“Papel do Hidrogênio Verde ou Renovável em *Smart Cities*”

Sérgio Pinheiro de Oliveira, *PhD*

Pesquisador sênior do INMETRO
Vice-presidente da ABH2
Coordenador da Comissão Técnica de Tecnologias de Hidrogênio da ABNT
Representante do Brasil no grupo de trabalho RCSSWG da IPHE

Evento: Lançamento do 1º Smart City Brasil
Local: Parque Tecnológico de Sorocaba
Data: 14 de julho de 2022

Sumário

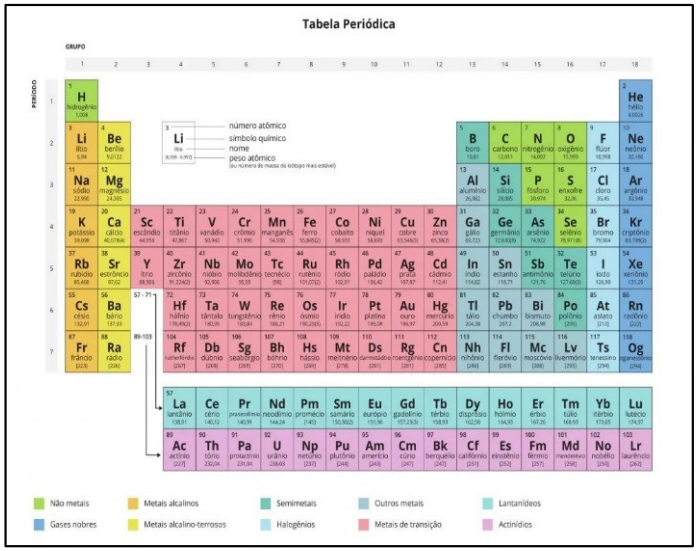
- O Hidrogênio Verde ou Renovável
- Lembrando o que é o hidrogênio ...
- Lembrando mais um pouco do H2 ...
- O hidrogênio ao longo da História da humanidade
- H2: Densidade de energia e Poder calorífico
- Nós já utilizamos industrialmente o H2 há muito tempo ...
- *Smart cities* - Cidades inteligentes – 1
- Smart cities - Cidades inteligentes – 2
- *Smart cities* e o ODS número 11 da ONU
- Smart cities e Energia – 1
- *Smart cities* e Energia – 2
- Smart cities e a Energia do Hidrogênio – 1
- *Smart cities* e a Energia do Hidrogênio – 2
- Esquema do Hidrogênio numa grande área geográfica
- Esquema de H2 numa microrregião com grid inteligente
- Conclusão

O Hidrogênio Verde ou Renovável

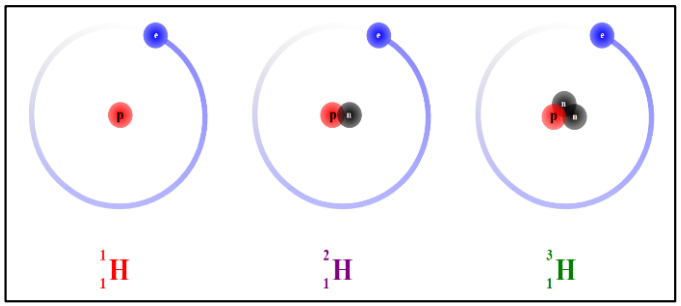
- 1ª referência a hidrogênio verde como significando hidrogênio renovável foi em 1995 na publicação do DoE dos EUA “THE GREEN HYDROGEN REPORT - The 1995 Progress Report of the Secretary of Energy’s Hydrogen Technical Advisory Panel”
- Idem para o Parlamento Europeu em 2007 no “WRITTEN DECLARATION pursuant to Rule 116 of the Rules of Procedure - on establishing a green hydrogen economy and a third industrial revolution in Europe through a partnership with committed regions and cities, SMEs and civil society organisations”
- O “Federal Ministry for Economic Affairs and Energy” da Alemanha publicou em 2020 o “The National Hydrogen Strategy”, onde nas páginas 2 e 3 afirma que “The Federal Government considers only hydrogen that has been produced using renewable energy (green hydrogen) to be sustainable in the long term”
- Surgiram publicações em que há definição por cores do H2, parte seguindo a definição original histórica, como a IRENA, e parte reservando hidrogênio verde só para processos que utilizam eletrólise, fora que há cores com definições diferentes, e ainda que “teriam sido identificados” até hoje na literatura 29 cores diferentes para o hidrogênio, alguns sobrepostos. A IEA utiliza tanto os termos Hidrogênio Renovável quanto Hidrogênio Verde da eletrólise da água
- Entidades internacionais como ISO, IPHE, Hydrogen Council e, recentemente, o G7 usam os termos hidrogênio renovável (produzido por fontes renováveis = o verde histórico), hidrogênio de baixo carbono (= o azul), e o hidrogênio limpo (H2 renovável + H2 de baixo carbono).
- Logo, esta apresentação utiliza Hidrogênio Verde (no sentido histórico) como o mesmo que H2 Renovável.

Lembrando o que é o hidrogênio ...

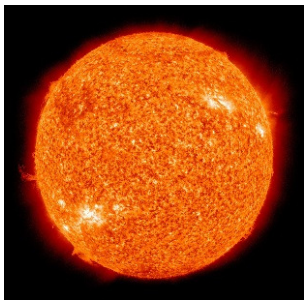
Insira seu texto aqui



https://pt.wikipedia.org/wiki/Tabela_peri%C3%B3dica



https://pt.wikipedia.org/wiki/Hidrog%C3%A9nio



https://pt.wikipedia.org/wiki/Sol

- Foi descoberto em 1766 por Henry Cavendish
- Hidrogênio [H2] é o elemento químico mais abundante do Universo em número de átomos (95%) e em massa (75%), compondo 90% da matéria das estrelas, é fonte de energia das estrelas pela fusão de átomos de hidrogênio (H)
- Hidrogênio é o menor elemento químico
- Tem 1 próton e 1 elétron e no núcleo do átomo de H2 pode ter zero, 1 ou 2 nêutrons (prótio, deutério e trítio)
- Tem forma molecular H_2 desde temperaturas criogênicas, podendo ser encontrado como H_3^+ no estado de plasma
- É o 10º elemento mais abundante do planeta Terra e o 4º da crosta terrestre, onde é predominantemente encontrado na forma de água e hidrocarbonetos. Há ocorrências naturais de H2 em produção no exterior e em medições dos campos no Brasil.
- É inodoro, insípido e incolor
- Nos materiais se acha como H^o, H_2 e H^+

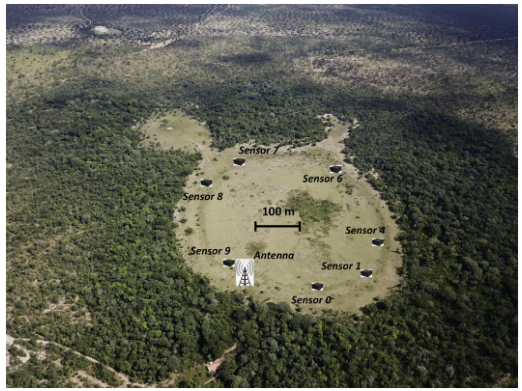
Isótopos do Hidrogênio	Número de massa	Abundância relativa (%)	Ponto de fusão (ºC)	Ponto de ebulição (ºC)
Prótio	1	99,985	-259,19	-252,76
Deutério	2	0,015	-254,42	-249,48
Trítio	3	traços	-252,53	-248,11

Lembrando mais um pouco do H2 ...

Composição do ar seco, por volume[2]	
ppmv: partes por milhão por volume (nota: a fração volumétrica somente é igual à fração molar para gases ideais)	
Gás	**Volume**
Nitrogênio (N_2)	780.840 ppmv (78,084%)
Oxigênio (O_2)	209.460 ppmv (20,946%)
Argônio (Ar)	9.340 ppmv (0,9340%)
Dióxido de carbono (CO_2)	380 ppmv (0,0380%)
Neônio (Ne)	18,18 ppmv (0,001818%)
Hélio (He)	5,24 ppmv (0,000524%)
Metano (CH_4)	1,79 ppmv (0,000179%)
Criptônio (Kr)	1,14 ppmv (0,000114%)
Hidrogênio (H_2)	0,55 ppmv (0,000055%)
Óxido nitroso (N_2O)	0,3 ppmv (0,00003%)
Xenônio (Xe)	0,09 ppmv (9×10^{-6}%)
Ozônio (O_3)	0,0 to 0,07 ppmv (0% to 7×10^{-6}%)
Dióxido de nitrogênio (NO_2)	0,02 ppmv (2×10^{-6}%)
Iodo (I)	0,01 ppmv (1×10^{-6}%)
Monóxido de carbono (CO)	0,1 ppmv (0.00001%)
Amônia (NH_3)	traços
Não incluído na atmosfera seca acima:	
Vapor de água (H_2O)	~0,40% na atmosfera toda, tipicamente 1%-4% na superfície

https://pt.wikipedia.org/wiki/Ar#:~:text=Ele%20%C3%A9%20composto%20principalmente%20de,de%20v%C3%A1rios%20outros%20compostos%20qu%C3%ADmicos

- No ar atmosférico, em volume, o H2 compõe 0,000055 %, concentração física não é muito viável
- Normalmente obtido a partir de combustíveis fósseis, em especial o GN, na reforma a vapor, libera CO_2
- Pode ser obtido a partir da água, pela eletrólise, mas gasta muita energia
- Em fase de pesquisas há a reforma a seco do CH_4 contido no biogás, que reage com CO_2 para gerar H_2, havendo necessidade de remoção de H_2S
- Há ocorrência natural de H2 no exterior (é famosa a ocorrência no Mali) e no Brasil

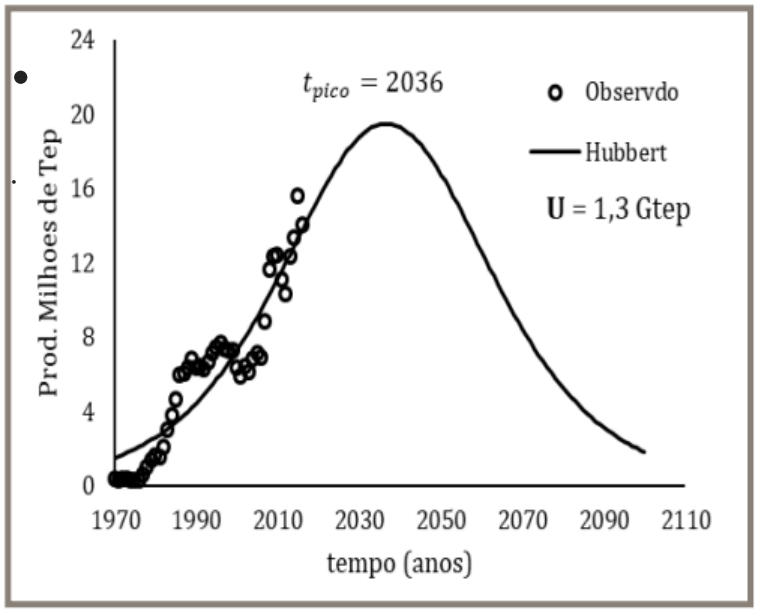


Prinzhofer A et al., Natural hydrogen continuous emission from sedimentary basins: The example of a Brazilian H2-emitting structure, International Journal of Hydrogen Energy, https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2019.01.119

O hidrogênio ao longo da História da humanidade

- O H2 já existia como resultado da combustão pela humanidade há dezenas de milhares de anos desde pelo menos o aparecimento do homo homo sapiens no uso na combustão da madeira/lenha
- Há um pensador, Jeremy Rifkin, que no seu livro "A Economia do Hidrogênio" menciona características do hidrogênio como fonte de energia
- A humanidade acabou "tendo sorte" porque tem evoluído ao longo da História para combustíveis com menores teores de carbono ou, visto de outra maneira, com maiores razões de H/C

Lenha → Carvão → Petróleo → GN → H2

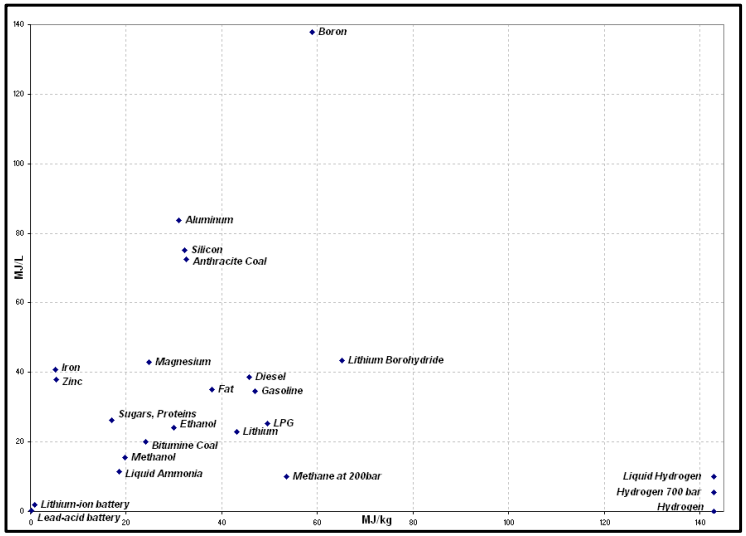


- É possível contar a História a partir do desenvolvimento e uso das fontes energéticas, onde exemplificou a expansão e a queda do Império Romano
- Lembrou da Curva de Hubbert dos combustíveis fósseis (previsão de pico na produção)
- Hidrogênio facilita o "peer-to-peer" da energia, tal qual ocorre com as informações na dobradinha internet-web
- Hidrogênio também facilita a geração distribuída de energia

doi: 10.37885/200500289
https://downloads.editoracientifica.org/articles/200500289.pdf

H2: Densidade de energia e Poder calorífico

Densidade de energia de combustíveis



https://pt.wikipedia.org/wiki/Densidade_de_energia

Poder calorífico de combustíveis

Combustíveis	Poder Calorífico Inferior (PCI) [1]					Poder Calorífico Superior (PCS) [1]					Densidade		
Gasosos @ 0 C and 1 atm	**Btu/ft3 [2]**	**Btu/lb [3]**	**MJ/kg [4]**	**kWh/kg**	**kcal/kg**	**Btu/ft3 [2]**	**Btu/lb [3]**	**MJ/kg [4]**	**kWh/kg**	**kcal/kg**	**grams/ft3**	**g/m3**	
Gás Natural	983	20.267	47	13	11.259	1.089	22.453	52	15	12.474	22	777	
Hidrogênio	290	51.682	120	33	28.712	343	61.127	142	39	33.959	3	90	
Gás Refinaria	1.458	20.163	47	13	11.201	1.584	21.905	51	14	12.169	33	1.158	
Líquidos	**Btu/gal [2]**	**Btu/lb [3]**	**MJ/kg [4]**	**kWh/kg**	**kcal/kg**	**Btu/gal [2]**	**Btu/lb [3]**	**MJ/kg [4]**	**kWh/kg**	**kcal/kg**	**grams/gal**	**g/cm3**	**g/l**
Petróleo Cru	129.670	18.352	43	12	10.195	138.350	19.580	46	13	10.878	3.205	0,847	847
Gasolina	116.090	18.679	43	12	10.377	124.340	20.007	47	13	11.115	2.819	0,745	745
Reformulated or low-sulfur gasoline	113.602	18.211	42	12	10.117	121.848	19.533	45	13	10.851	2.830	0,747	747
CA reformulated gasoline	113.927	18.272	42	12	10.151	122.174	19.595	46	13	10.886	2.828	0,747	747
Diesel	128.450	18.397	43	12	10.221	137.380	19.676	46	13	10.931	3.167	0,837	837
Diesel baixo enxofre	129.488	18.320	43	12	10.178	138.490	19.594	46	13	10.885	3.206	0,847	847
Petroleum naphtha	116.920	19.320	45	12	10.733	125.080	20.669	48	13	11.482	2.745	0,725	725
NG-based FT naphtha	111.520	19.081	44	12	10.601	119.740	20.488	48	13	11.382	2.651	0,700	700
Residual oil	140.353	16.968	39	11	9.426	150.110	18.147	42	12	10.082	3.752	0,991	991
Methanol	57.250	8.639	20	6	4.799	65.200	9.838	23	6	5.466	3.006	0,794	794
Ethanol	76.330	11.587	27	7	6.437	84.530	12.832	30	8	7.129	2.988	0,789	789
Butanol	99.837	14.775	34	10	8.208	108.458	16.051	37	10	8.917	3.065	0,810	810
Acetone	83.127	12.721	30	8	7.067	89.511	13.698	32	9	7.610	2.964	0,783	783
E-Diesel Additives	116.090	18.679	43	12	10.377	124.340	20.007	47	13	11.115	2.819	0,745	745
Liquefied petroleum gas (LPG)	84.950	20.038	47	13	11.132	91.410	21.561	50	14	11.979	1.923	0,508	508
Liquefied natural gas (LNG)	74.720	20.908	49	14	11.616	84.820	23.734	55	15	13.186	1.621	0,428	428
Dimethyl ether (DME)	68.930	12.417	29	8	6.898	75.610	13.620	32	9	7.567	2.518	0,665	665
Dimethoxy methane (DMM)	72.200	10.061	23	7	5.590	79.197	11.036	26	7	6.131	3.255	0,860	860
Methyl ester (biodiesel, BD)	119.550	16.134	38	10	8.963	127.960	17.269	40	11	9.594	3.361	0,888	888
Fischer-Tropsch diesel (FTD)	123.670	18.593	43	12	10.329	130.030	19.549	45	13	10.861	3.017	0,797	797
Renewable Diesel I (SuperCetane)	117.059	18.729	44	12	10.405	125.294	20.047	47	13	11.137	2.835	0,749	749
Renewable Diesel II (UOP-HDO)	122.887	18.908	44	12	10.504	130.817	20.128	47	13	11.182	2.948	0,779	779
Renewable Gasoline	115.983	18.590	43	12	10.328	124.230	19.911	46	13	11.062	2.830	0,748	748
Liquid Hydrogen	30.500	51.621	120	33	28.678	36.020	60.964	142	39	33.869	268	0,071	71
Methyl tertiary butyl ether (MTBE)	93.540	15.094	35	10	8.385	101.130	16.319	38	11	9.066	2.811	0,743	743
Ethyl tertiary butyl ether (ETBE)	96.720	15.613	36	10	8.674	104.530	16.873	39	11	9.374	2.810	0,742	742
Tertiary amyl methyl ether (TAME)	100.480	15.646	36	10	8.692	108.570	16.906	39	11	9.392	2.913	0,770	770
Butane	94.970	19.466	45	13	10.814	103.220	21.157	49	14	11.754	2.213	0,585	585
Isobutane	90.060	19.287	45	12	10.715	98.560	21.108	49	14	11.726	2.118	0,560	560
Isobutylene	95.720	19.271	45	12	10.706	103.010	20.739	48	13	11.521	2.253	0,595	595
Propane	84.250	19.904	46	13	11.057	91.420	21.597	50	14	11.999	1.920	0,507	507
Solid Fuels	**Btu/ton [2]**	**Btu/lb [5]**	**MJ/kg [4]**	**kWh/kg**	**kcal/kg**	**Btu/ton [2]**	**Btu/lb [5]**	**MJ/kg [4]**	**kWh/kg**	**kcal/kg**			
Coal (wet basis) [6]	19.546.300	9.773	23	6	5.429	20.608.570	10.304	24	7	5.725			
Bituminous coal (wet basis) [7]	22.460.600	11.230	26	7	6.239	23.445.900	11.723	27	8	6.513			
Coking coal (wet basis)	24.600.497	12.300	29	8	6.833	25.679.670	12.840	30	8	7.133			
Farmed trees (dry basis)	16.811.000	8.406	20	5	4.670	17.703.170	8.852	21	6	4.918			
Herbaceous biomass (dry basis)	14.797.555	7.399	17	5	4.110	15.582.870	7.791	18	5	4.329			
Corn stover (dry basis)	14.075.990	7.038	16	5	3.910	14.974.460	7.487	17	5	4.160			
Forest residue (dry basis)	13.243.490	6.622	15	4	3.679	14.164.160	7.082	16	5	3.934			
Sugar cane bagasse	12.947.318	6.474	15	4	3.596	14.062.678	7.031	16	5	3.906			
Petroleum coke	25.370.000	12.685	30	8	7.047	26.920.000	13.460	31	9	7.478			
Notes:													

https://www.antoniolima.web.br.com/arquivos/podercalorifico.htm , acessado em 11/07/2022

Nós já utilizamos industrialmente o H2 há muito tempo ...

- ✓ *Como combustível em motores de combustão interna, reduzindo a pegada de carbono*
- ✓ *No refino do petróleo cru para produzir derivados mais leves*
- ✓ *Na siderurgia é utilizado na fabricação do aço, para a remoção do enxofre e também no tratamento térmico do recozimento em aços*
- ✓ *Na área química para a produção de amônia, metanol, cloro, soda cáustica, etc.*
- ✓ *Na indústria alimentícia é usado na hidrogenação de gorduras vegetais*
- ✓ *Na indústria farmacêutica para a fabricação de compostos e vitaminas*
- ✓ *Na gaseificação de matéria orgânica para formar o gás de síntese (H2 + CO)*
- ✓ *Reforma a vapor do metano (gás natural) e outros hidrocarbonetos*
- ✓ *Como combustível de foguetes (hidrazina)*
- ✓ *Na indústria do vidro compõe a atmosfera redutora sobre o banho*
- ✓ *Entra na composição dos gases utilizados na soldagem de aços*
- ✓ *Na fabricação de fibras ópticas entra como gás de alta pureza em combinação com outros gases*
- ✓ *Utilizado em pilhas a combustível (inventada por Robert Grove em 1839)*
- ✓ *Está em fase de demonstração avançada a mistura de H2 (desejavelmente H2 verde ou renovável) em dutos de gás natural para reduzir a pegada de carbono e aumentar o poder calorífico da mistura*

Smart cities - Cidades inteligentes – 1

Segundo a NEC, da Nova Zelândia, uma smart city:

- ***Utiliza informação e tecnologia de comunicação para melhorar a eficiência operacional, compartilhar informação com o público e fornecer uma melhor qualidade de serviços governamentais e bem-estar do cidadão***
- ***O principal objetivo de uma cidade inteligente é otimizar as funções da cidade e promover o crescimento econômico, além de melhorar a qualidade de vida dos cidadãos usando tecnologias inteligentes e análise de dados. O valor está em como essa tecnologia é usada, em vez de simplesmente quanta tecnologia está disponível***
- ***Cidades inteligentes usam tecnologia digital para melhorar a segurança pública, eficiência energética, sustentabilidade e qualidade de vida em geral***
- ***Avanços tecnológicos estão ajudando a mudar a maneira como vivemos para melhor. A Internet das Coisas (IoT) é um grande divisor de águas quando se trata do rápido desenvolvimento de cidades inteligentes. Ao utilizar o poder da IoT, as cidades comuns estão se transformando em cidades inteligentes em todo o mundo***

https://www.nec.co.nz/market-leadership/publications-media/which-cities-are-smart-cities-5-examples-of-smart-cities-around-the-world/ , acessado em 11/07/2022

Smart cities - Cidades inteligentes – 2

Ainda segundo a NEC, por que necessitamos de cidades inteligentes:

- ***As Nações Unidas prevêem que 70% da população mundial estará vivendo em cidades e áreas urbanas até 2050, o que significa que as emissões e o uso de energia continuarão a aumentar a cada ano que passa.***
- ***Isso significa que, nas próximas três décadas, a urbanização adicionará mais 2,5 bilhões de pessoas às cidades ao redor do mundo.***
- ***Isso está colocando uma pressão incrível nos recursos de nossas cidades. O meio ambiente, a sustentabilidade social e econômica estão lutando para acompanhar a rápida expansão, no entanto, as iniciativas de cidades inteligentes estão ajudando as cidades a superar esses problemas e fornecer uma estrutura para um futuro sustentável.***

https://www.nec.co.nz/market-leadership/publications-media/which-cities-are-smart-cities-5-examples-of-smart-cities-around-the-world/ , acessado em 11/07/2022

Smart cities e o ODS número 11 da ONU

https://www.un.org/en/sustainable-development-goals

https://www.nec.co.nz/market-leadership/publications-media/which-cities-are-smart-cities-5-examples-of-smart-cities-around-the-world/ , acessado em 11/07/2022

- ***Em setembro de 2015, 193 países concordaram com a agenda dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODSs), também conhecidos como Objetivos Globais e estes foram adotados pelas Nações Unidas. Os Objetivos são um apelo universal à ação para acabar com a pobreza, proteger o planeta e garantir que, até 2030, todas as pessoas desfrutem de paz e prosperidade. Os 17 ODSs são integrados – eles reconhecem que a ação em uma área afetará os resultados em outras e que o desenvolvimento deve equilibrar a sustentabilidade social, econômica e ambiental.***
- ***A meta número 11 concentra-se em Cidades e Comunidades Sustentáveis. O desenvolvimento sustentável não pode ser alcançado sem transformar significativamente a maneira como construímos e gerenciamos nossos espaços urbanos.***
- ***Tornar as cidades sustentáveis significa criar oportunidades de carreira e negócios, habitação segura e acessível e construir sociedades e economias resilientes. Envolve investimento em transporte público, criação de espaços públicos verdes e melhoria do planejamento e gestão urbana de forma participativa e inclusiva.***
- ***As Cidades Inteligentes estão desempenhando um papel crucial em ajudar países e cidades ao redor do mundo a atingir as metas estabelecidas dentro da meta Cidades e Comunidades Sustentáveis e muitos países ao redor do mundo já adotaram os benefícios que as inovações de cidades inteligentes podem trazer, ajudando a atender as metas estabelecidas nos ODSs.***

Smart cities e Energia – 1

Otimização de energia para cidades inteligentes usando IoT

Mamoona Humayun, Mohammed Saleh Alsaqer & Nz Jhanjhi (2022) Energy Optimization for Smart Cities Using IoT, Applied Artificial Intelligence, 36:1, DOI: 10.1080/08839514.2022.2037255

- ✓ ***Quando se trata de cidades inteligentes, deve haver otimização de energia. Isso permitirá um grande número de dispositivos interconectados para gerenciar de forma autônoma as operações da cidade.***
- ✓ ***Uso com vantagem das tecnologias de ponta contemporâneas, como a Internet das Coisas (IoT), 5 G e computação em nuvem para eficiência energética em cidades inteligentes. Com o uso dessas tecnologias de ponta, facilitará a otimização do consumo de energia em casas inteligentes e cidades inteligentes.***
- ✓ ***Iluminação pública, outdoors de edifícios e ruas, casas inteligentes e estacionamento inteligente estão entre as quatro características essenciais das cidades inteligentes que se beneficiariam da economia de energia do modelo proposto.***
- ✓ ***Todos os aparelhos elétricos da cidade inteligente serão equipados com sensores IoT que detectarão movimentos e reagirão aos comandos.***
- ✓ ***Para transportar dados rapidamente entre os canais de comunicação e a nuvem, a tecnologia 5G será implantada e a tecnologia da nuvem será usada para armazenar e recuperar dados de forma eficaz.***
- ✓ ***Todas as ferramentas acima auxiliarão na melhoria do uso de energia em cidades inteligentes.***

Smart cities e Energia – 2

Cidades Inteligentes e a Necessidade de Energia Verde

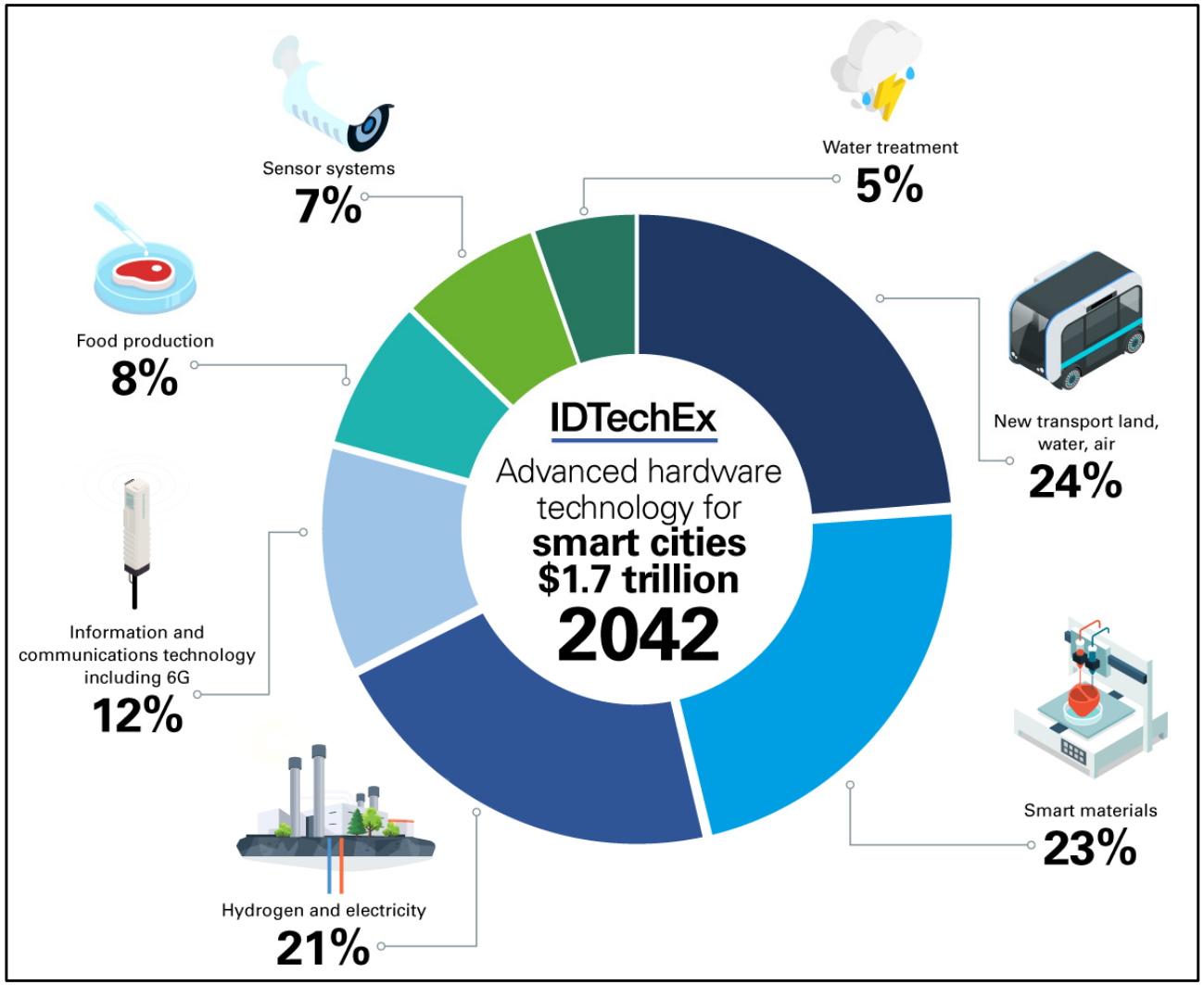
https://www.powerelectronicsnews.com/smart-cities-and-the-need-for-green-energy/ , acessado em 11/07/2022

- ✓ ***Substituição dos combustíveis fósseis por energia neutra em carbono de fontes renováveis, como energia eólica, solar e hidrelétrica.***
- ✓ ***As cidades inteligentes utilizam uma infraestrutura de energia mais forte, inteligente e verde, com mais mobilidade e disponibilização de serviços em geral e dos serviços públicos de qualidade (habitação, água, águas residuais, eletricidade e transporte).***
- ✓ ***As cidades inteligentes alimentam as economias nacionais, a criatividade, a cultura e as oportunidades.***
- ✓ ***As cidades objetivam atender ao Acordo de Paris e se tornarem neutras em relação ao clima até 2050. Para isso, elas devem reduzir drasticamente as emissões de gases de efeito estufa e construir uma forte infraestrutura de energia capaz de fornecer de forma confiável enormes volumes de energia renovável.***
- ✓ ***O mundo deve reduzir as emissões nocivas a zero para retardar e acabar com as mudanças climáticas. Isso pode ser feito por meio da revisão completa dos sistemas de energia e da produção de energia exclusivamente sustentável e renovável.***
- ✓ ***Além disso, as redes elétricas devem ser mais resilientes e sustentáveis, ou seja, capazes de misturar diferentes energias renováveis da melhor maneira possível.***

Smart cities e a Energia do Hidrogênio – 1

Cidades inteligentes girarão em torno do hidrogênio e outras prioridades

https://www.idtechex.com/en/research-article/smart-cities-pivot-to-hydrogen-and-other-priorities/25835 , acessado em 11/07/2022



Smart cities e a Energia do Hidrogênio – 2

Pilhas a combustível alimentando "smart cities" do futuro

https://fuelcellsworks.com/news/fuel-cells-powering-smart-cities-of-the-future/ , acessado em 11/07/2022

- ✓ ***Os desenvolvedores urbanos estão adotando tecnologias inteligentes para atender às demandas ambientais e de segurança. As cidades podem melhorar a saúde e o bem-estar dos residentes, alimentando dispositivos inteligentes com eletricidade sem emissões. A tecnologia de pilhas a combustível suporta sistemas de cidades inteligentes e esforços de descarbonização.***
- ✓ ***O primeiro setor impactado pela tecnologia de pilhas a combustível é a saúde humana. A descarbonização do grid de energia melhora a proteção pulmonar dos residentes urbanos. O risco dos indivíduos de asma, câncer de pulmão e outras doenças respiratórias aumentam nas regiões de alta emissão.***
- ✓ ***O fornecimento abundante de energia renovável também suporta sistemas de higiene inteligente. As cidades podem alimentar varredores de rua elétricos com renováveis para reduzir os custos operacionais e melhorar a saúde dos moradores. A tecnologia de pilhas a combustível também pode minimizar as quedas de energia, reduzindo os riscos de segurança.***
- ✓ ***As baterias/pilhas a combustível também suportam cidades inteligentes, energizando edifícios carbono zero. Os proprietários de edifícios estão cumprindo os regulamentos produzindo tanta eletricidade sem emissões quanto consomem. Eles geram eletricidade limpa e encolhem suas pegadas de carbono instalando painéis solares na cobertura.***

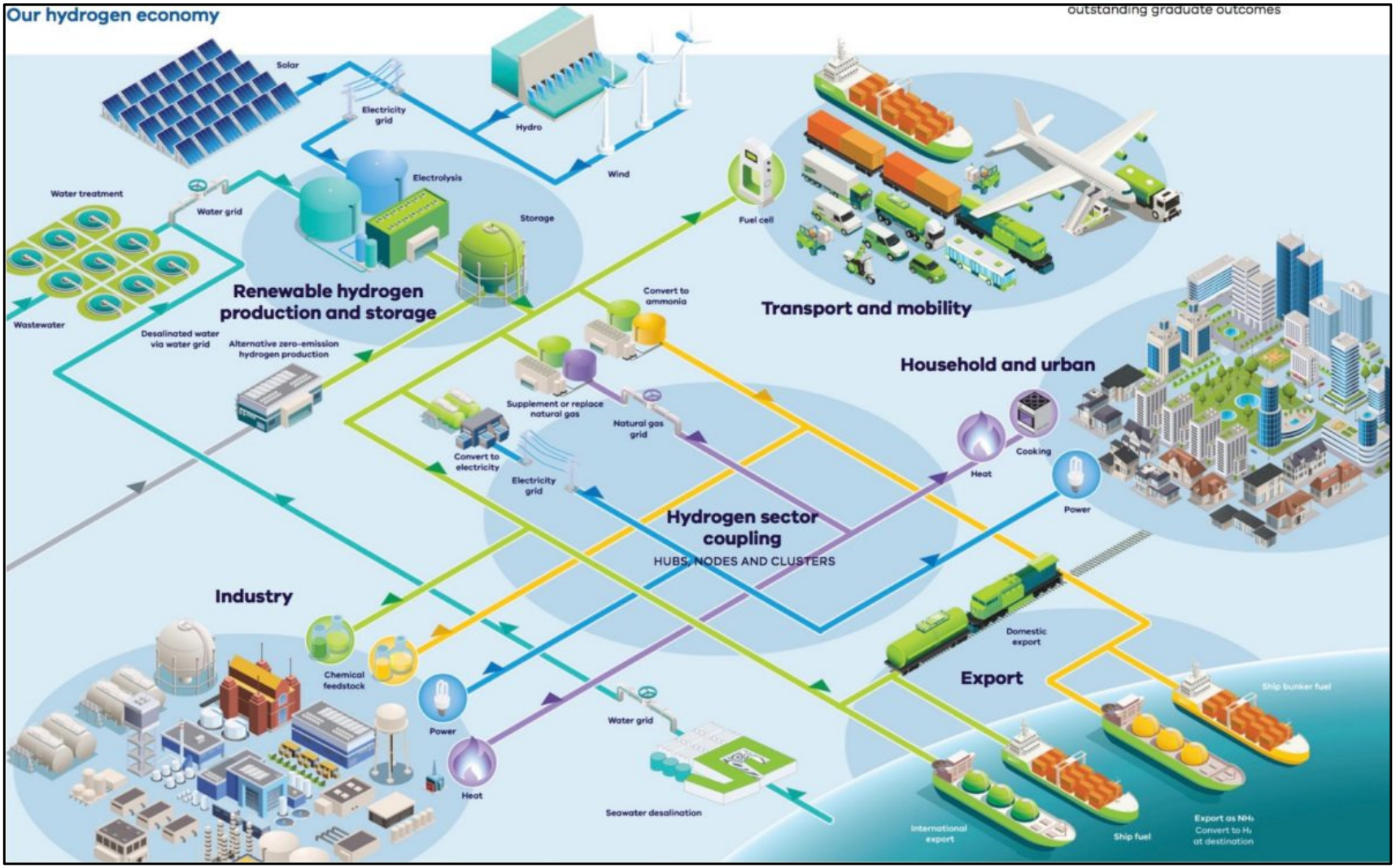
Smart cities e a Energia do Hidrogênio – 2 (cont.)

Pilhas a combustível alimentando "smart cities" do futuro (continuação)

https://fuelcellsworks.com/news/fuel-cells-powering-smart-cities-of-the-future/ , acessado em 11/07/2022

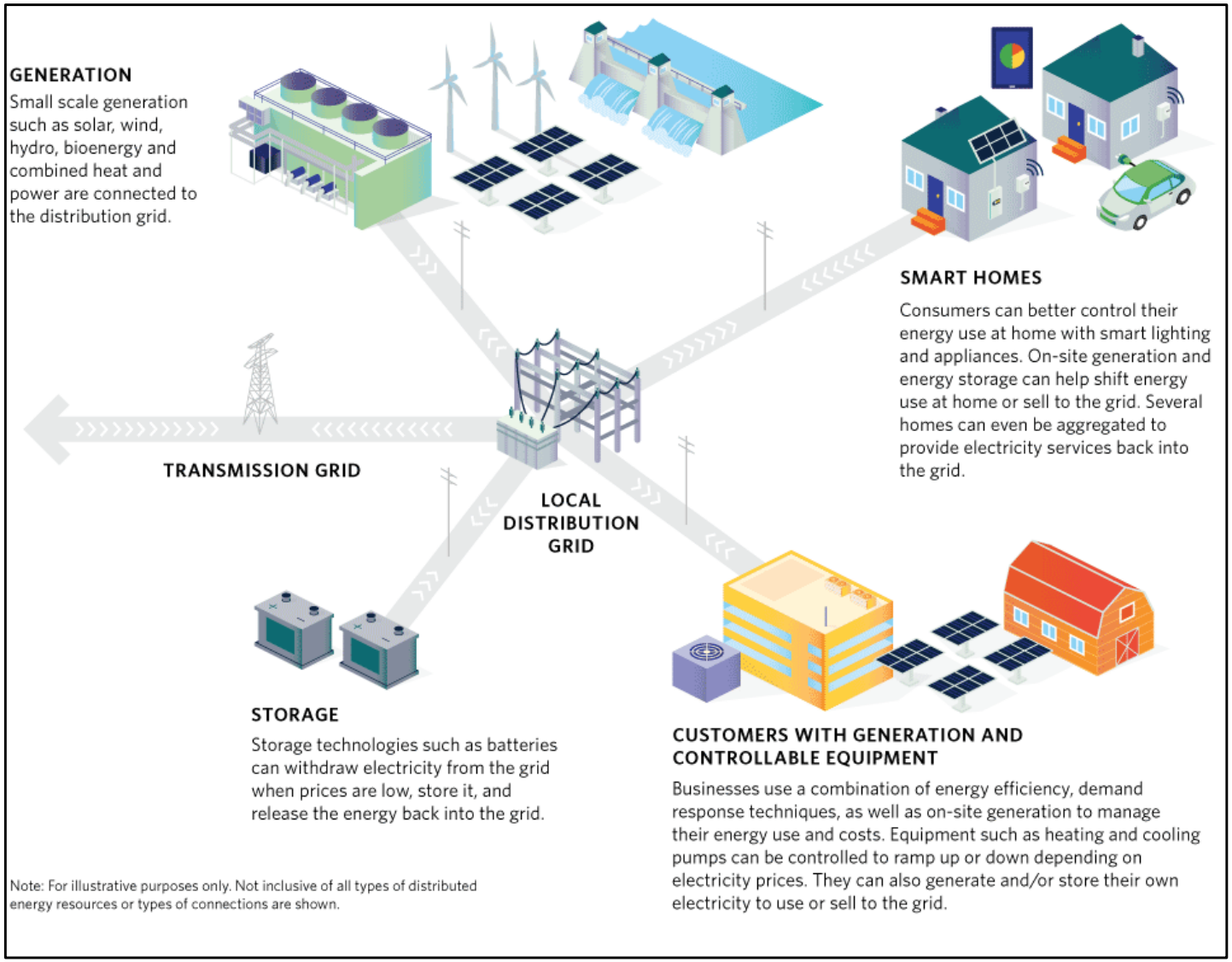
- ✓ ***Os proprietários de edifícios podem confiar nas baterias/pilhas a combustível para armazenar excesso de eletricidade e minimizar o desperdício autonomamente. Eles também podem melhorar a eficiência de uma estrutura instalando aparelhos inteligentes. Luzes inteligentes, termostatos e outros sistemas podem economizar suprimentos de energia renovável.***
- ✓ ***O setor inteligente final impactado pela tecnologia de pilhas a combustível é o transporte urbano. Quase 27% das emissões de gases de efeito estufa dos EUA vêm do setor de transporte. A adoção de veículos elétricos (VEs) e ônibus requer mais estações de carregamento. As cidades inteligentes podem extrair energia autonomamente das baterias/pilhas a combustível para alimentar as estações. Eles também conectam os carregadores a suprimentos de energia renovável, reduzindo a poluição do ar.***
- ✓ ***Os moradores podem acessar vários benefícios ao criar cidades inteligentes usando sistemas de pilhas a combustível. Os sistemas conectados à IoT também aprimoram a segurança dos indivíduos. O aumento do acesso dos residentes aos recursos de resposta a emergências minimiza o crime e as complicações médicas fatais.***
- ✓ ***Apoiar a rede nacional com renováveis requer tecnologia avançada de armazenamento.***

Esquema do Hidrogênio numa grande área geográfica



https://www.pv-magazine-australia.com/2022/01/18/victorian-government-doles-out-over-7-million-toward-green-hydrogen-applications-in-heavy-transport/ , acessado em 11/07/2022

Esquema de H2 numa microrregião com grid inteligente



https://ieso.ca/en/Powering-Tomorrow/2018/Momentum-Grows-For-a-More-Networked-Decentralized-Energy-System-in-Ontario-and-Globally , acessado em 11/07/2022

Conclusão

- Foram mostrados alguns dos principais aspectos do hidrogênio.
- Foram discutidos aspectos do H2 ao longo da História assim como seu poder calorífico e densidade de energia
- Abordou-se de maneira geral as principais características das *smart cities*
- Fez-se correlação entre as *smart cities* e as fontes de energia
- Apresentou-se a relação entre as cidades inteligentes e a energia do hidrogênio
- Por fim, foram mostrados exemplos de como o H2 poderia ser usado numa grande área geográfica e numa microrregião (que poderia ser uma *smart city)*
- Esta apresentação mostra o acoplamento que há entre o hidrogênio e as cidades inteligentes, incluindo-se a cidade de Sorocaba.

Agradeço a atenção!

Ouvidoria: 0800 285 1818

gov.br/inmetro

linkedin.com/company/inmetro

instagram.com/inmetro_oficial

facebook.com/Inmetro

youtube.com/tvinmetro

twitter.com/Inmetro

slideshare.net/inmetro

flickr.com/inmetro

INMETRO

SECRETARIA ESPECIAL DE
PRODUTIVIDADE, EMPREGO E COMPETITIVIDADE

MINISTÉRIO DA
ECONOMIA