160.901.980,68
	Custo Total	R\$ 783.149.977,44	R\$ 786.311.756,87	R\$ 778.931.254,14

4. CONCLUSÃO

A partir da cenarização, foi possível notar o importante papel dos biocombustíveis na redução de emissão de gases de efeito estufa, principalmente quando comparado com a redução de consumo de combustível.

O consumo de combustível foi reduzido em 8%, um valor muito próximo da redução de demanda de 7,5% proposta como medida de mitigação. Já as emissões de GEE foram reduzidas em 41%, demonstrando o importante papel que desempenham os combustíveis renováveis no cumprimento das metas estabelecidas na NDC brasileira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRACICLO. Anuário da Indústria Brasileira de Duas Rodas. São Paulo, 2017.

ANFAVEA. Anuário da Indústria Automobilística Brasileira de 2017. Brasília, 2017.

BERNARDES Jr, E.. Uma análise sobre utilização de veículo híbrido na matriz de transportes da UFG campus samambaia: economicidade aliada à sustentabilidade. Catalão, 2016.

BIODIESELBR. Leilões de Biodiesel. Disponível em: <<https://www.biodieselbr.com/noticias/regulacao/leilao/preco-referencia-biodiesel-supera-320-litro-l47-220116.htm>>. Acesso em: 17 dez. 2017.

BRASIL. Secretaria de Produção e Agroenergia - Departamento da Cana-de-açúcar e Agroenergia (Org.). Cronologia da Mistura Carburante Etanol Anidro - Gasolina no Brasil. 2015. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/agroenergia/arquivos/cronologia-da-mistura-carburante-etanol-anidro-gasolina-no-brasil.pdf/view>>. Acesso em: 02 dez. 2017a.

BRASIL. Percentual obrigatório de biodiesel no óleo diesel passa para 8%. 2017. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2017/03/percentual-obrigatorio-de-biodiesel-no-oleo-diesel-passa-para-8>>. Acesso em: 06 dez. 2017b.

BRASIL. IPEA. IPEAdata. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx>>. Acesso em: 16 dez. 2017c.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Relatório de Emissões Veiculares no Estado de São Paulo. São Paulo, 2017

EPE. Ministério de Minas e Energia. Nota Técnica DEA 13/15: Demanda de Energia 2050. Rio de Janeiro, 2016.

EPE. Balanço Energético Nacional. Rio de Janeiro, 2017.

GOLDEMBERG, J.; NIGRO, F. E.B.; COELHO, S. T.. Bioenergia no Estado de São Paulo: Situação atual, perspectivas, barreiras e propostas. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2008;

GARCILASSO, V P.; OLIVEIRA, F. C.. de; COELHO, S. T.. Produção e Uso do Biodiesel no Brasil: Análise de Barreiras e Políticas. In: CONGRESSO SOBRE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA E ENERGIA NO MEIO RURAL, 10. São Paulo, 2015.

IPCC. Anthropogenic and Natural Radiative Forcing., 2014.

ITAU BBA. Longo Prazo. 2017. Disponível em: <<https://www.itaubba.com.br/itaubba-pt/analises-economicas/projecoes/longo-prazo-dezembro-2017>>. Acesso em: 17 dez. 2017.

ROSA, L. P.; MUYLAERT, M.S.. Contribuições históricas por países nas emissões de três gases de efeito estufa (GEE). Relatório Preliminar ao MCT. Rio de Janeiro: Instituto Virtual Internacional de Mudanças Climáticas, 2001.

MCTI – Ministério de Ciência Tecnologia e Inovação, 2015. Terceiro Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa – Relatório de Referência – Setor de Energia – Emissões de Gases de Efeito Estufa no Transporte Rodoviário. Brasil.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários. Brasil, 2013.

UDOP. Indicador - etanol. Disponível em: <<http://www.udop.com.br/index.php?item=alcool>>. Acesso em: 17 dez. 2017.

VELANDIA V., - Análise da competitividade ambiental de veículos elétricos no Brasil no cenário atual e futuro. Campinas, SP: [s.n.], 2016.

