

Poli – cidades inteligentes

Visão Sistêmica

PRO3480 – Gestão Integrada de Cidades Inteligentes
0313562 - Cidades Inteligentes

Prof Dr Marcelo Schneck de Paula Pessoa - PRO

Prof Dr Cláudio Luiz Marte - PTR

The top of the slide features a decorative background. On the left, there are blue concentric ripples. On the right, there is a black background with vertical columns of green and yellow characters, resembling a digital or data visualization.

Agenda de Hoje

- Sistemas
- Engenharia de Sistemas
- Sistemas Complexos
- Pensamento Sistêmico
- Sistema Cidade Inteligente
- Construção de um Modelo Conceitual



Sistemas

Sistema

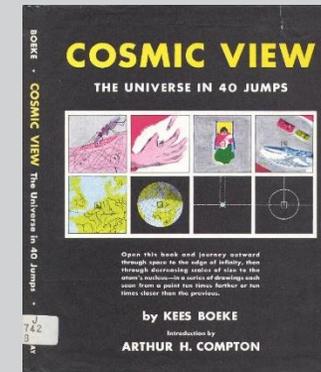
- Video: cosmic zoom

<https://www.youtube.com/watch?v=Z9OUKA6w7zs>



Cosmic Zoom

- Filme elaborado por National Film Board of Canada e elaborado por Eva Szsasz uma animadora de filmes
- Inspiração em Kees Boeke educador reformista holandês que publicou um livro denominado Cosmic View em 1957





Vídeo: cosmic zoom

- O que o vídeo quis mostrar?
- O que o vídeo trouxe para você?



Sistema

2 perguntas: responder por grupo

- O que é um sistema?

Um sistema é formado por elementos de interação entre si

- Escolha 4 sistemas diferentes e liste 3 elementos desse sistema

5 minutos

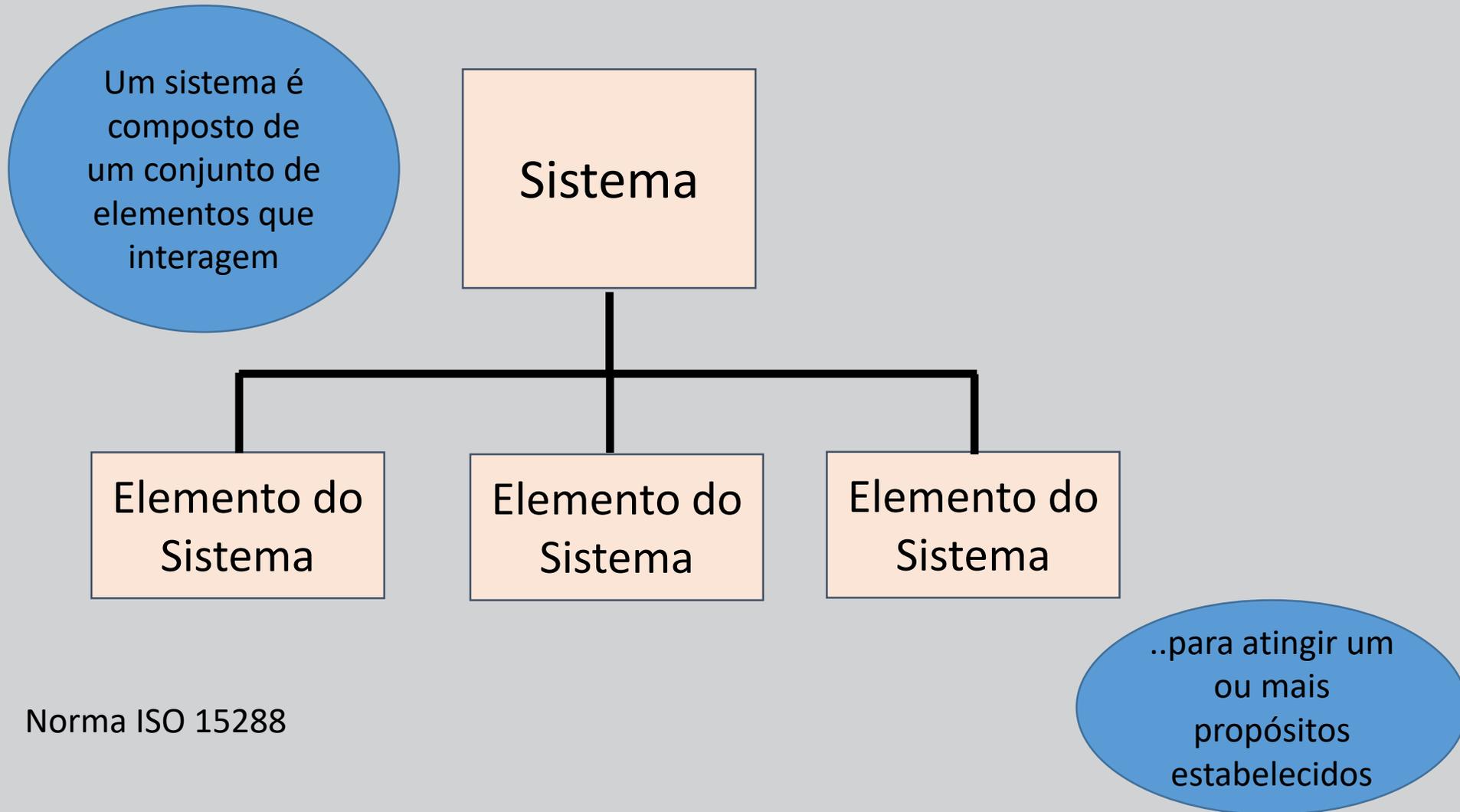
Sistema

- Um sistema é mais do que a soma das partes

A interação dos elementos quando combinados produzem um efeito total que é melhor do que cada um agindo individualmente.

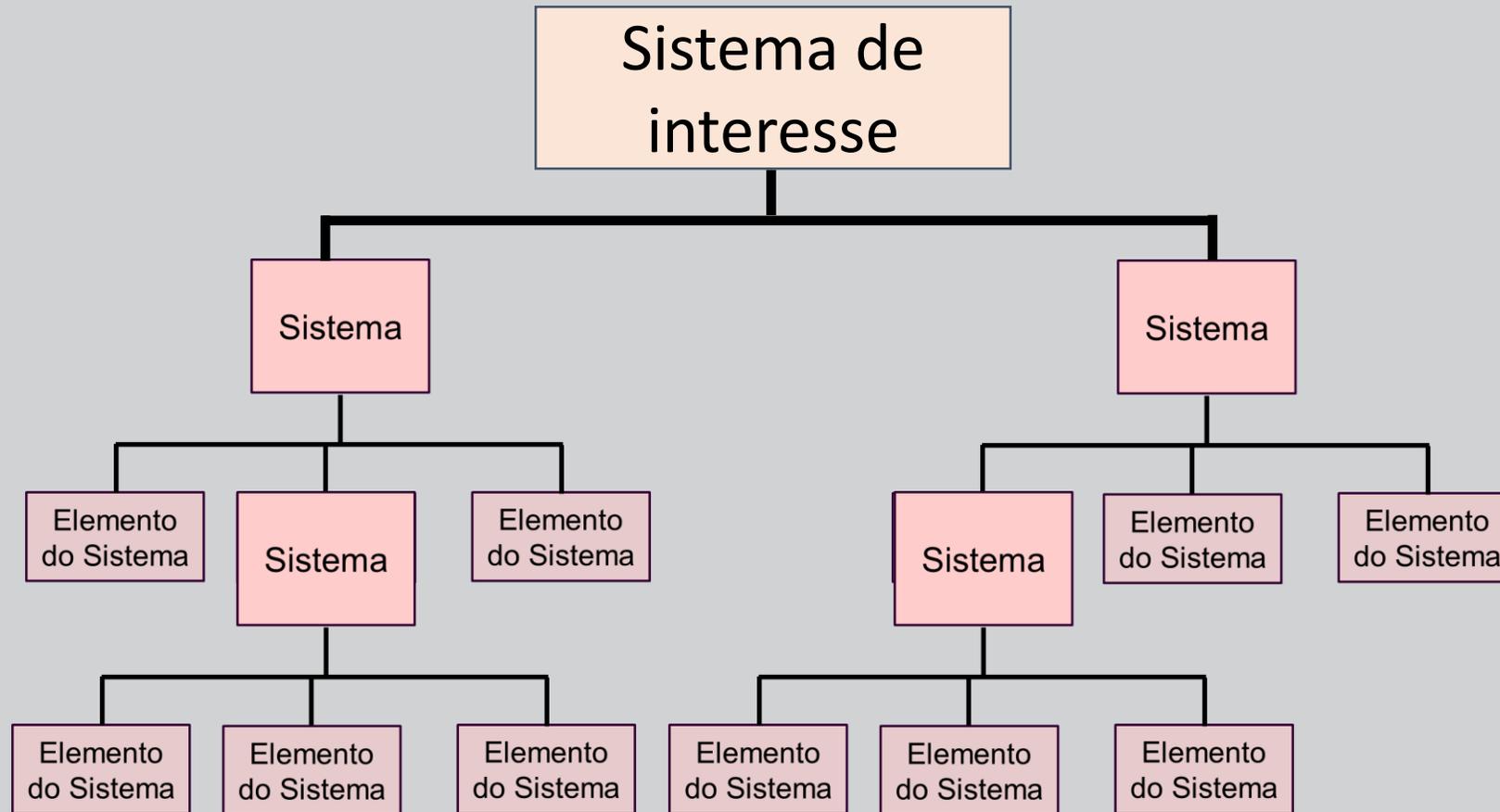
É a sinergia

Sistema - elementos



Norma ISO 15288

Sistema de interesse



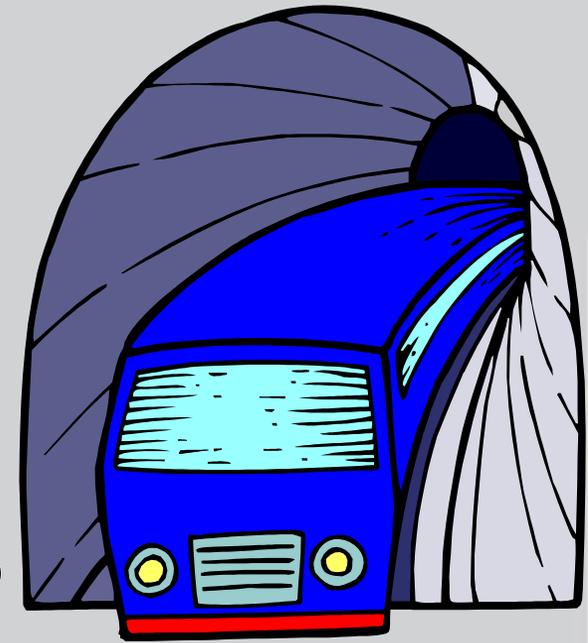
Norma ISO 15288

Modelo de sistema

- A representação dos sistemas e elementos depende do objeto a ser estudado
- Exemplo: automóvel
 - Como é para um engenheiro mecânico de projeto
 - Como é para um engenheiro civil de estrada
- Sistema de interesse é aquele a ser estudado, a ser modelado

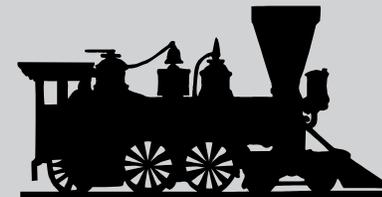
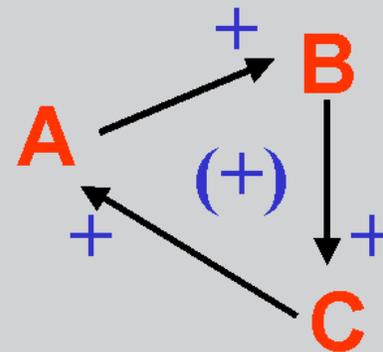
Modelo

- modelo
 - **Representação abstrata** de um sistema real
 - **Simplificação**: a essência da construção de um modelo
 - composto por:
 - um conjunto de **definições** que permitem identificar os elementos que constituem o modelo
 - um conjunto de **relações** que especificam as interações entre os elementos que aparecem no modelo



Tipos de modelo

- modelo pode ser:
 - físico
 - concepção mental
 - matemático
 - computacional
 - uma combinação destes

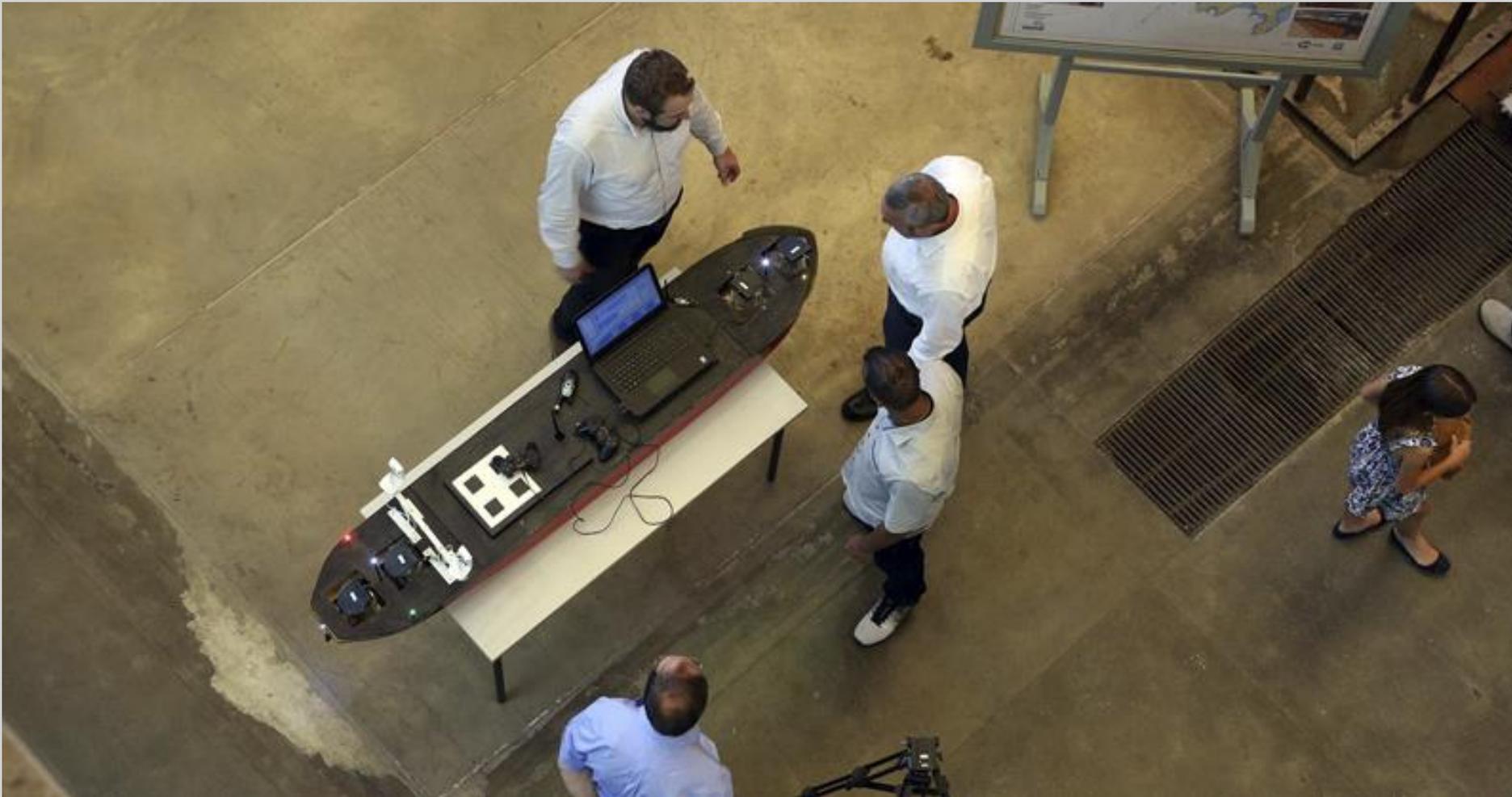


Modelo físico CTH – hidráulica Poli

<https://jornal.usp.br/ciencias/simulador-fisico-de-ondas-apoiara-estudos-portuarios-e-costeiros/>



Modelo físico



Modelo físico



Modelo físico



Modelo físico

- Modelo físico é a construção real de alguma coisa que represente o sistema de interesse
- Tem como objetivo estudar seu comportamento
- Normalmente é parte de um projeto que está definindo a construção desse sistema

Modelo computacional – naval Poli

https://www.youtube.com/watch?v=z_fZSRD647E



Modelo computacional

- Utiliza técnicas de elementos finitos que consiste em aplicar as fórmulas em um pequeno elemento de volume e depois expandir fazer a integração para o sistema todo
- Técnicas estatísticas também podem ser aplicadas na construção desses modelos

Modelo computacional

- O resultado desses cálculos normalmente é uma matriz numérica difícil de avaliar
- Uma camada de animação cria uma interface gráfica que faz um filme com os resultados para ficar “agradável” para ver

Modelo computacional

- Modelo computacional é a construção de software que simula o sistema real
- Esse software é um modelo matemático que simula o comportamento do sistema real
- Normalmente incorpora as leis da física que representam os fenômenos estudados:
 - Mecânica dos fluidos
 - Transmissão de calor
 - Eletromagnetismo
- O software também possui uma camada de apresentação
- Software construído a partir de elementos

...nunca se esqueçam que..

All models are wrong, some are useful

Todos os modelos são errados, alguns são úteis

George Edward Pelham Box

- *Os modelos são sempre uma simplificação do mundo real e possuem limitações*



Engenharia de Sistemas

Engenharia de Sistemas

- Norma ISO 15288 – Systems Engineering
- INCOSE – International Council on Systems Engineering – handbook
- IEEE - 15288
- NASA – Systems Engineering Handbook
- Systems of Systems - DoD

Abordam principalmente o projeto de grandes sistemas de engenharia
Aplicação limitada a cidades (talvez em subsistemas!)

System Life Cycle Processes

Agreement Processes	Technical Management Processes	Technical Processes
Acquisition Process (Clause 6.1.1)	Project Planning Process (Clause 6.3.1)	Business or Mission Analysis Process (Clause 6.4.1)
Supply Process (Clause 6.1.2)	Project Assessment and Control Process (Clause 6.3.2)	Stakeholder Needs & Requirements Definition Process (Clause 6.4.2)
	Decision Management Process (Clause 6.3.3)	System Requirements Definition Process (Clause 6.4.3)
	Risk Management Process (Clause 6.3.4)	Architecture Definition Process (Clause 6.4.4)
	Configuration Management Process (Clause 6.3.5)	Design Definition Process (Clause 6.4.5)
	Information Management Process (Clause 6.3.6)	System Analysis Process (Clause 6.4.6)
	Measurement Process (Clause 6.3.7)	Implementation Process (Clause 6.4.7)
	Quality Assurance Process (Clause 6.3.8)	Integration Process (Clause 6.4.8)
		Verification Process (Clause 6.4.9)
		Transition Process (Clause 6.4.10)
		Validation Process (Clause 6.4.11)
		Operation Process (Clause 6.4.12)
		Maintenance Process (Clause 6.4.13)
		Disposal Process (Clause 6.4.14)

Organizational Project-Enabling Processes

Life Cycle Model Management Process (Clause 6.2.1)

Infrastructure Management Process (Clause 6.2.2)

Portfolio Management Process (Clause 6.2.3)

Human Resource Management Process (Clause 6.2.4)

Quality Management Process (Clause 6.2.5)

Knowledge Management Process (Clause 6.2.6)

Norma 15288

Utilizada para o projeto e desenvolvimento de sistemas:

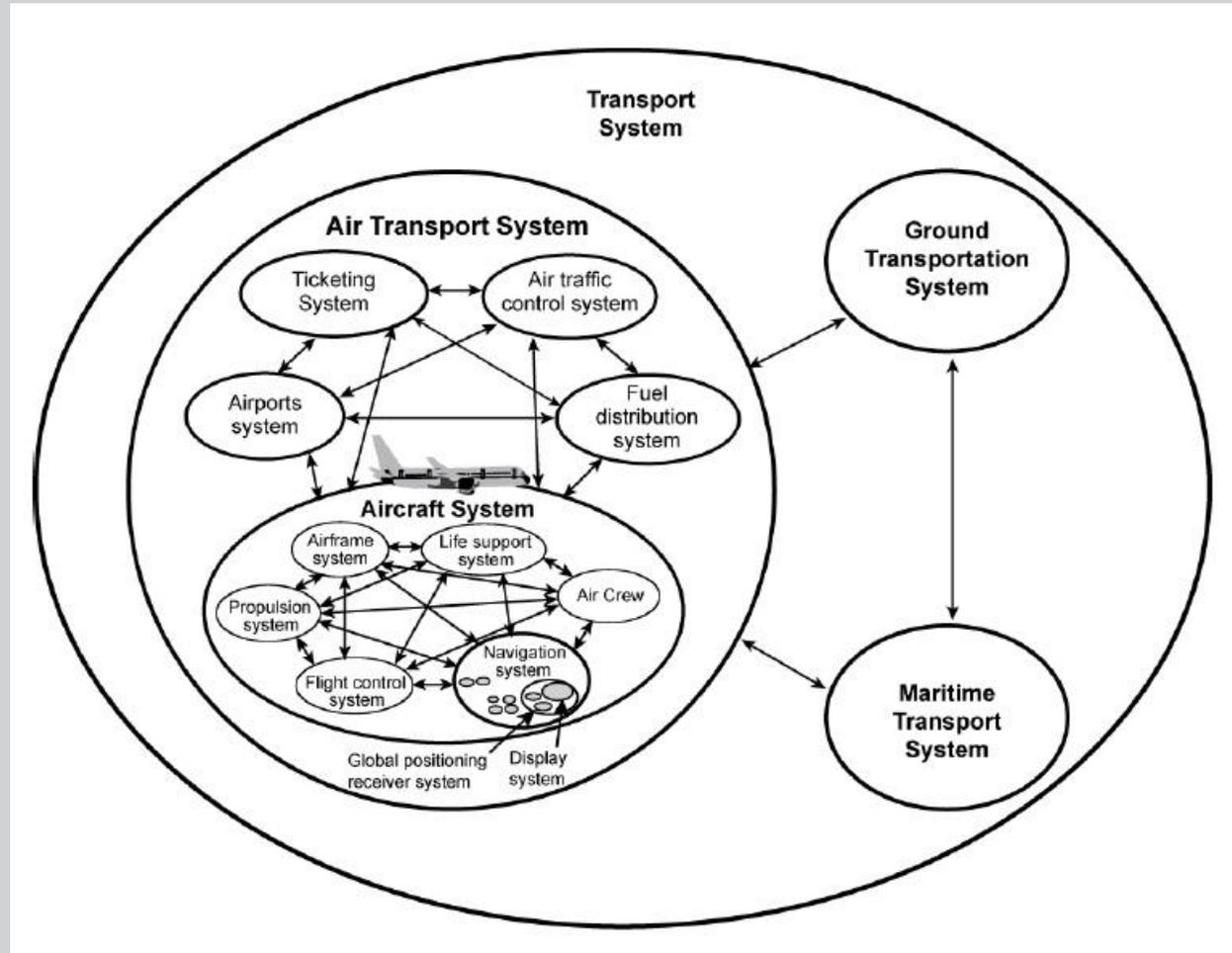
- Aviões
- Navios
- Aeroportos
- Cidades (?)

INCOSE - IEEE

- INCOSE - International Council on Systems Engineering
- Associação de engenheiros de sistemas
- Adotou a Norma ISO 15288
- Realiza congressos para discutir aspectos de engenharia de sistemas

- IEEE também adotou a Norma 15288

Diversas facetas de sistemas



Como identifico os elementos de um sistema?

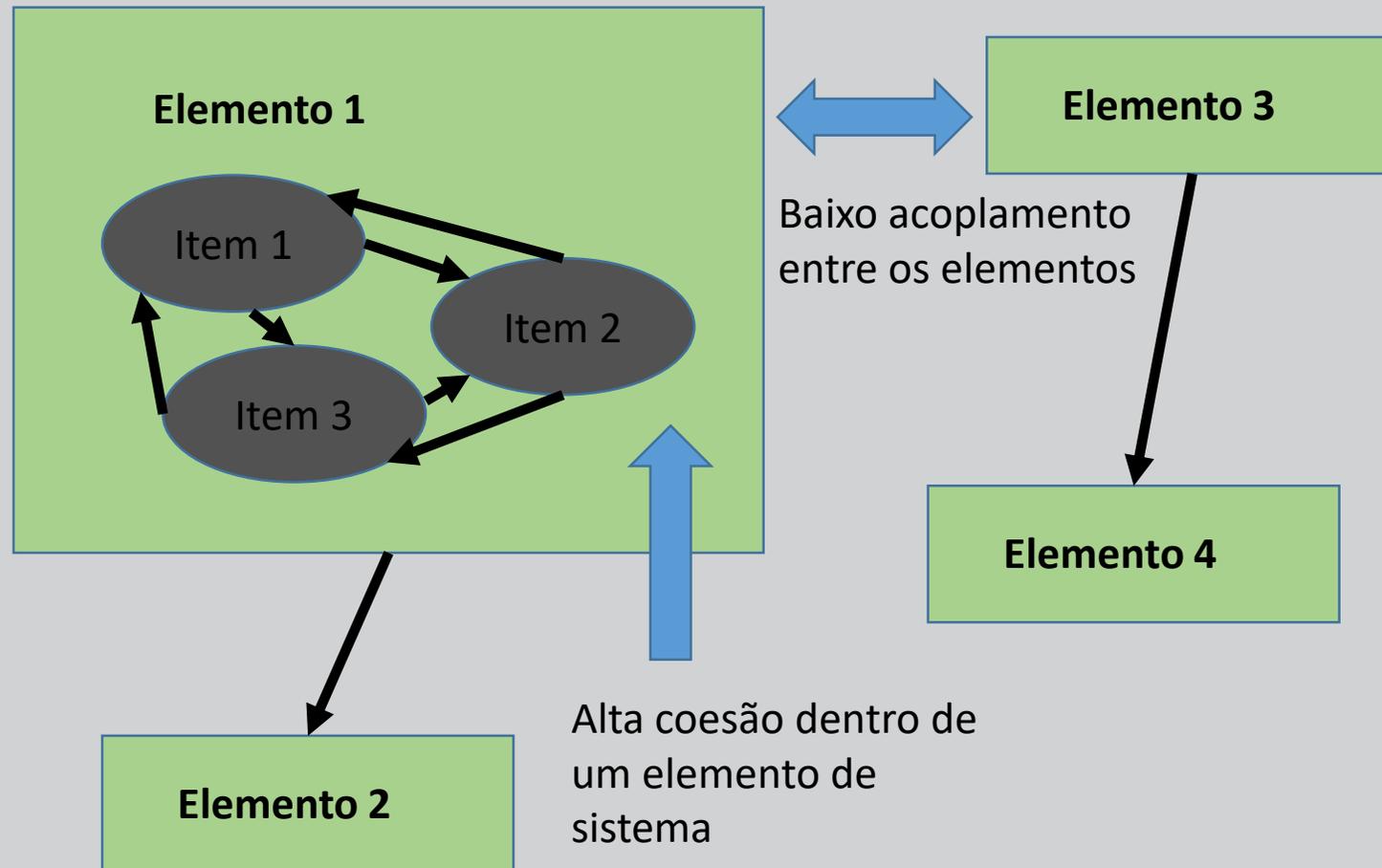
Utilizar o conceito de modularidade:

- Itens de *alta coesão* ficam em um mesmo módulo
- Itens de *baixo acoplamento* podem ficar em módulos diferentes

Modelo de um sistema

- Identificar os Elementos do Sistema
- Representar suas relações
- Definir que informações ou materiais esses elementos trocam entre si
- Desenhar um diagrama representando esse sistema

Definição da arquitetura de um sistema



Exemplos de falta de visão sistêmica

Energia eólica é desperdiçada por falta de linhas de transmissão no NE

Desperdício dos parques eólicos já virou prejuízo para o governo federal. Produção seria suficiente para abastecer 3,3 milhões de pessoas.



No Nordeste, a falta de linhas de transmissão em três estados impede que a energia produzida pelo vento chegue à casa de milhares de brasileiros. Esse desperdício já virou prejuízo para o governo.

Além da paisagem exuberante, as praias do Nordeste reúnem condições ideais para mover geradores de energia limpa. Na região, não há barreiras para o vento, que é constante. Por isso, segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (**Aneel**), das



Sistemas Complexos

Sistemas Complexos

[ALVES, 2013]

- Complexidade refere-se a um grande conjunto de variáveis cujas relações entre si não podem ser mapeadas ou controladas
- Propriedades de sistemas complexos:
 - Dinamicidade
 - Intensidade
 - Interação dos componentes em loops de feedback
 - Interação não linear

Sistemas Complexos

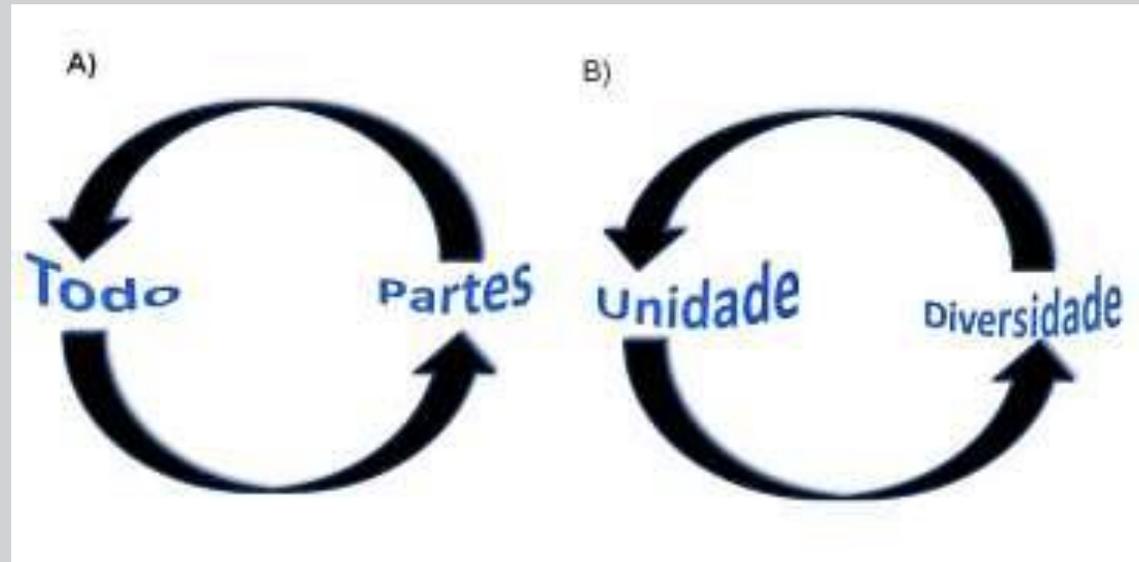
[ALVES, 2013]

- Características citadas na literatura:
 - Emergência
 - Transição de fase
 - Universalidade (detalhes não são importantes)
 - Adaptabilidade
 - Auto-referência (respondem aos resultados da própria ação)
 - Auto-organização
 - Imprevisibilidade
 - Redes complexas
 - Causas múltiplas, efeitos não lineares, realimentação
 - Invariância em escala (complexidade obtida com regras simples)

Sistemas Complexos

[ALVES, 2013]

- Referência a Morin (Teoria do Pensamento Complexo)
- Circularidade produtiva múltipla





Pensamento Sistêmico

Pensamento Sistêmico

[ALVES, 2013]

- Questionamento da aplicabilidade universal dos pressupostos do pensamento analítico:
 - Todos os fenômenos podem ser compreendidos pelo seu desmembramento partes componentes e a partir de relações causais lineares.

Pensamento Sistêmico

[ALVES, 2013]

- Nova estrutura de pensamento para lidar com a complexidade
- Pensamento sistêmico é (Peter Senge, 1990)
 - ...”uma estrutura conceitual, um conjunto de conhecimentos e instrumentos desenvolvido nos últimos cinquenta anos, que tem por objetivo tornar mais claro o conjunto e nos mostrar as modificações a serem feitas para melhorá-lo”.

Pensamento Sistêmico

[ALVES, 2013]

Caracterização do pensamento sistêmico (Capra, 1996)

- Mudança das partes para o todo
- Capacidade de mudar a atenção entre os níveis sistêmicos
- Inversão da relação entre as partes e o todo
- Pensar em termos de redes de relações
- Mudança epistemológica (compreensão do processo de pensar)

Pensamento Sistêmico

[ALVES, 2013]

- Níveis do pensamento sistêmico (Andrade et al., 1998)



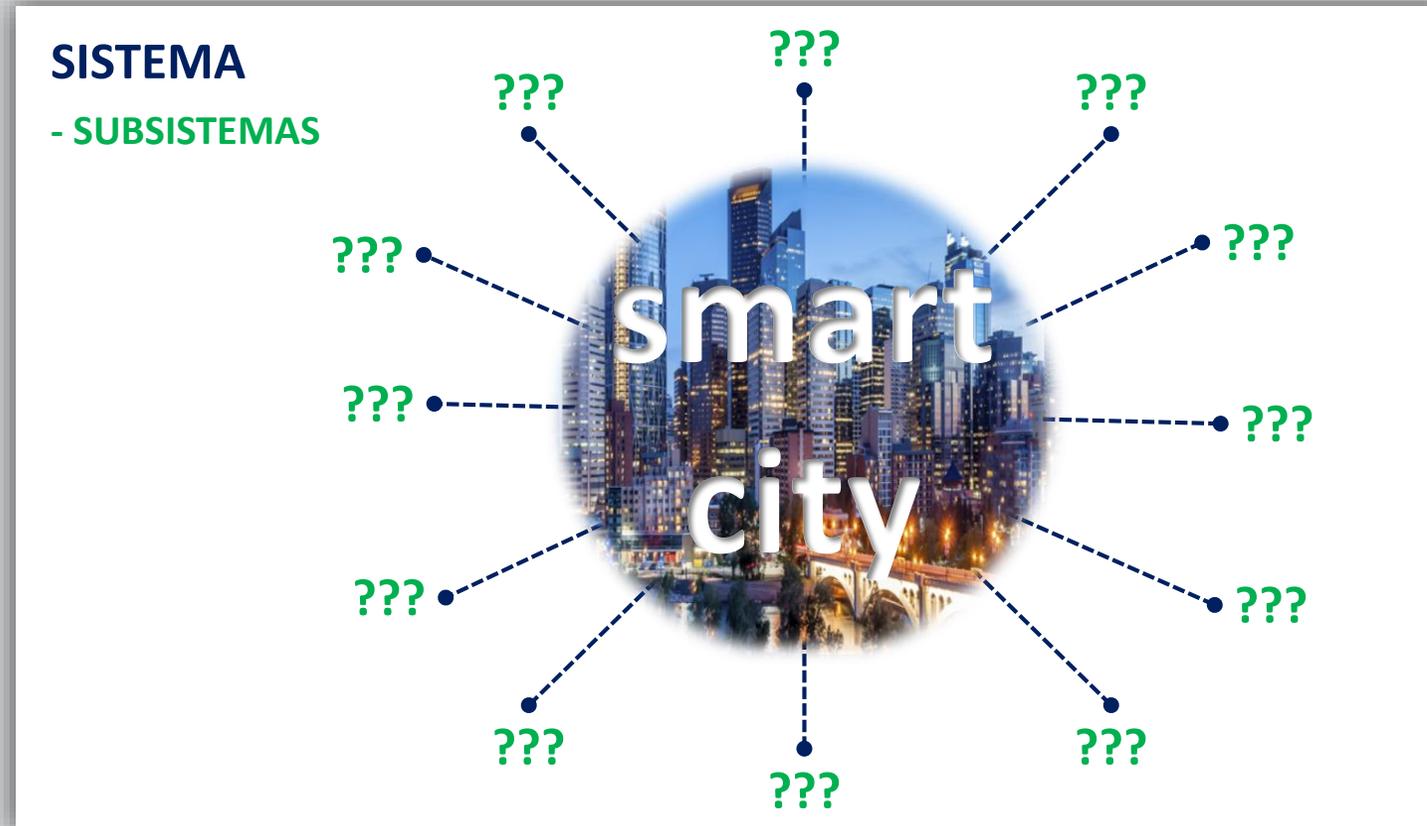


Sistema Cidade Inteligente

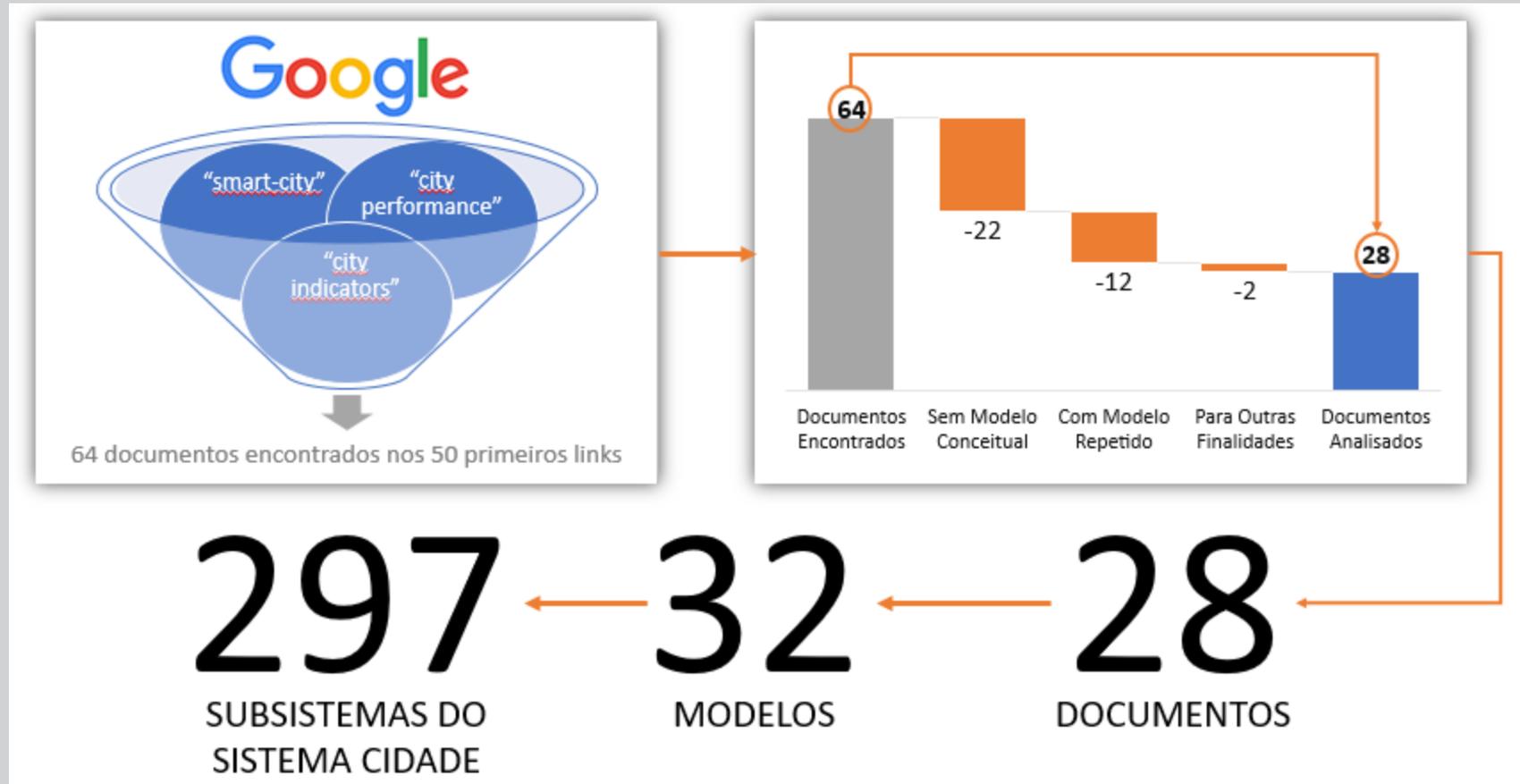
Modelo Sistêmico e Conceitual

OBJETIVOS

- Construir um modelo sistêmico conceitual de cidade inteligente
- Levantar indicadores de desempenho para cidades inteligentes



PROCESSO: primeiro levantamento de modelo existentes



Termos de busca: "city performance" OR "city indicators" OR "city ranking" AND "smart-city"; Filtro: 50 primeiros links; Ferramenta: Google.

Disponível em: <http://www.google.com>. Último acesso em: 13/07/2017.

Modelos relevantes para cidades

A seguir serão descritos alguns modelos que são importantes para quem vai estudar as cidades inteligentes

- ODS da ONU
- Modelo de Maturidade do MCTI/MDR
- Carta Brasileira de Cidades Inteligentes
- Modelo de indicadores da ISO 37120
- ISO 37150 – smart infraestrutura
- City Keys
- By Cohen
- Urban Systems

Objetivos sustentáveis da ONU

- As Nações Unidas lançaram um conjunto de objetivos sustentáveis como meta para todos os países seguirem
 - Trata-se de um conjunto de 17 objetivos que devem ser atendidos
- “Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável são um apelo global à ação para acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima e garantir que as pessoas, em todos os lugares, possam desfrutar de paz e de prosperidade. Estes são os objetivos para os quais as Nações Unidas estão contribuindo a fim de que possamos atingir a Agenda 2030 no Brasil”.

<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>

Objetivos sustentáveis da ONU



Objetivos sustentáveis da ONU

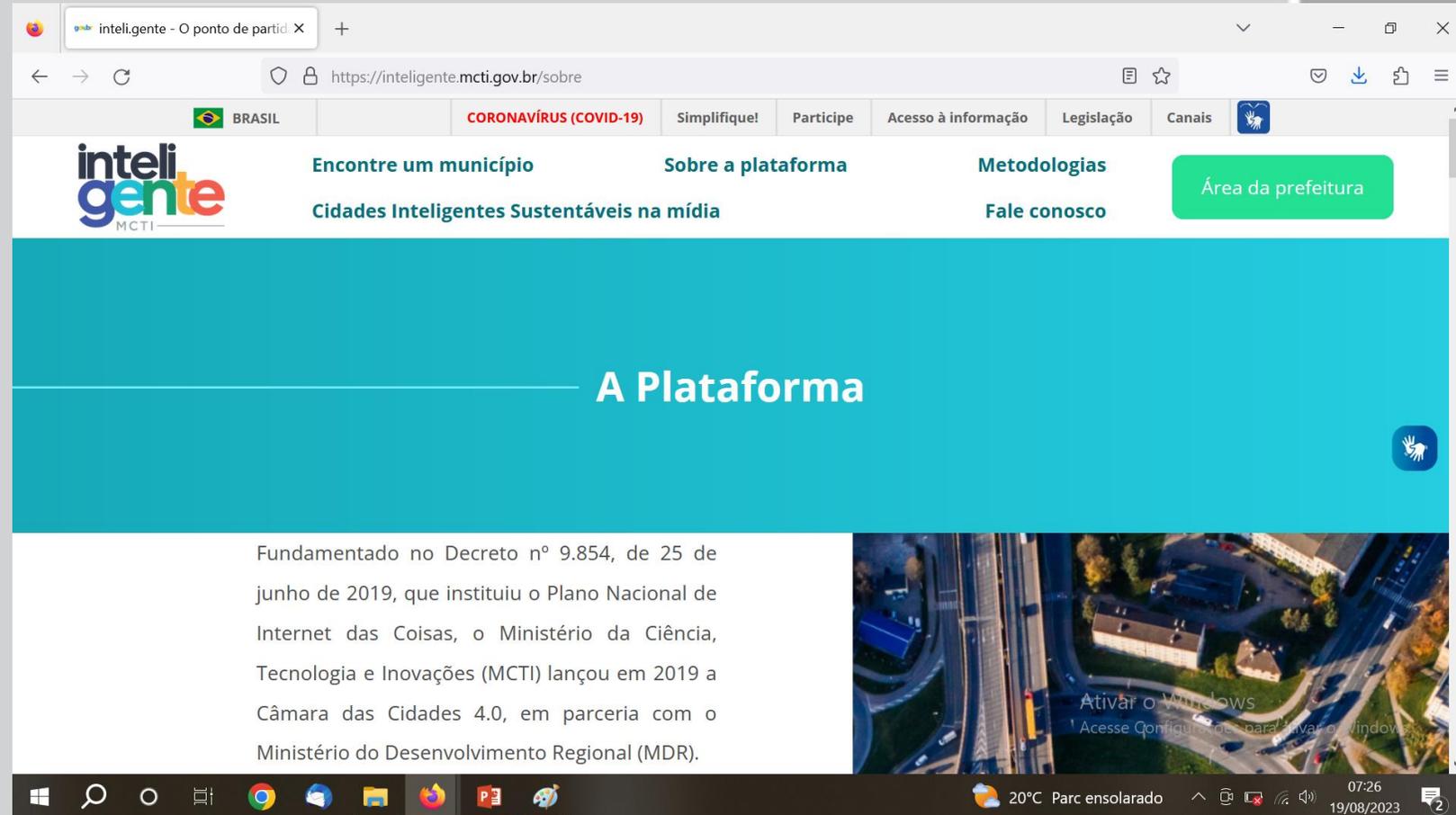
- Embora não seja diretamente sobre modelos de cidades esses objetivos possuem um grande impacto na gestão pública
- Muitas cidades alardeiam que estão trabalhando na implantação desses objetivos

O modelo do MCTI e MDR

- O Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação, em parceria com o Ministério de Desenvolvimento Regional desenvolveu um modelo de maturidade para cidades inteligentes e sustentáveis
- O objetivo era construir esse modelo para os municípios preencherem, identificarem lacunas e apresentarem projetos de implantação de melhorias na direção de cidades inteligentes
- Com esses dados preenchidos as cidades poderiam pleitear recursos para a implantação de projetos de melhoria

O modelo de maturidade

- Trata-se de um modelo com muito indicadores provenientes das bases de dados abertos e a prefeitura completa com dados específicos
- 160 recomendações com base em 8 objetivos estratégicos



<https://inteligente.mcti.gov.br/sobre>

Objetivos estratégicos da Carta Brasileira

- **Objetivo Estratégico 1:** transformação digital
- **Objetivo Estratégico 2:** acesso equitativo à internet
- **Objetivo Estratégico 3:** sistemas de governança de dados e de tecnologias
- **Objetivo Estratégico 4:** modelos inovadores e inclusivos de governança urbana
- **Objetivo Estratégico 5:** fomentar o desenvolvimento econômico local TD
- **Objetivo Estratégico 6:** desenvolvimento urbano sustentável TD
- **Objetivo Estratégico 7:** educação
- **Objetivo Estratégico 8:** compreender e avaliar impactos TD

<https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/desenvolvimento-urbano/carta-brasileira-para-cidades-inteligentes>

EXEMPLO 1: MODELO ISO 37120



Fonte: (Adaptado de) World Council on City Data (WCCD) & International Organization for Standardization (ISO). Open Data Portal: ISO 37120: Sustainable development of communities - Indicators for city services and quality of life. 2014. Disponível em: <http://open.dataforcities.org>.

Último acesso em: 14/07/2017 (Pick any city to view model) 3480 - 0313562 - Poli PRO - PTR

Norma ABNT NBR ISO 37120

Cidades e Comunidades Sustentáveis – indicadores para serviços urbanos e qualidade de vida

2021

- Conjunto de indicadores que a Norma sugere para a gestão da região e oferecer qualidade de vida e sustentabilidade

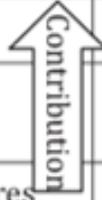
Norma ISO 37150

- **ISO/TR 37150:2014**
- **Smart community infrastructures — Review of existing activities relevant to metrics**

EXEMPLO 2: MODELO ISO 37150



Layers	Examples of functions
Community services	education, healthcare, public safety and security, tourism, etc.
Community facilities	residences, commercial buildings, office buildings, factories, hospitals, schools, recreation facilities, etc.
Community infrastructures	energy, water, transportation, waste, ICT, etc.
[SOURCE: ISO/TR 37150:2014, Introduction]	



Fonte: International Organization for Standardization (ISO). ISO/TS 37151. Smart community infrastructures -- Principles and requirements for performance metrics. 2015. Disponível em: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:ts:37151:ed-1:v1:en>. Último acesso em: 14/07/2017.

Marcelo Pessoa - Claudio Marte - PRO3480 - 0313562 - Poli PRO - PTR

EXEMPLO 3: MODELO CITYkeys

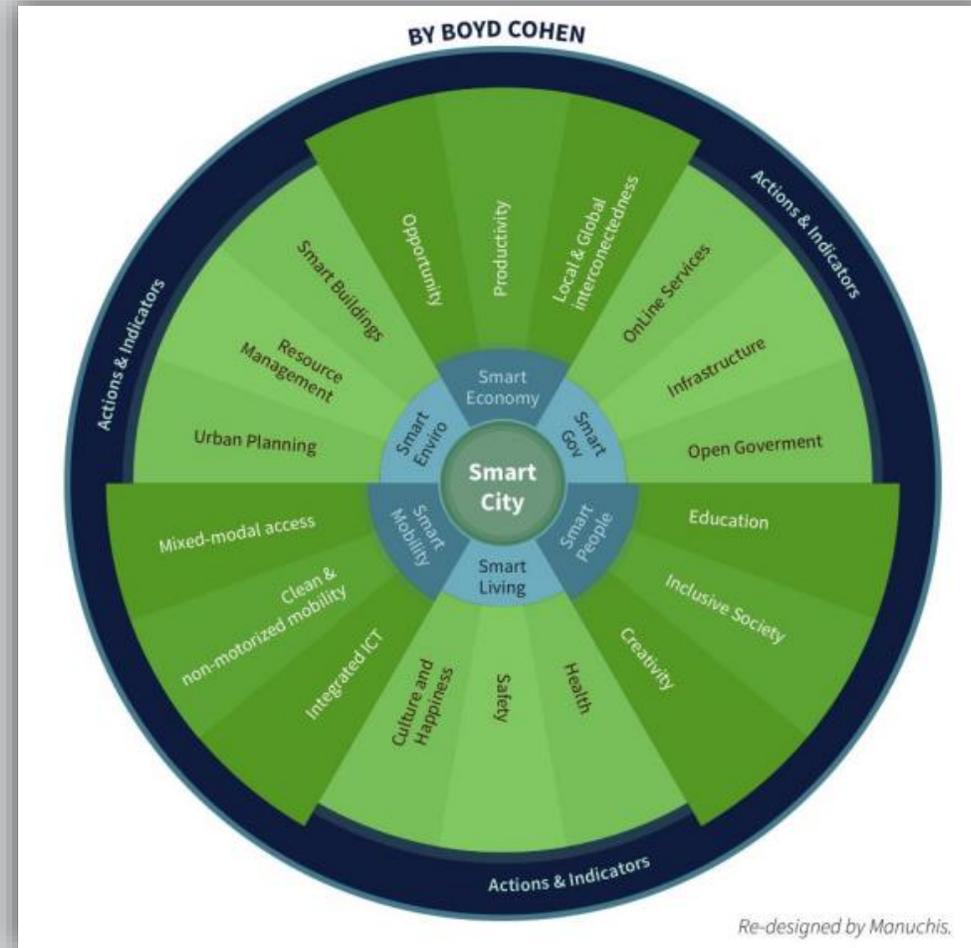


Fonte: (Adaptado de) VTT Technical Research Centre of Finland. CITYkeys indicators for smart city projects and smart cities. P. 10. 2017.

Disponível em: <http://nws.euocities.eu/MediaShell/media/CITYkeystheindicators.pdf>. Último acesso em: 14/07/2017.

Marcelo Pessoa - Claudio Marte - PRO3480 - 0313562 - Poli PRO - PTR

EXEMPLO 4: MODELO BOYD COHEN



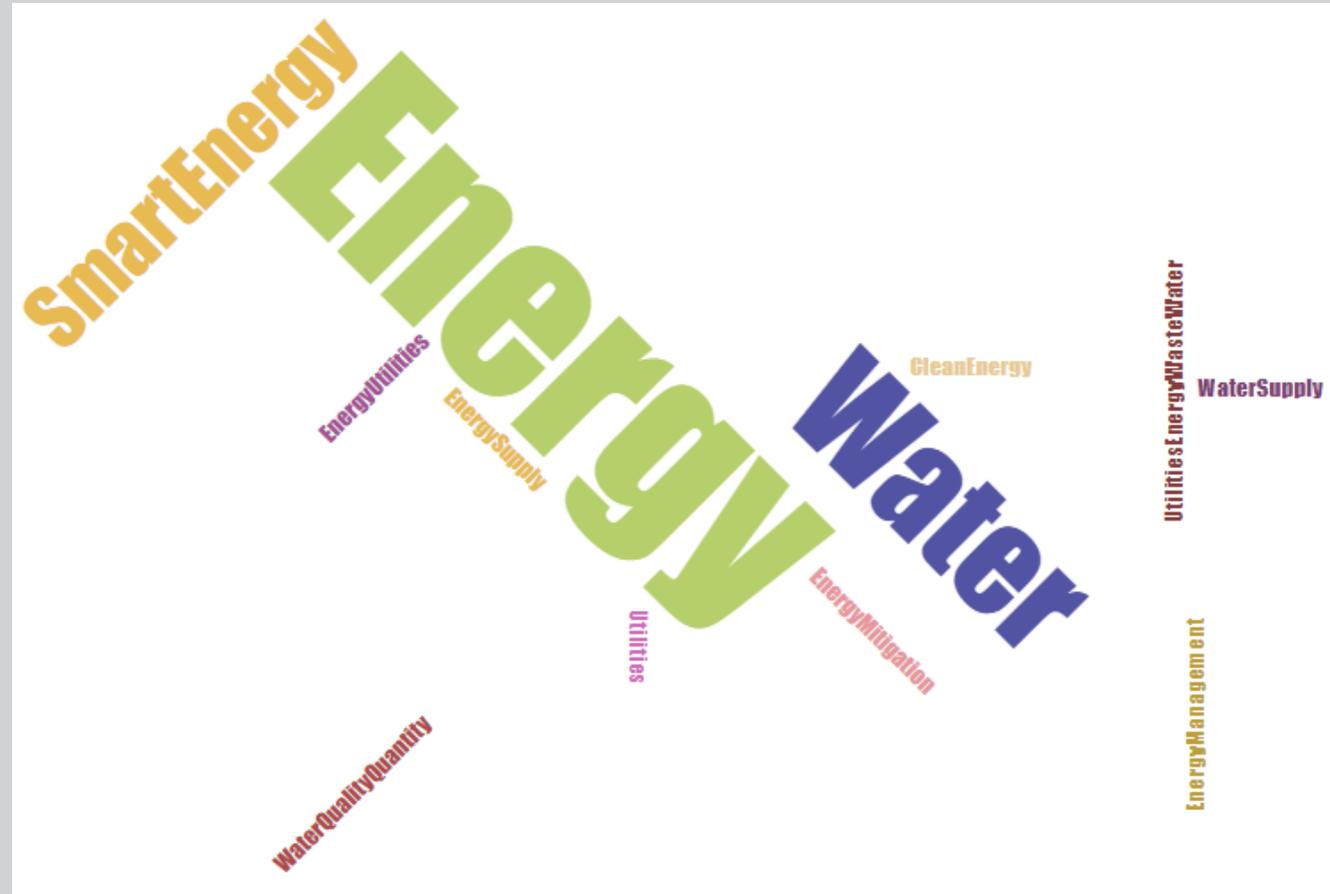
Fonte: Vienna: Energy Planning Department. Key Performance Indicators: How can they help a city?. P. 7. 2015. Disponível em: https://www.eera-sc.eu/sites/eera-sc.eu/files/attachments/eerascc_ip-kpi_symposium_growsmarter_vf.pdf. Último acesso em: 17/07/2017.

EXEMPLO 5: MODELO URBAN SYSTEMS

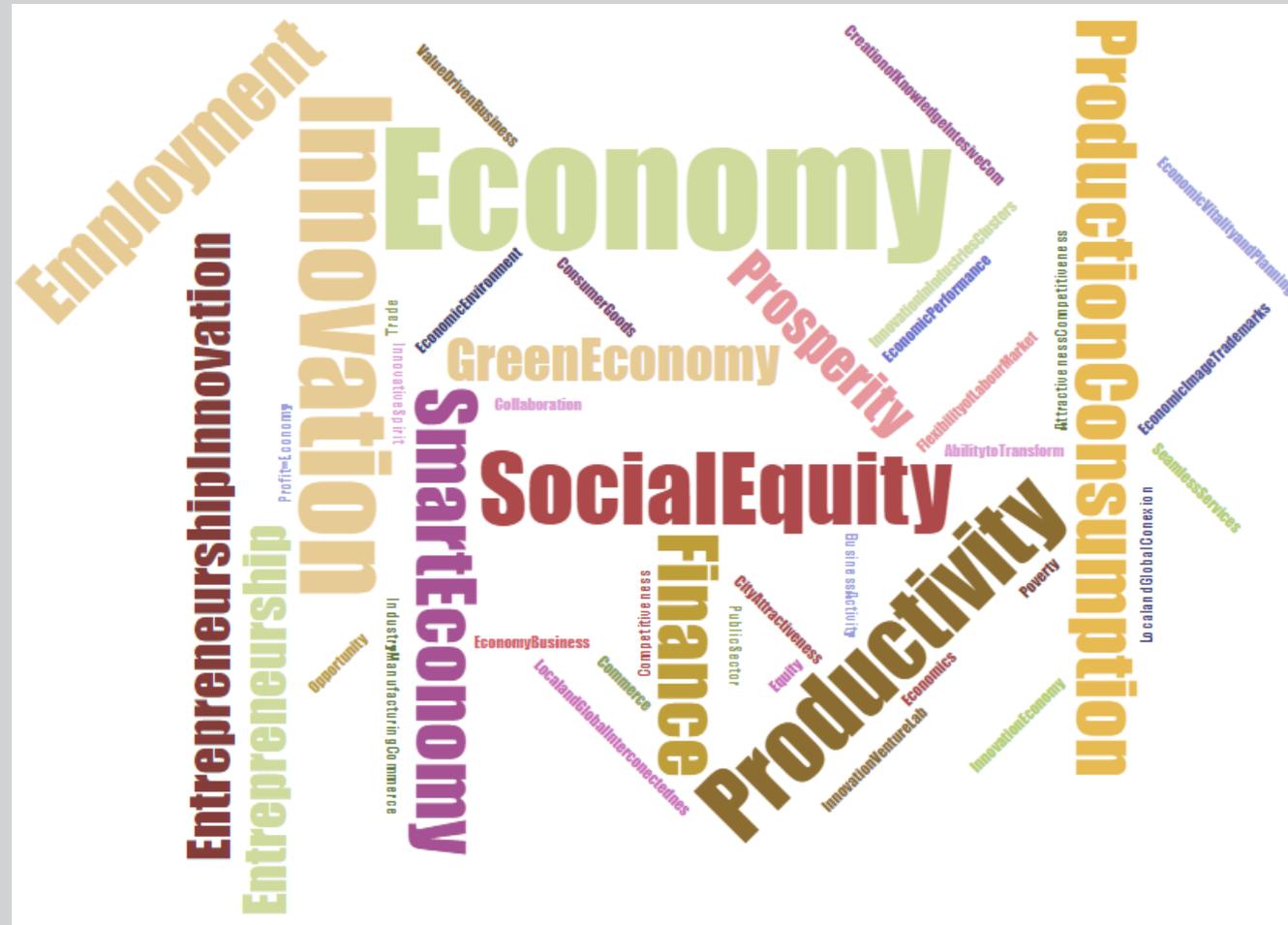


Fonte: Urban Systems. Ranking Connected Smart Cities. 2016. Disponível em: <https://www.quora.com/Which-Smart-City-ranking-is-the-most-authoritative>. Último acesso em: 25/07/2017.

EXEMPLO 1 DE AGRUPAMENTO: ÁGUA E ENERGIA



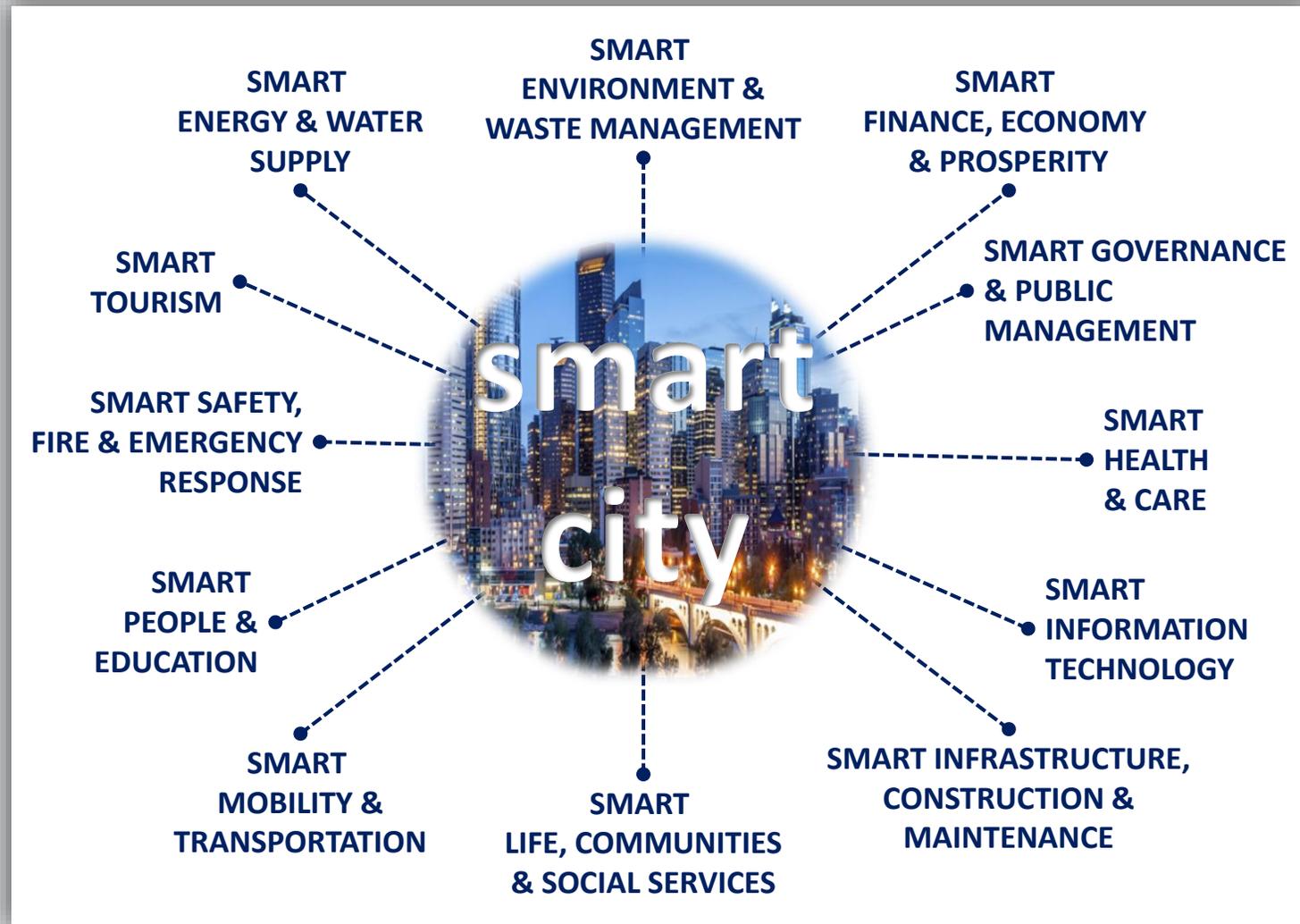
EXEMPLO 3 DE AGRUPAMENTO: ECONOMIA E FINANÇAS...



... 12 agrupamentos diferentes

→ modelo sistêmico inicial

UM MODELO INICIAL COM 12 SUBSISTEMAS





Construção de um Modelo Conceitual Smart Cities

Visão sistêmica de uma cidade

- Que elementos precisa uma cidade para atender as necessidades de seus cidadãos?

MODELO de uma cidade (diversos SUBSISTEMAS)



Visão sistêmica de uma cidade

- A partir de um modelo conceitual da cidade, poderão ser analisadas as contribuições que as novas tecnologias podem oferecer para que a cidade se torne **smart** e ofereça melhor qualidade de vida ao cidadão

MODELO de uma cidade (diversos SUBSISTEMAS)

**Infraestrutura e
Superestrutura**



Infra e Super estrutura

- Uma cidade precisa ter o suprimento de diversos itens para funcionar bem
- A isso podemos denominar infraestrutura e superestrutura
- Conceito: itens utilizados pelos cidadãos e empresas no dia a dia da cidade

Infra e Super estrutura

- Trata da criação de infraestrutura para a construção de um ambiente para a cidade funcionar.
 - Ruas, avenidas, construções, hospitais, escolas, antenas, postes e cabos ...

Infra e Super estrutura

- Água e Esgoto
- Energia
- Iluminação
- Manutenção
- Tratamento de Resíduos
- Serviços ao cidadão
- Tecnologia da Informação
 - internet, WiFi, ERB, telefonia, fibra ótica...
- Vias de Transporte

MODELO de uma cidade (diversos SUBSISTEMAS)

**Infraestrutura e
Superestrutura**

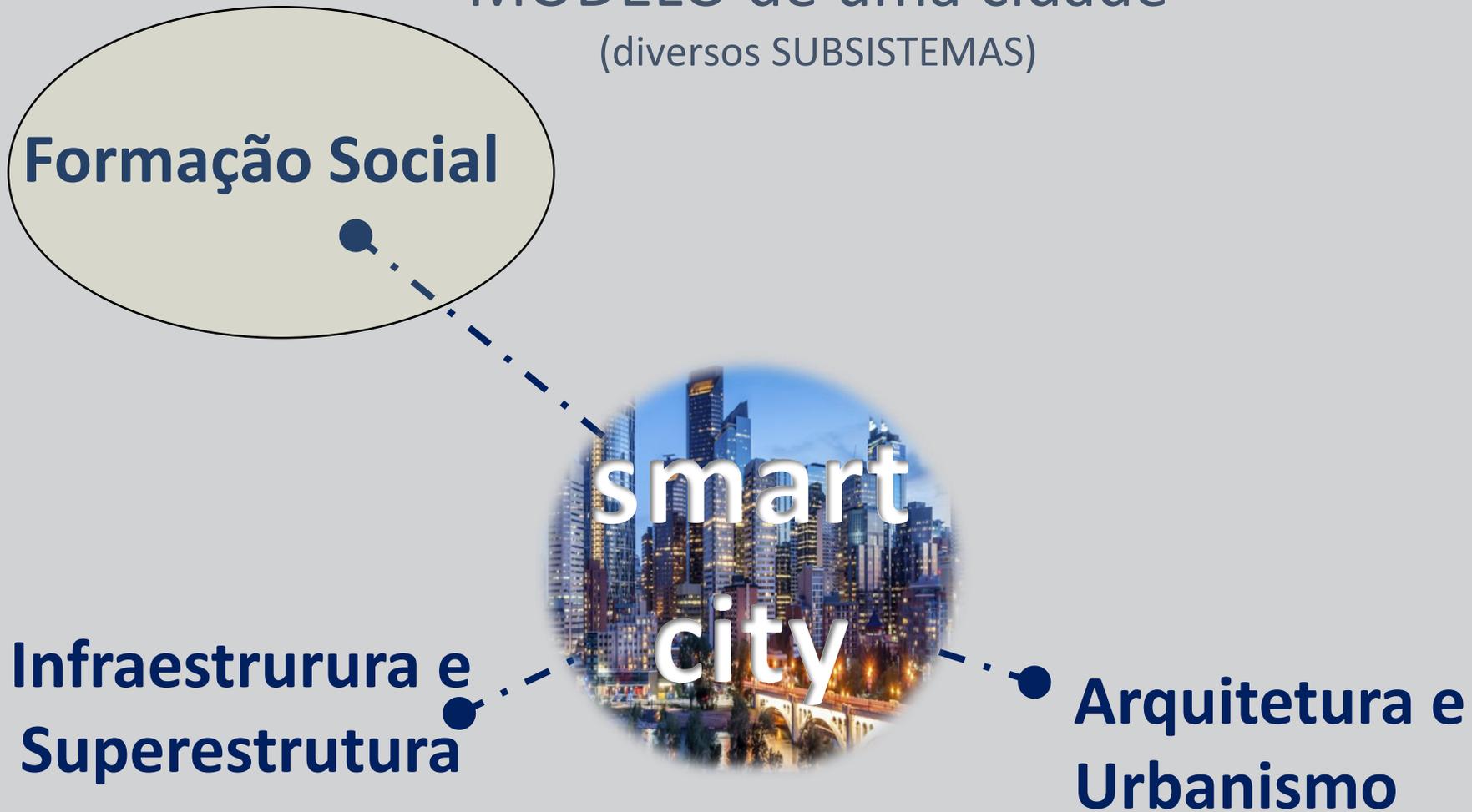


**Arquitetura e
Urbanismo**

Arquitetura e Urbanismo

- Meio ambiente
- Urbanismo
- Paisagismo (Cenários)
- Construções
 - Patrimônio Histórico
- Habitação
- Mobilidade

MODELO de uma cidade (diversos SUBSISTEMAS)



Formação Social

- A cidade deve oferecer a oportunidade para os cidadãos terem educação e saúde
- Essa é uma premissa básica para a qualidade de vida do cidadão

Formação Social

- Educação
- Cultura
- Saúde
- Esportes *(aqui considerados como importante para a manutenção da saúde)*

Formação Social



Cultura e Lazer

- A cidade deve oferecer para o cidadão um ambiente agradável em todos os momentos
- Também deve oferecer atividades de cultura, lazer, turismo e recreação

Cultura e Lazer

- Atividades Culturais
 - Teatro, cinema, música, shows...
- Comunidade
- Recreação
- Serviços Sociais
- Turismo

Formação Social



Economia e Negócios

- A cidade deve oferecer também um ambiente adequado de negócios para que a economia floresça
- Para tanto diversos itens que permitam que a cidade deva ser um polo gerador de riqueza

Economia e Negócios

- Abastecimento
- Arranjos Produtivos Locais
- Desenvolvimento Regional
- Empreendedorismo
- Emprego
- Inovação

Formação Social

Economia e
Negócios

Cultura e Lazer

Infraestrutura e
Superestrutura

Arquitetura e
Urbanismo



Resiliência
Emergência

Resiliência - Emergência

A cidade deve oferecer também uma infraestrutura adequada para suportar emergências de diversos tipos como incêndios, inundações e crimes

- Eventos da natureza
- Eventos provocados pelo homem

Resiliência - Emergência

- Bombeiros
- Defesa Civil
- Segurança

MODELO de uma cidade (diversos SUBSISTEMAS)



Gestão

- Para que tudo funcione de forma harmoniosa, é necessária uma estrutura integrada de gestão

Gestão

- Finanças
- Gestão Pública
- Governança
- Legislação
- Transparência

Gestão

- Finanças
 - Gestão financeira adequada, transparente e ética
- Gestão Pública
 - Serviços ao cidadão
 - Recursos humanos adequados
 - Recursos materiais de qualidade
 - Participação do cidadão
 - Conselhos, Comitês e

Gestão

- Governança
 - Trata de um conjunto de ações que permita à prefeitura executar e controlar a situação com transparência
- Legislação
 - Conjunto de leis para oferecerem um ambiente adequado ao cidadão: direito do consumidor, direito da mulher, inclusão social, etc
- Transparência
 - Ações para informar à sociedade das ações da prefeitura de forma ética e transparente

MODELO de uma cidade (diversos SUBSISTEMAS)

Formação Social

Gestão

Cultura e Lazer

**Economia e
Negócios**

**Infraestrutura e
Superestrutura**



**Arquitetura e
Urbanismo**

Resiliência Emergência

Formação Social

Educação, Cultura
Esportes
Saúde

Economia e Negócios

Abastecimento
Arranjos Produtivos Locais
Desenvolvimento Regional
Empreendedorismo
Emprego
Inovação

Infraestrutura e Superestrutura

Água e Esgoto
Energia
Iluminação
Manutenção
Resíduos
Serviços ao cidadão
Tecnologia da Informação
Transporte

Gestão

Finanças
Gestão Pública
Governança
Legislação
Transparência

Cultura e Lazer

Atividades Culturais
Comunidade
Recreação
Serviços Sociais
Turismo

Arquitetura e Urbanismo

Meio Ambiente
Urbanismo
Paisagismo
Construções
Patrimônio Histórico
Habitação
Mobilidade

Resiliência Emergência

Bombeiros
Defesa Civil
Segurança

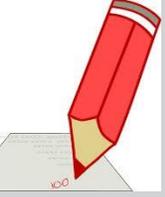


Modelo conceitual

- Esse modelo servirá como referência para a realização dos trabalhos
- Assim, em cada cidade analisada todos farão da mesma forma para permitir uma comparação dos resultados obtidos.

Modelo Conceitual

- Para cada elemento do modelo será identificado um indicador.
- Os indicadores serão apresentados a posteriori



Exercício

Nosso sistema é uma cidade, ou uma região

Responda a seguinte pergunta:

- Dentro de sua especialidade definir um sistema de interesse que voce quer estudar
- Como identifico os elementos desse sistema?
- Qual o relacionamento com o mundo externo a este sistema?

5 minutos

Referências

- ISO/IEC 15288:2008, Systems and software engineering – System life cycle processes, Geneva: International Organization for Standardization, issued 1 February 2008.
- NASA Systems Engineering Handbook – https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/nasa_systems_engineering_handbook.pdf
- INCOSE - <http://www.incose.org/>
- DoD – Systems of Systems <http://www.acqnotes.com/Attachments/Systems%20Engineering%20Guide%20for%20Systems%20of%20Systems.pdf>
- Maier, M. (1998); "Architecting Principles for Systems-of-Systems"; Systems Engineering, Vol. 1, No. 4 (pp 267-284).
- Dahmann, Judith and Kristen Baldwin, (2008), "Understanding the Current State of US Defense Systems of Systems and the Implications for Systems Engineering", Montreal, Canada: IEEE Systems Conference, 7-10 April.

Referências - 2

- ALVES, Angela Maria. Proposta de uma Estrutura de Medição para Qualidade do SPB-Software Público Brasileiro. Tese de doutorado. Engenharia de Produção – 2013.
<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3136/tde-11072014-001021/pt-br.php>
- MORIN, Edgard. The Concept of System and the Paradigm of Complexity. In MARUYAMA, Mogoroh Context and Complexity: Cultivating Contextual Understanding. Springer-Verlag, New York, 1992.
- BENKLER, Y. The Battle over the Institutional Ecosystem in the Digital Environment. Communications of the ACM. Fevereiro, 2001. Vol.44. No. 2.
- PESSOA, M.S.P; SPINOLA, M.M. Introdução à Automação. 2014. Elsevier
- BACHELS, Mark; PEET, John; NEWMAN, Peter. Using a Systems Approach to Unravel Feedback Mechanisms Affecting Urban Transport Choices
- LEONARDO, Edgard; FORERO, Duarte. El Transporte Público Colectivo en Bogotá, D.C.:Una Mirada desde la Dinámica de Sistemas.
- Duarte Forero, E. (2011). El transporte público colectivo en Bogotá, D.C.: Una mirada desde la dinámica de sistemas. En: *Ingeniería*, Vol. 16, No. 2, pág.18-34.

Poli – cidades inteligentes

Visão Sistêmica

PRO3480 – Gestão Integrada de Cidades Inteligentes
0313562 - Cidades Inteligentes

Prof Dr Marcelo Schneck de Paula Pessoa - PRO

Prof Dr Cláudio Luiz Marte - PTR