



II SEMINÁRIO DE ENGENHARIA DIAGNÓSTICA EM EDIFICAÇÕES

11 NOVEMBRO DE 2013
INSTITUTO DE ENGENHARIA - SP

PAINEL 1 - A engenharia diagnóstica e a resolução de conflitos na construção civil

Prof.Dr.Douglas Barreto

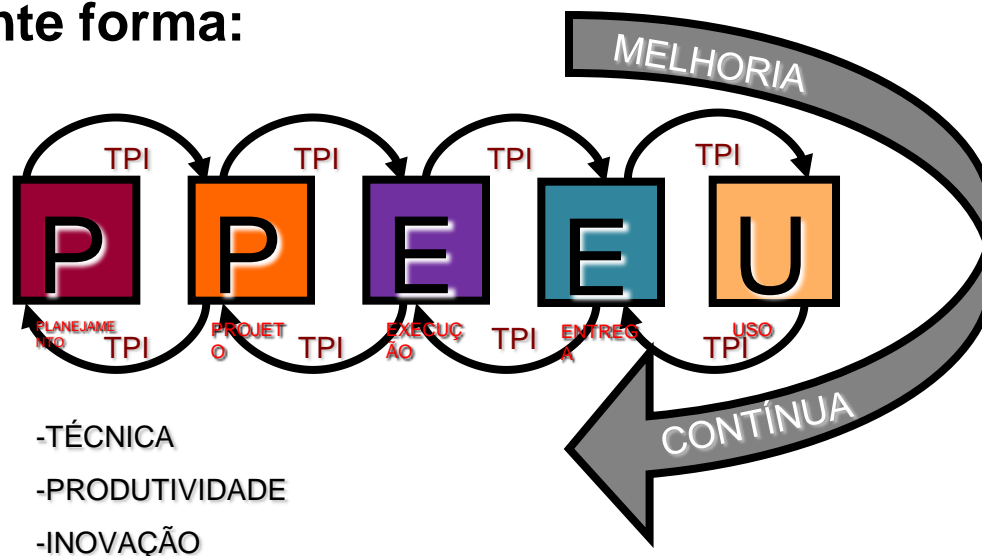
Recuperando a abordagem dada no I Seminário em 2011, o tema deste Painel desdobra-se em três:

- 1 – Engenharia Diagnóstica - Definições**
- 2 – Resolução e conflitos - Origens**
- 3 - Construção Civil – Características e Estudo de caso**

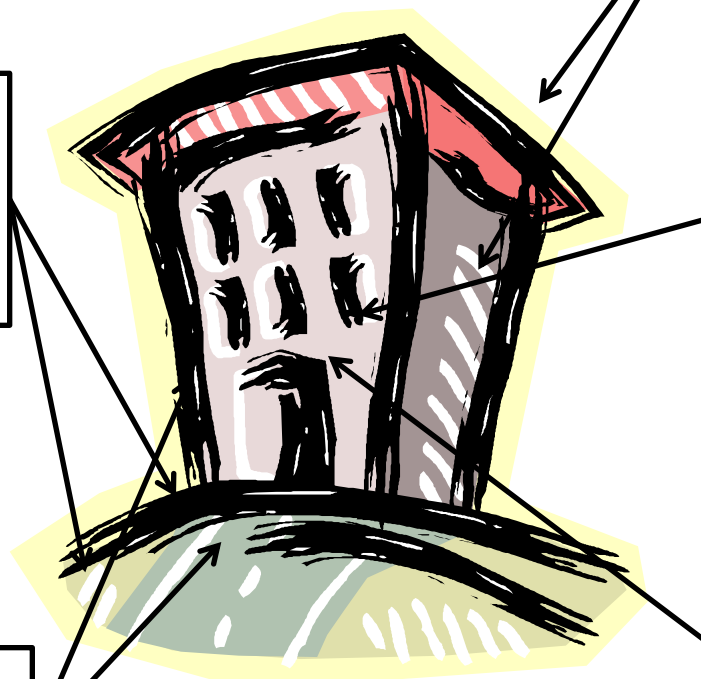
Engenharia diagnóstica

Assim, considerando essas particularidades ressalta-se a importância da visão sistêmica do processo produtivo da Construção Civil, que associada às dimensões da Qualidade e das exigências dos Usuários, resulta numa modalidade de projeto para a Construção Civil, em particular as Edificações, onde predomine os conceitos de atendimento ao desempenho.

Segundo Gomide et al (2010) a visão na Engenharia Diagnóstica se expressa da seguinte forma:



VISÃO SISTÊMICA DA EDIFICAÇÃO



2 – Envoltória externa:
Abaixo do solo e acima do solo

3 – Divisórias espaciais externas:
Verticais, horizontais e inclinadas

4 – Divisórias espaciais internas:
Verticais, horizontais e inclinadas

5 – Sistemas (Instalações) Prediais:
- Água (Fria, Quente e Pluvial), Esgoto;
- Aquecimento, ventilação e condicionamento;
- Gás;
- Eletricidade;
- Telecomunicações;
- Transporte mecânico;
- Transporte pneumático;
- Segurança

1 - Estrutura:
Fundações e Superestrutura

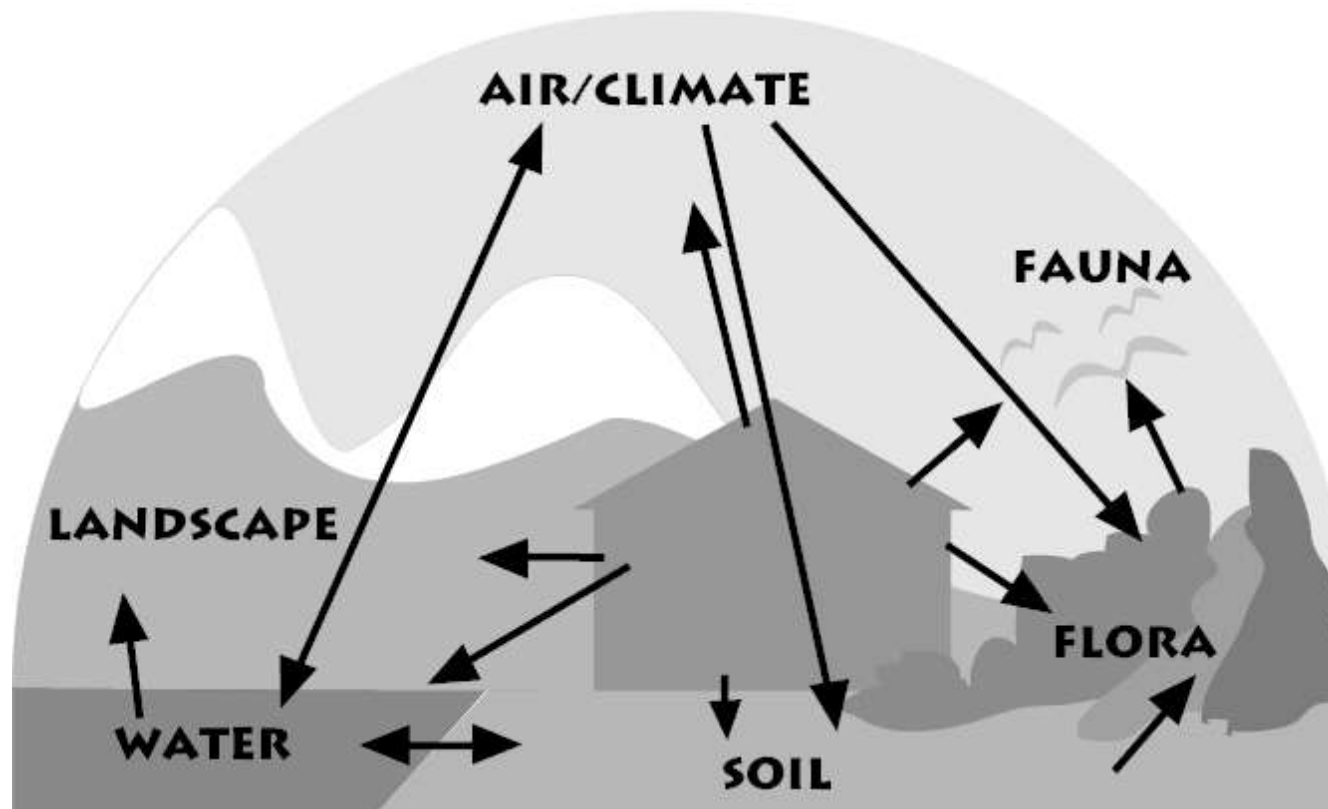
SISTEMA EDIFICAÇÃO E SEUS SUB-SISTEMAS – ISO 6241 (1984)

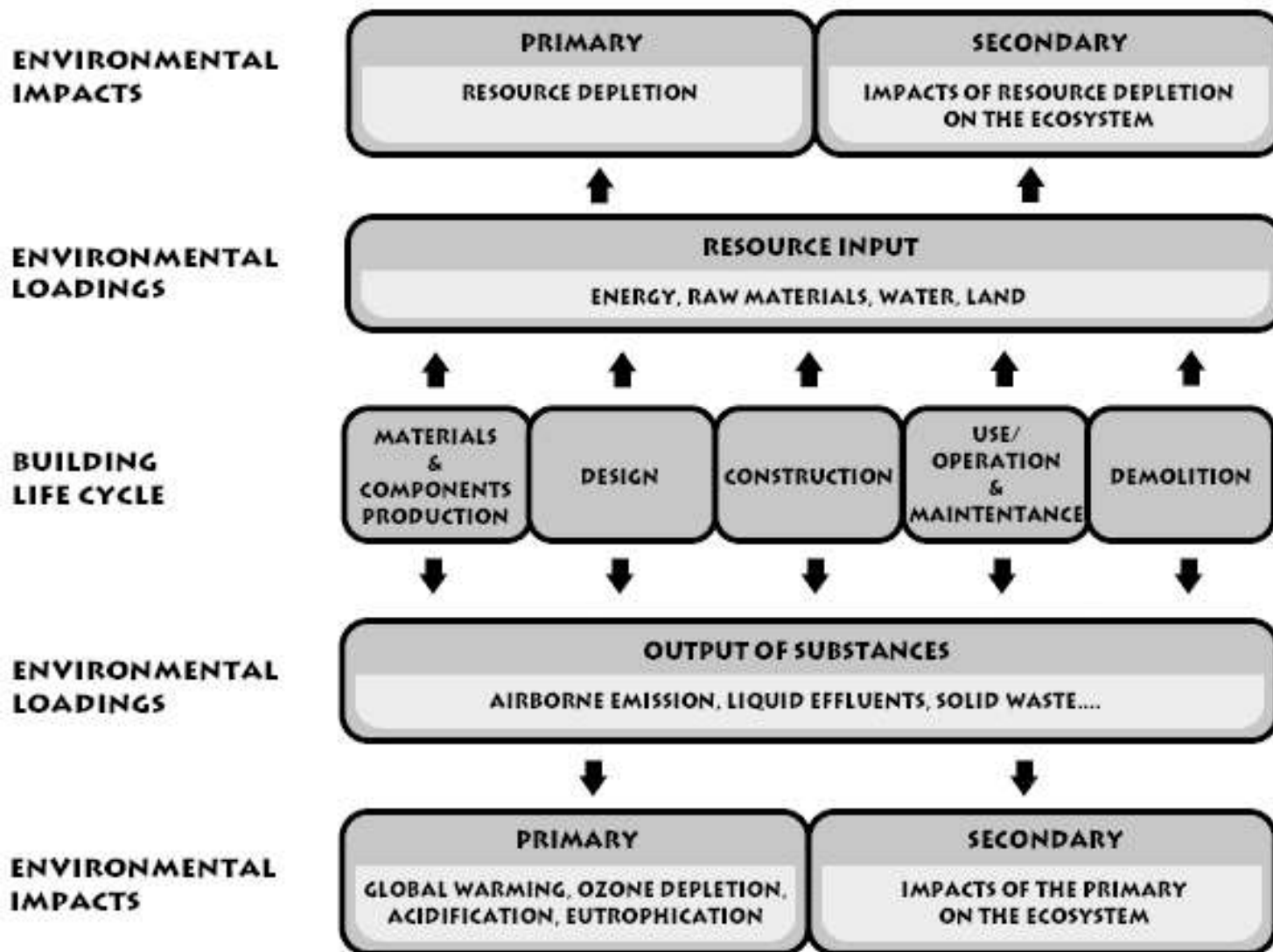
1	Estrutura	1.1	Fundação
		1.2	Superestrutura
2	Envoltória Externa	2.1	Abaixo do solo
		2.2	Acima do solo
3	Divisórias Espaciais Externas	3.1	Vertical
		3.2	Horizontal
		3.3	Inclinados
4	Divisórias Espaciais Internas	4.1	Vertical
		4.2	Horizontal
		4.3	Inclinados
5	Sistemas Prediais (Instalações)	5.1	Suprimento de água potável e disposição de águas servidas e pluviais
		5.2	Aquecimento e ventilação
		5.3	Distribuição interna de gás
		5.4	Eletricidade
		5.5	Telecomunicações
		5.6	Transporte Mecânico
		5.7	Transporte pneumático e por gravidade
		5.8	Segurança

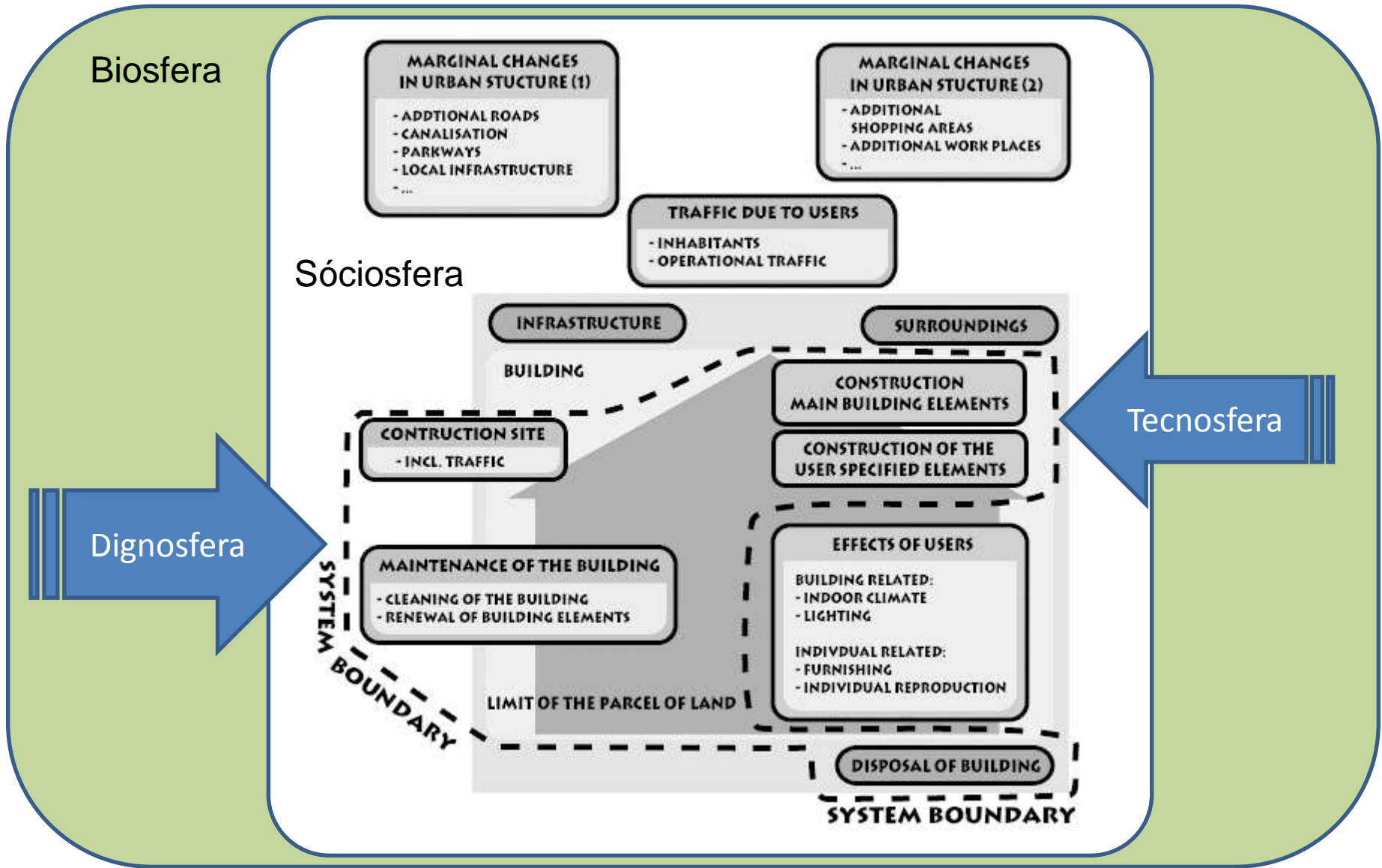
Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos NBR 15 565 teve como base a ISO 6241

- Exigências dos usuários
- Requisitos, critérios, métodos de avaliação e níveis de desempenho
- Desempenho estrutural
- Segurança contra incêndio
- Segurança no uso e operação
- Estanqueidade
- Desempenho térmico
- Desempenho acústico
- Desempenho lumínico
- Saúde, higiene e qualidade do ar
- Funcionalidade e acessibilidade
- Conforto tátil-visual e antropodinâmico
- Durabilidade e manutenibilidade
- Adequação ambiental

Conflitos – Uso antrópico do meio ambiente







Tecnosfera

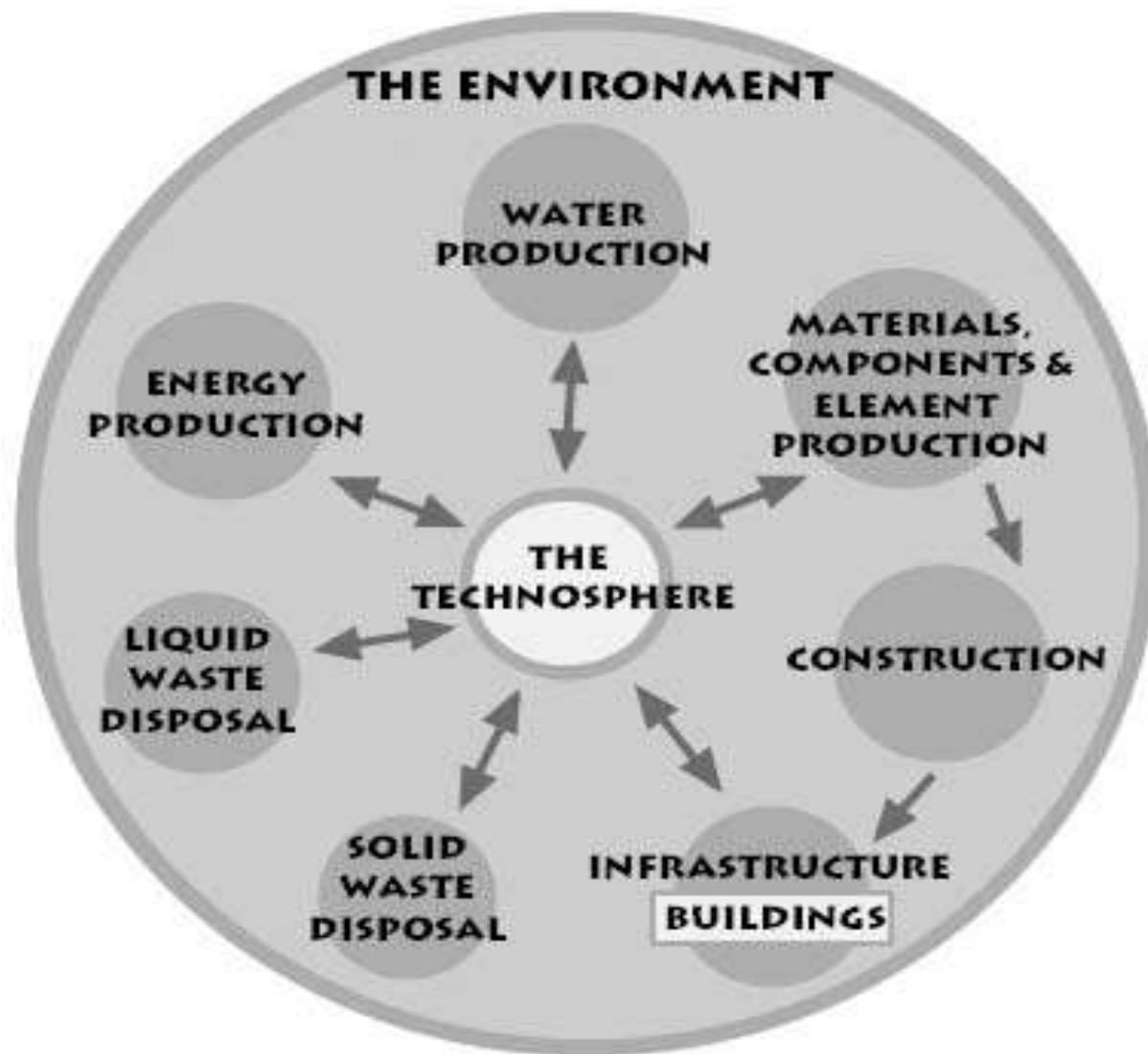
A tecnosfera é um termo para descrever o Ambiente Construído ou adaptado criado pelo homem. A Tecnosfera é sempre um subconjunto do Meio Ambiente.

Do ponto de vista da perspectiva de modelagem, a tecnosfera (ou ambiente construído) marca o início dos ciclos de massa e energia resultante da intervenção humana.

A tecnosfera é um subconjunto dependente dos ciclos naturais e, portanto, sempre exerce uma influência sobre os ciclos de massa e energia, e por consequência nos fluxos incidentes nos recursos naturais.

Os sistemas técnicos que compõem a Tecnosfera são combinações funcionais de produtos e processos que são projetados e construídos para atender às necessidades humanas.

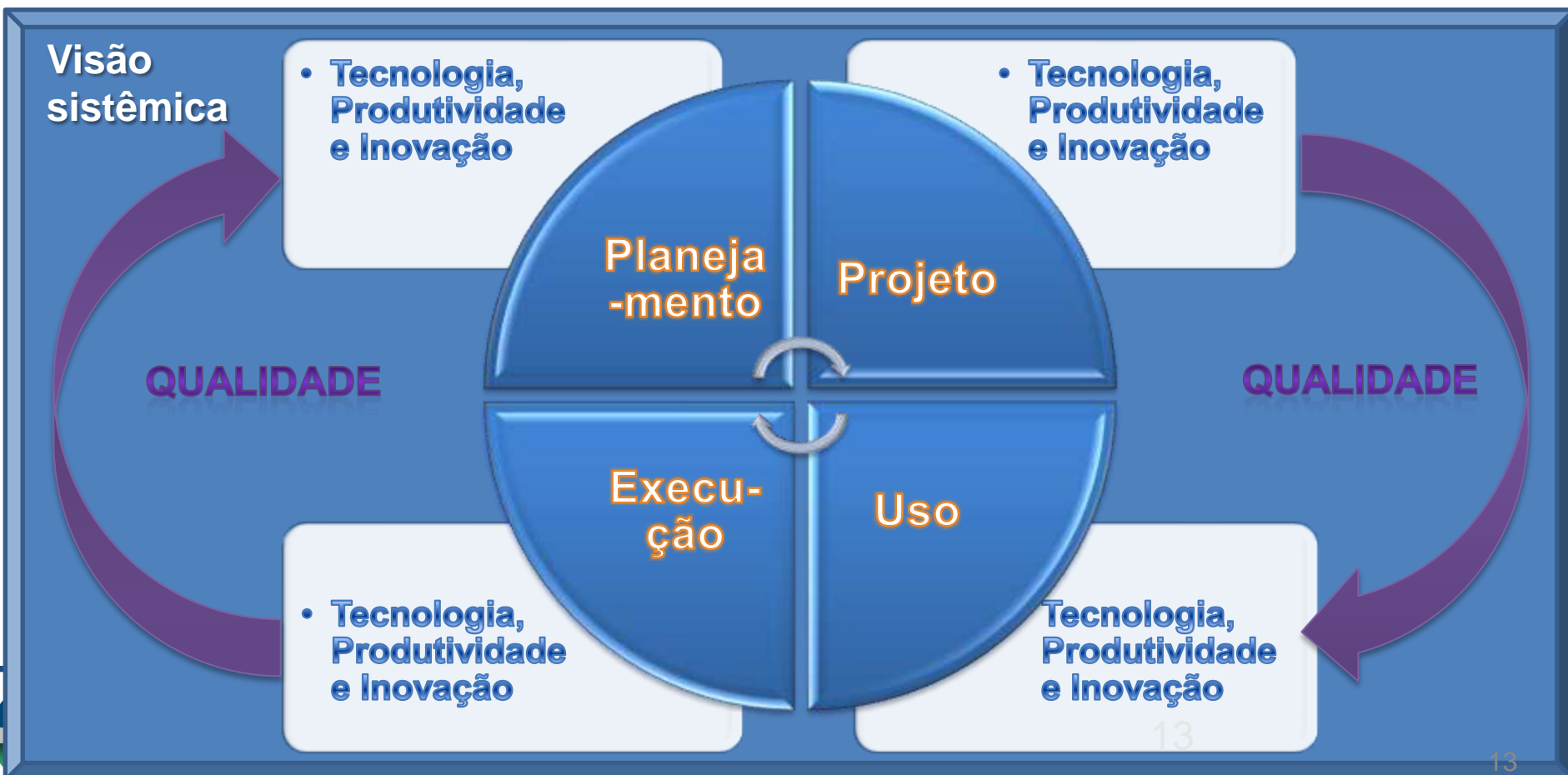
O nível de influência exercido por estes fluxos de energia e massa "produzidos artificialmente" depende do grau em que os sistemas técnicos interferem com a biosfera onde se inserem.



Fonte: IEA ANNEX 31 ENERGY-RELATED ENVIRONMENTAL IMPACT OF BUILDINGS - International Energy Agency Energy Conservation in Buildings and Community Systems Programme – 2004

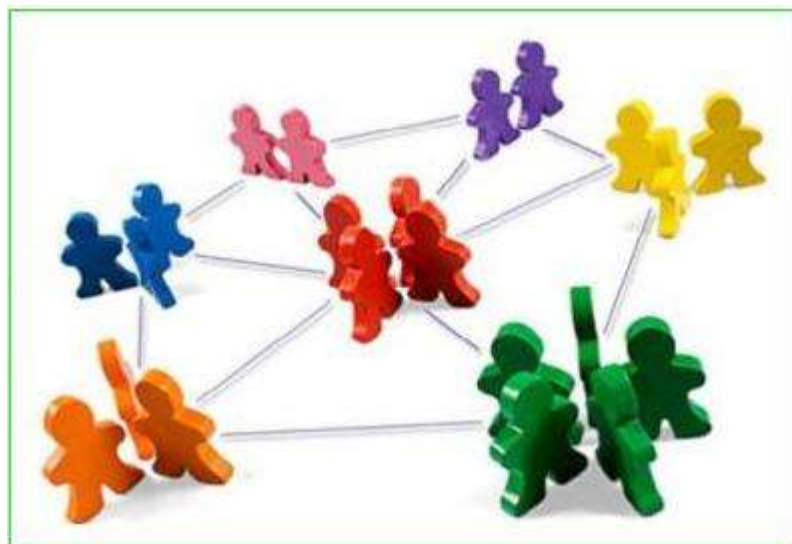
Diagnosfera

Associando o PPEU, com os devidos TPIs, mais os conceitos da Qualidade; e a visão sistêmica, resulta num processo produtivo da construção que incorpora o conceito de falhas e suas análise, que se torna o espaço de atuação para a Engenharia Diagnóstica que é Diagnosfera



Sóciosfera

É um termo para descrever as relações sociais no Ambiente Construído ou adaptado criado pelo homem. A Tecnosfera é o meio onde a Sóciosfera se expressa no sentido de ocupação do meio ambiente, por meio do ambiente construído, ou a construção civil no seu amplo espectro, e ambas incluídas na Biosfera. Nas relações entre estes ambientes acontecem os mais diversos conflitos, e é onde a Diagnosfera tem a sua maior importância.



Algumas das regras da Sóciosfera sobre a Tecnosfera que afeta a Dignosfera

1. Código Civil

“ao acusador cabe o ônus da prova”

“responsabilidade subjetiva” ou “com culpa”: dever de indenizar de todo aquele que, por ação ou omissão voluntária, imprudência, negligência ou imperícia, cause prejuízo a outrem.

2. Código de defesa do consumidor (lei 8.078/90)

“possibilidade da inversão do ônus da prova”

“responsabilidade objetiva”: dever de indenizar de todo aquele que cause prejuízo a outrem, independentemente de comprovação dos comportamentos previstos no C. C.

Artigo 12 do CDC:

“o fabricante, o produtor, o construtor e o importador respondem, independentemente da existência de culpa, pela reparação dos danos causados aos consumidores por defeitos decorrentes de projeto, fabricação, construção, montagem, fórmulas, manipulação, apresentação ou acondicionamento de produtos, bem como por informações insuficientes sobre sua utilização e riscos”.

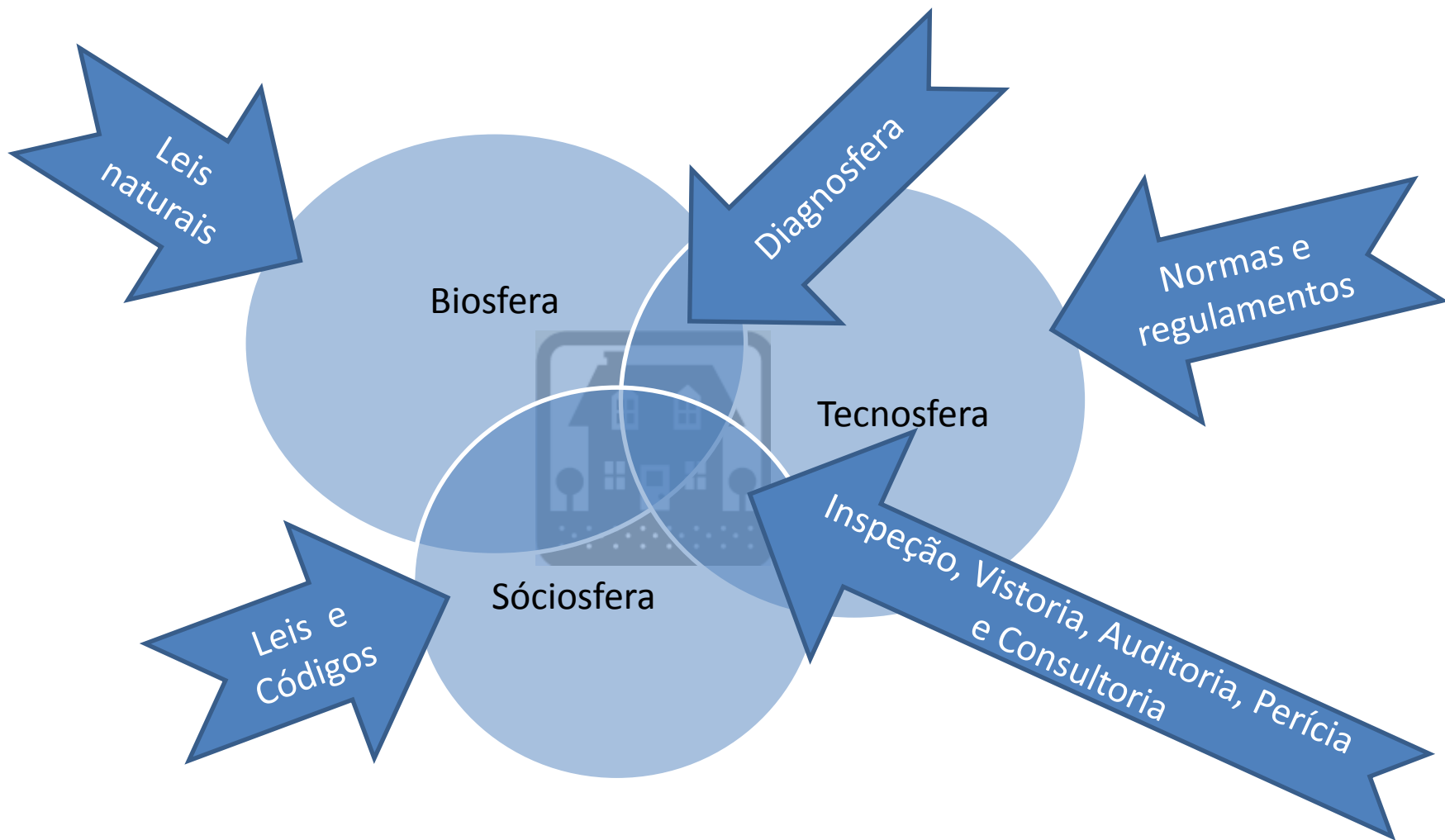
O RESPONSÁVEL POR QUALQUER PROBLEMA É O CONSTRUTOR, que poderá valer-se do direito de regresso.

Artigo 12 do CDC:

“o fabricante, o produtor, **o construtor** e o importador respondem, independentemente da existência de culpa, pela reparação dos danos causados aos consumidores por defeitos decorrentes de projeto, fabricação, **construção**, montagem, fórmulas, manipulação, apresentação ou acondicionamento de produtos, bem como por informações insuficientes sobre sua utilização e riscos”.

Artigo 39 – inc. VIII:

“é prática abusiva, suscetível de indenizações e sanções, colocar no mercado de consumo qualquer produto ou serviço em desacordo com as normas expedidas pelos órgãos oficiais competentes, ou, se normas específicas não existirem, pela Associação Brasileira de Normas Técnicas.



Construção civil

Pode-se definir a construção civil como o resultado do conjunto de modificações no meio-ambiente provocado pela construção de bens físicos, tais como casas, ruas, rodovias, edifícios, pontes entre outros, para a utilização dos agrupamentos humanos. Essas modificações são feitas por meio de técnicas estabelecidas pela consolidação da prática milenar em técnicas formais, denominada engenharia civil, que permitem a transformação do meio-ambiente em Ambiente Construído (Técnofera)

Características peculiares da Construção civil

Segundo o clássico “Controle e garantia da qualidade na construção”, de Álvaro Garcia Mesequer (traduzido por Antonio Carmona Filho, Paulo Roberto do Lago Helene e Roberto José Falcão Bauer, a indústria da construção civil apresenta 10 aspectos distintivos que a difere das demais.

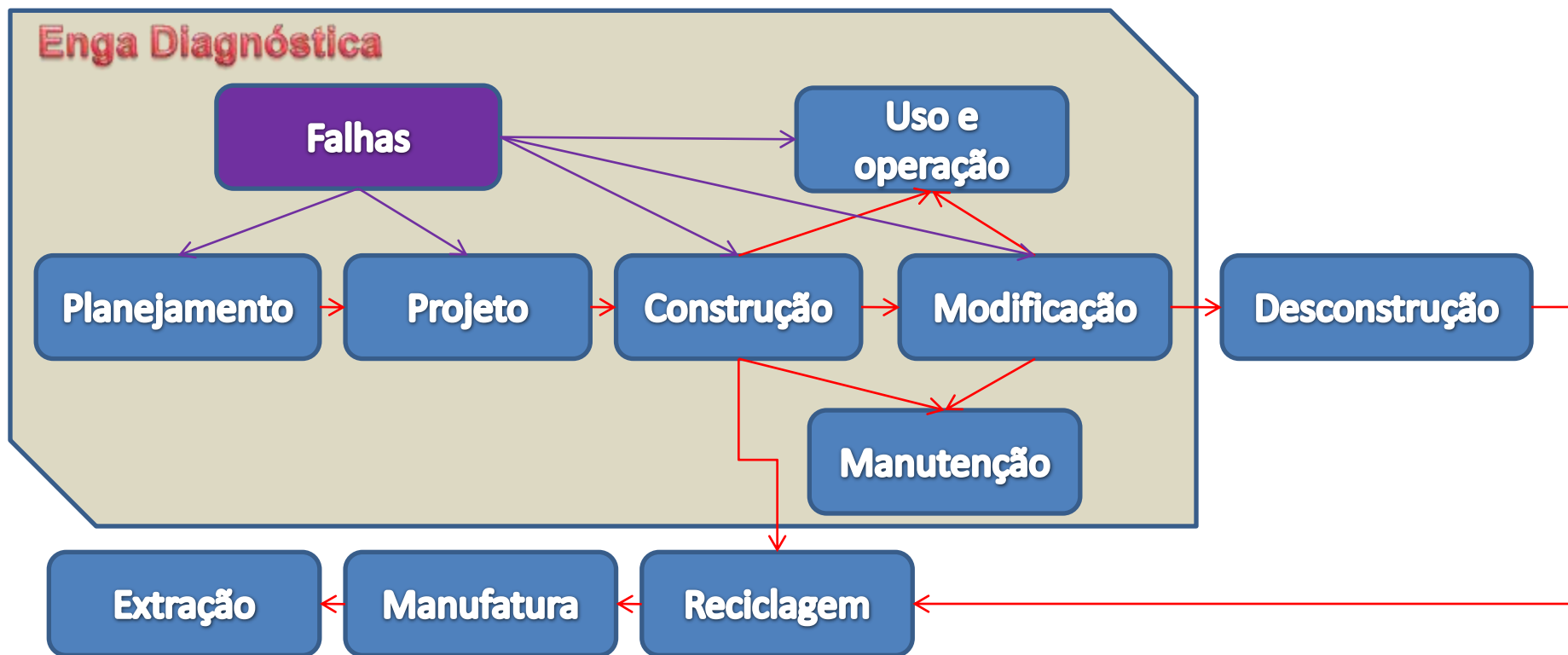
1. A construção é uma indústria de **caráter nômade**, na qual a constância das características nas matérias-primas e nos processos é mais difícil de se conseguir do que em outras indústrias, de caráter fixo.
2. Salvo algumas exceções, a indústria da construção **cria produtos únicos** e não produtos seriados.
3. Na construção, diferente de outras indústrias, não é possível aplicar a produção em cadeia (produtos móveis passando por operários fixos), mas sim a **produção centralizada** (operários móveis em torno de produto fixo), o que dificulta a organização e controle dos trabalhos, provocando interferências mútuas, etc.
4. Frente a outras indústrias mais jovens e dinâmicas, a construção é uma **indústria muito tradicional**, com grande inércia às alterações.
5. A construção utiliza em geral **mão de obra pouco qualificada**, sendo que o emprego destas pessoas tem caráter eventual e suas possibilidades de promoção são escassas. Tudo isto repercute numa baixa motivação no trabalho e em perdas da qualidade.
6. Outras indústrias realizam seus trabalhos em ambientes cobertos enquanto a **construção é feita à intempérie**, com dificuldades para um bom armazenamento, submetidas às adversidades do tempo, a ações de vandalismo, etc.. A proteção, em todos os sentidos da palavra, é muito difícil.

7. Nas indústrias que fabricam produtos de vida limitada, o ciclo de aquisição-uso-requisição de um novo produto se repete várias vezes na vida do comprador, o que origina uma experiência do usuário que repercute em uma exigência na qualidade. Na construção, pelo contrário, o **produto é único** ou quase único **na vida do usuário** e, conseqüentemente, sua experiência não repercute posteriormente. Em outras palavras, na construção o usuário influi muito pouco na qualidade do produto.
8. Independente do grau de complexidade dos produtos, outras indústrias empregam especificações simples e claras. A construção **emprega especificações complexas**, quase sempre contraditórias e muitas vezes confusas e desta forma a qualidade resulta mal definida desde a sua origem.
9. Em outras indústrias, as responsabilidades se encontram relativamente concentradas e estão bem definidas. Na construção, as **responsabilidades são dispersas e pouco definidas**, o que sempre origina zonas obscuras para a qualidade.
10. O **grau de precisão** com que se trabalha na construção é, em geral, **muito menor** do que em outras indústrias, qualquer que seja o parâmetro que se contemple: orçamento, prazo, resistência mecânica, etc.. A consequência é que na construção o sistema é por demais flexível e, confiantes em tal flexibilidade, aceitam-se compromissos de difícil cumprimento que provocam sempre diminuição da qualidade. Na **construção se diz “não” menos vezes** do que as necessárias.

Características peculiares da Construção civil



Ciclo de vida da Edificação e a Engea Diagnóstica



Os **Diagnósticos Técnicos** se dedicam à investigação criteriosa e minuciosa, segundo diretrizes normativas ou congêneres das falhas que ocorrem nas edificações, com o objetivo de manter o nível da qualidade das edificações.

As **Falhas** podem ser caracterizadas como um mau dimensionamento, especificação, execução, funcionamento, ou uma operação irregular, ou mesmo operações indevidas de diversas naturezas que causem o não atendimento às necessidades dos usuários ou causem danos ao edifício.

Tipos de Falhas

Endógenas: oriundas dos materiais, componentes e processos construtivos (MO incluída)

Exógenas: oriundas dos usuários e agentes naturais

Origem das Falhas

- **Projetos**: sem detalhamento, com informações genéricas – executa-se o projeto pensando sempre em reduzir os custos da construção, resultando num conteúdo superficial, dentro de uma linguagem falha, factível de erros e dependente do executor;
- **Execução**: baixa qualidade de materiais e mão de obra aplicados – ignora-se a qualidade da mão de obra, como também os produtos utilizados, na tentativa de reduzir os custos. Geralmente são suprimidos serviços e materiais que resultariam em melhor qualidade do produto final. A fiscalização da obra também é falha;
- **Uso e operação**: desinformação, falta de manuais e plano de manutenção – o usuário do imóvel não é envolvido no processo de manutenção, geralmente promove adaptações para atender as suas necessidades individuais, podendo causar problemas ao edifício.

Falhas

PATOLOGIAS DAS CONSTRUÇÕES

- fissuras
- descolamentos
- eflorescências
- deformações intensas
- umidade
- bolor
- corrosão
- alterações de cor
- lixiviação
- vazamentos
- recalques
- outros

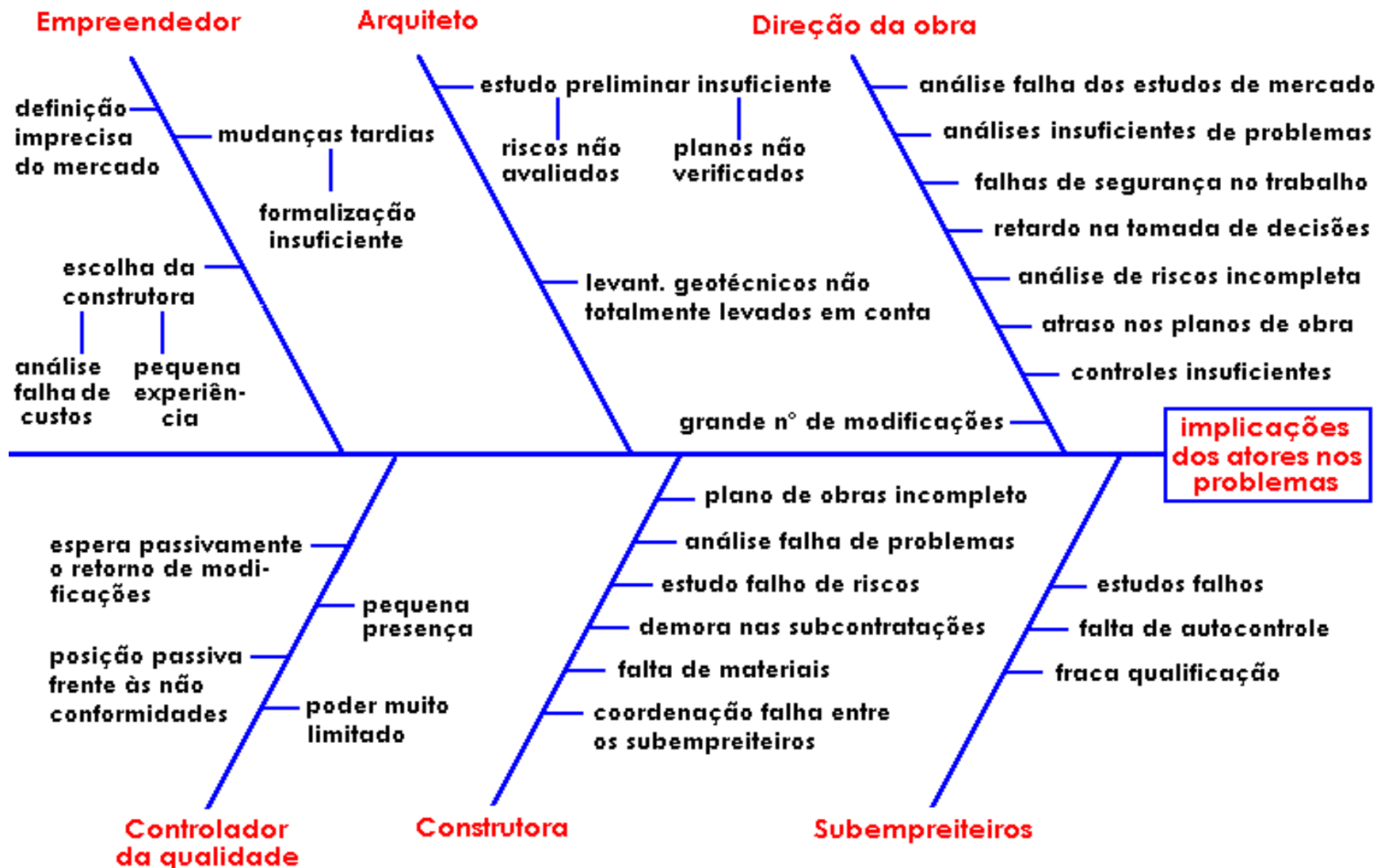
CAUSAS dos PROBLEMAS

- falhas de projeto
- falhas de execução
- qualidade dos materiais
- incúria, imperícia
- inépcia, arrojo
- falta de manutenção

AGENTES

- variações térmicas
- sobrecargas
- radiação solar
- cargas de ocupação
- chuvas, ventos, neve
- obras vizinhas
- metrô

Partícipes



CUSTOS DAS PATOLOGIAS

1. CUSTOS DIRETOS

- custos diretos com materiais
- custos diretos com mão-de-obra
- custos diretos com equipamentos e outros insumos
- encargos em geral

2. CUSTOS INDIRETOS

- indenizações
- lucro cessante
- internações, tratamentos de saúde

3. CUSTOS INVISÍVEIS

- reservas de matérias-primas
- energia, transporte / pavimentos
- imagem da empresa
- carreira do profissional

4. CUSTOS DE IMPOSSÍVEL VALORAÇÃO

- mutilações, invalidez
- mortes (quanto custa um filho? e um chefe de família?)
- comoção social
- descrédito nas instituições

OUTRAS CAUSAS DE PATOLOGIAS

imposições econômicas

- pressões políticas
- emprego de novos materiais com velhas técnicas
- emprego de técnicas construtivas inovadoras, sem a devida experimentação e comprovação
- falta de treinamento da mão de obra
- falhas de comunicação
- deficiências no acompanhamento técnico das obras
- inadequação ou falta de normalização técnica

- falta de retro-alimentação dos projetos e dos projetistas
- coordenação falha entre os projetos
- falta de detalhamento dos projetos
- falhas de planejamento (suprimentos, equipes, programações)
- improvisações em geral
- incêndios, colisões e outros acidentes

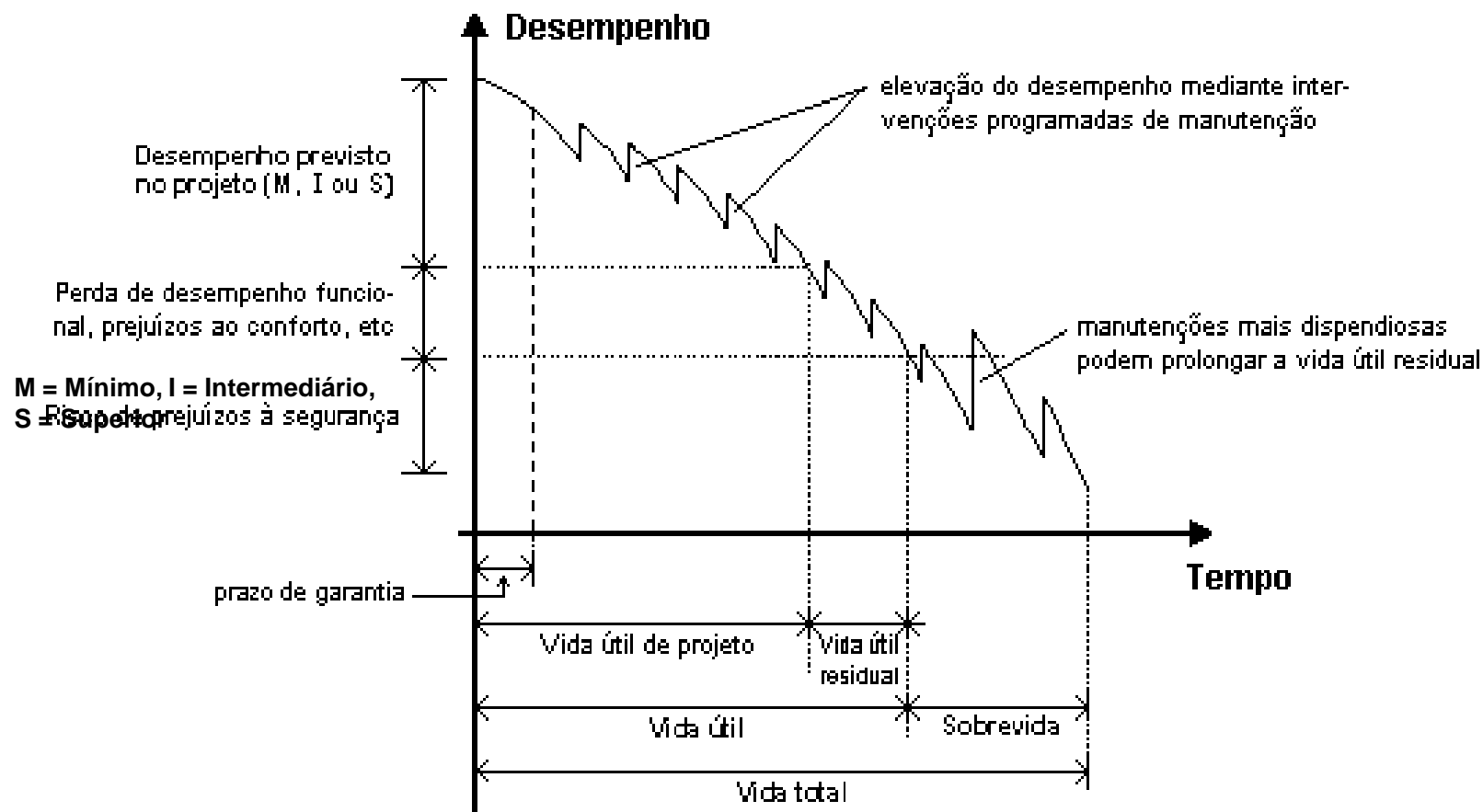
Instrumentos utilizados pela Enga Diagnóstica

Ainda segundo Gomide et al (2010) a Engenharia Diagnóstica utiliza, de forma progressiva, as seguintes ferramentas:

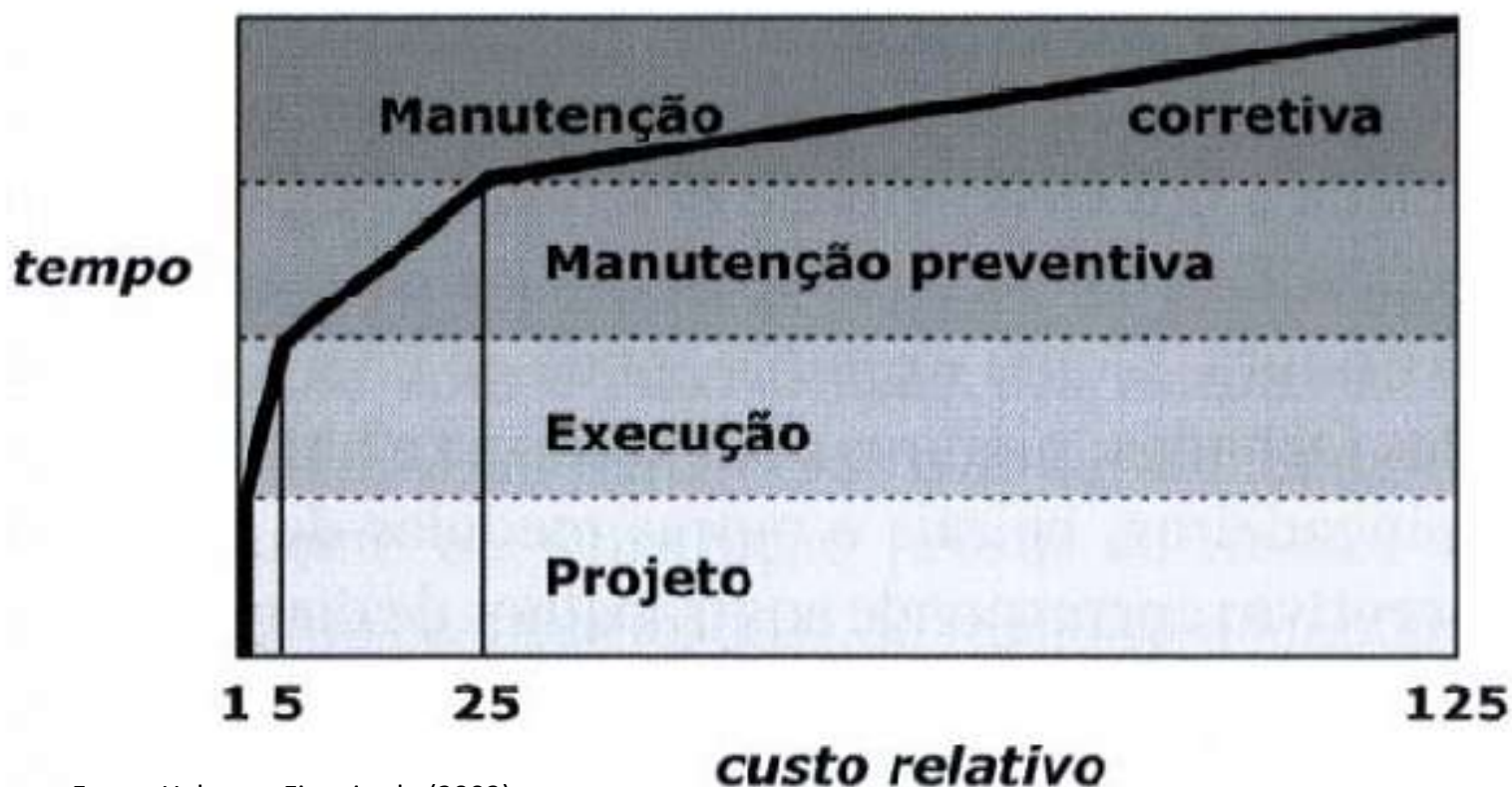
- Vistoria (constata);**
- Inspeção (analisa);**
- Auditoria (atesta);**
- Perícia (apura)**
- Consultoria (prescreve remediação).**

Assim, os diagnósticos técnicos são fundamentais para embasar a parte analítica da progressão diagnóstica , ou seja para as partes de auditoria e perícia

Contribuição dos Diagnósticos Técnicos na Vida Útil da Edificação



Estimativa do custo de reabilitação das construções (correção das falhas) obedece a “Lei de Evolução dos Custos”, conhecida como “Lei de Sitter”

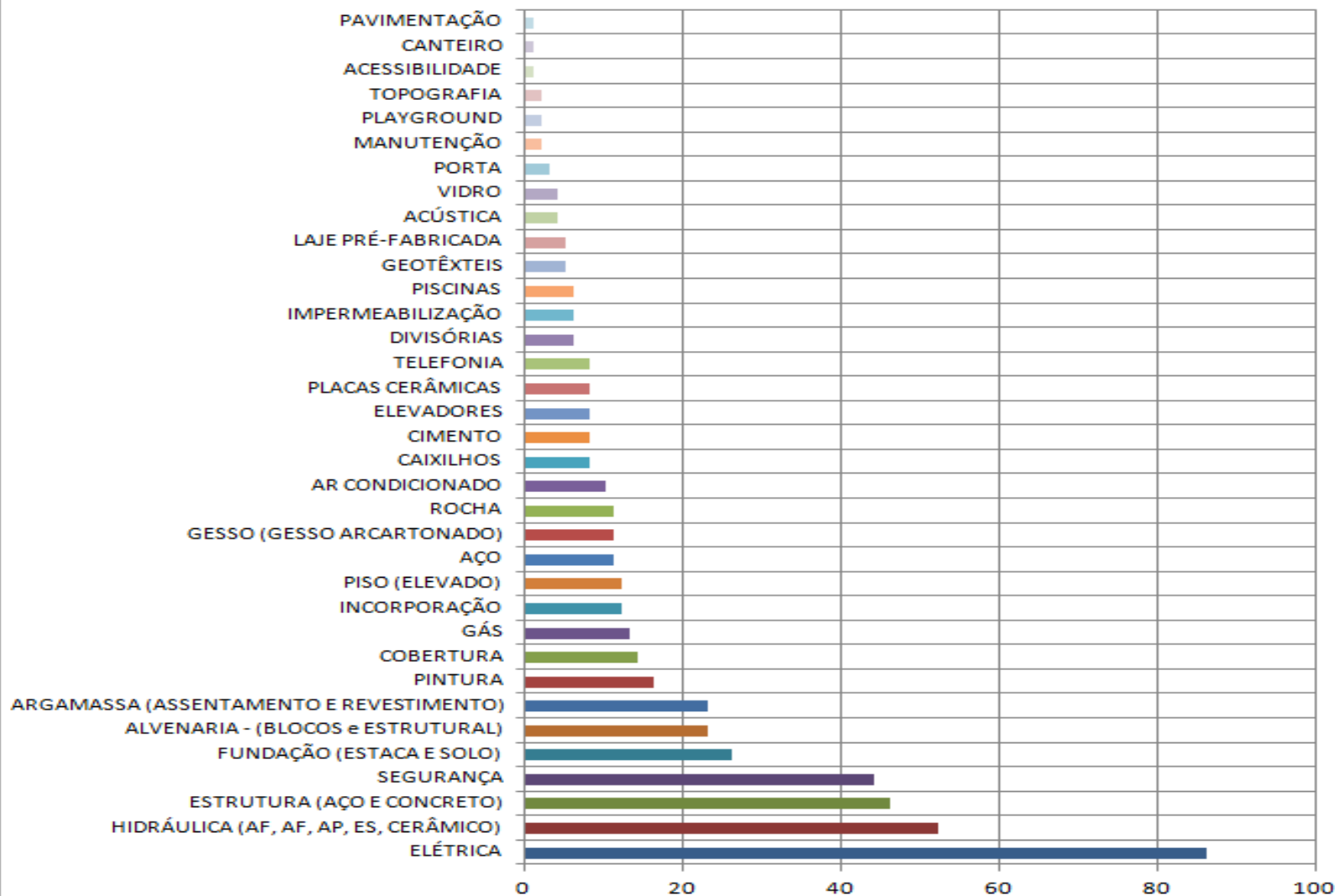


Fonte: Helene e Figueiredo (2003)

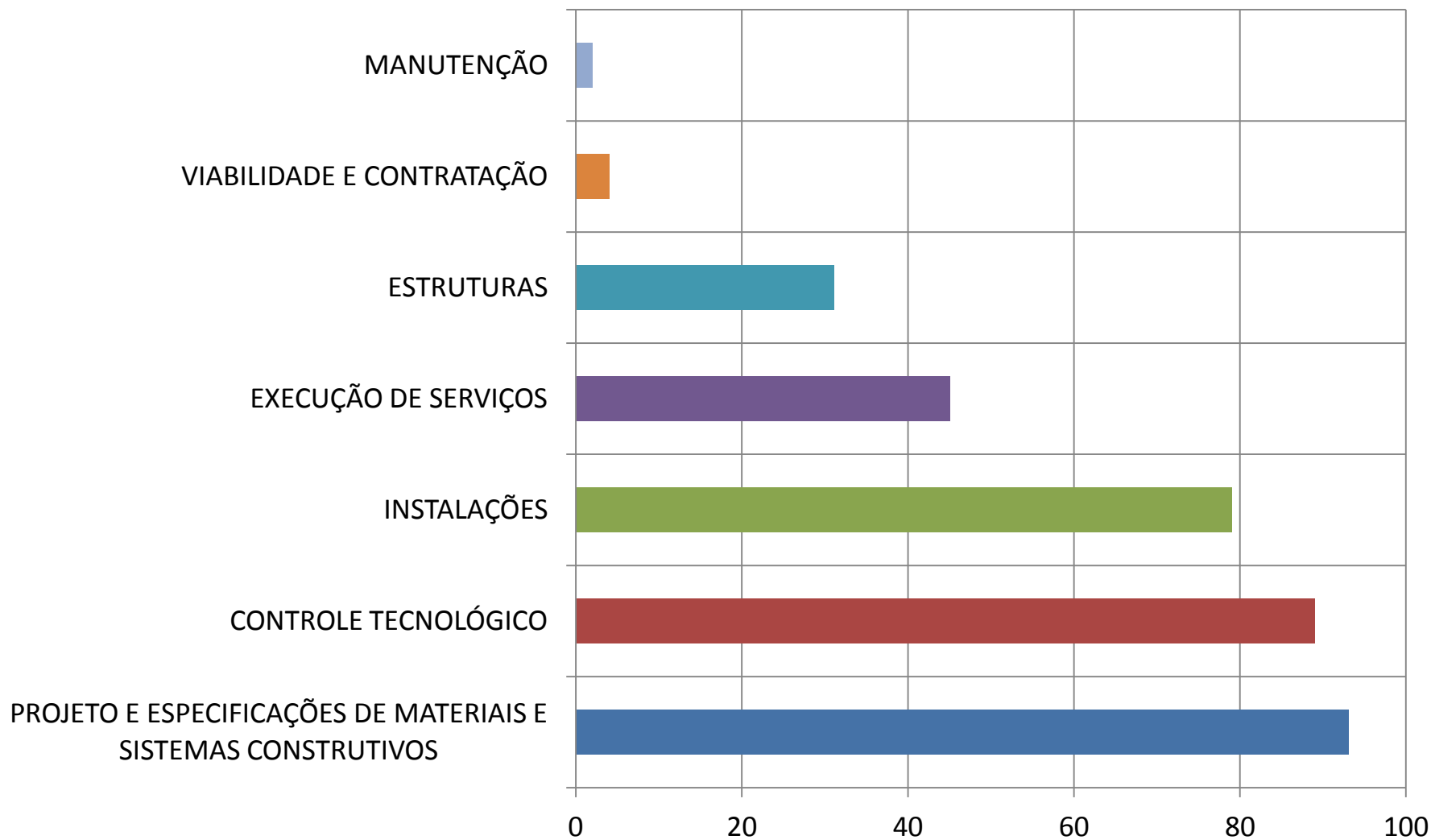
Quadro geral de normas NBR aplicáveis à construção de edifícios (até 2005)

	Tipo de norma	Q ^{tdade}	%
P P	Projeto e especificação de materiais e componentes	223	59
E	Execução de serviços	38	10
E	Controle tecnológico	106	38
U	Manutenção	2	1
	Total	375	100

NORMAS TÉCNICAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL - SECOVI - 2009



NORMAS TÉCNICAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL - UFSCar - 2012



Estudo de caso de falhas em 14 empreendimentos^(*)

(*) Cavalcanti, Guilherme Castelo Branco. Procedimentos de assistência técnica para empresas construtoras de edificações residenciais. Dissertação (Mestrado em Habitação: Planejamento e Tecnologia) - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Área de concentração: Planejamento, Gestão e Projeto. São Paulo, 2012.102p.

Tabela 1 – Caracterização dos empreendimentos dos estudos de caso

Empreendimento	Localização	Destinação	Ano de Entrega	Total de Unidades	Dorm.	Torres	Área Construída Total (m ²)
Emp. 1	São Paulo SP	Residencial	2006	264	4	4	58.101
Emp. 2	São Paulo SP	Residencial	2006	32	3	1	6.927
Emp. 3	São Paulo SP	Residencial	2006	188	3 e 4	3	39.927
Emp. 4	São Paulo SP	Residencial	2007	384	2	2	34.997
Emp. 5	São Paulo SP	Residencial	2008	288	2	2	26.402
Emp. 6	São Paulo SP	Residencial	2008	162	4	3	41.521
Emp. 7	São Paulo SP	Residencial	2008	184	1 e 2	1	18.499
Emp. 8	São Paulo SP	Residencial	2008	48	4	1	12.089
Emp. 9	São Paulo SP	Residencial	2008	297	2	3	19.071
Emp. 10	São Paulo SP	Residencial	2008	204	4	3	37.983
Emp. 11	São Paulo SP	Residencial	2009	400	4	4	70.869
Emp. 12	São Paulo SP	Residencial	2010	308	4	3	60.123
Emp. 13 *	S B C SP **	Residencial	2010	400	3	4	61.657
Emp. 14	Guarujá SP	Residencial	2011	288	2 e 3	3	45.092
Total 14 Obras				3.447			533.258

Fonte: Elaborada pelo autor

Legenda:

* Empreendimento com entrega por etapas. Consideradas 50% das unidades, torres e área construída total (m²)

** São Bernardo do Campo - São Paulo

Tabela 3 – Reclamações por períodos desde a entrega das áreas comuns

Empreendimento	Ano de Entrega	1ª Ano	2ª Ano	3ª Ano	4ª Ano	5ª Ano	Total 14 Obras
Emp. 1	2006	828	313	80	19	6	1246
Emp. 2	2006	81	62	33	12		188
Emp. 3	2006	522	192	40	6	1	761
Emp. 4	2007	290	88	31	9	21	439
Emp. 5	2008	232	170	15	11		428
Emp. 6	2008	521	204	56	22		803
Emp. 7	2008	82	103	15	4		204
Emp. 8	2008	160	56	13			229
Emp. 9	2008	189	69	10	4		272
Emp. 10	2008	441	89	34			564
Emp. 11	2009	577	149	60			786
Emp. 12	2010	520	98				618
Emp. 13	2010	479					479
Emp. 14	2011	70					70
Total 14 Obras		4992	1593	387	87	28	7087
% de Reclamações por Ano		70,4%	22,5%	5,5%	1,2%	0,4%	100,0%

Reclamações por período de entrega

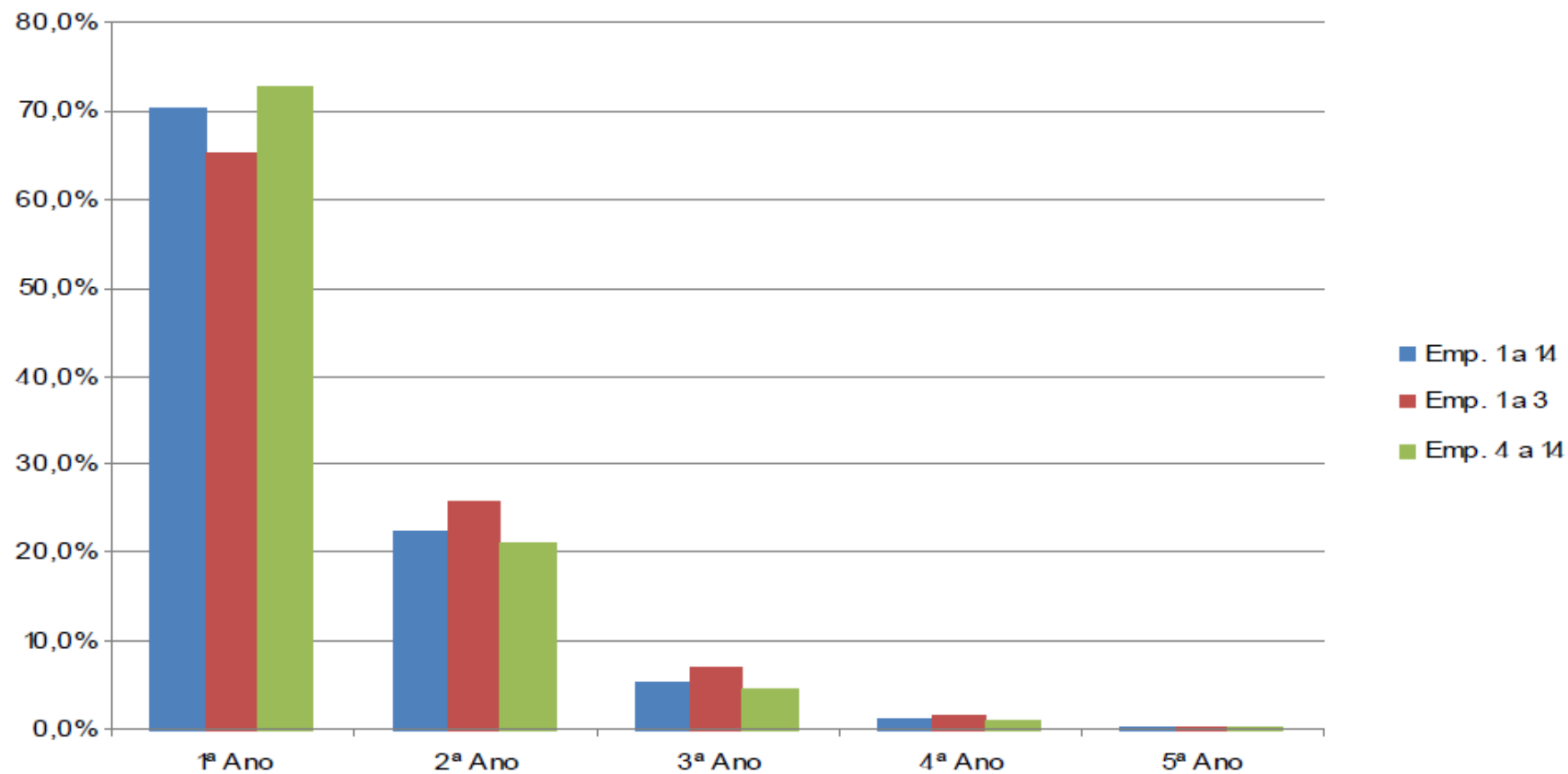
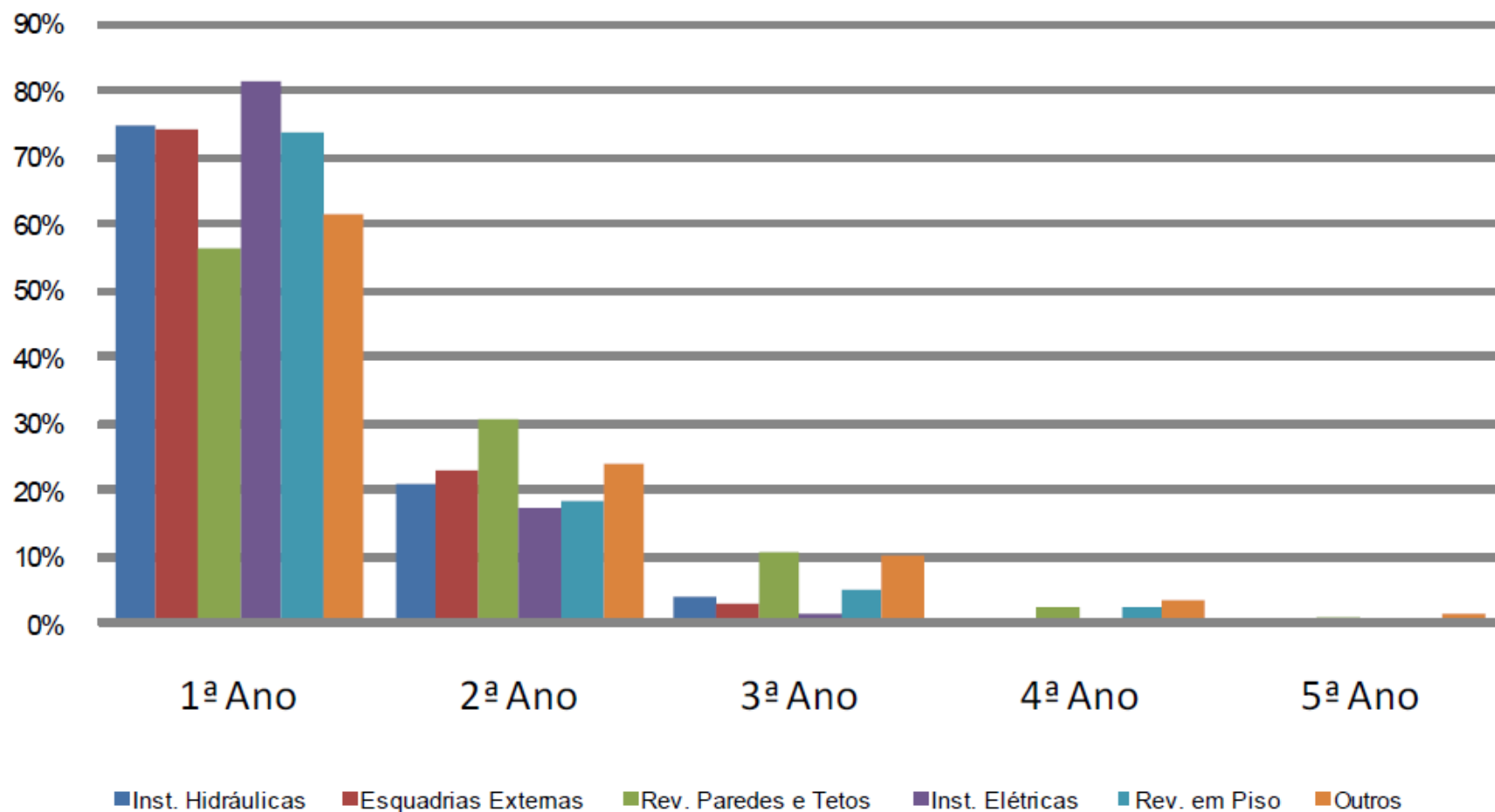
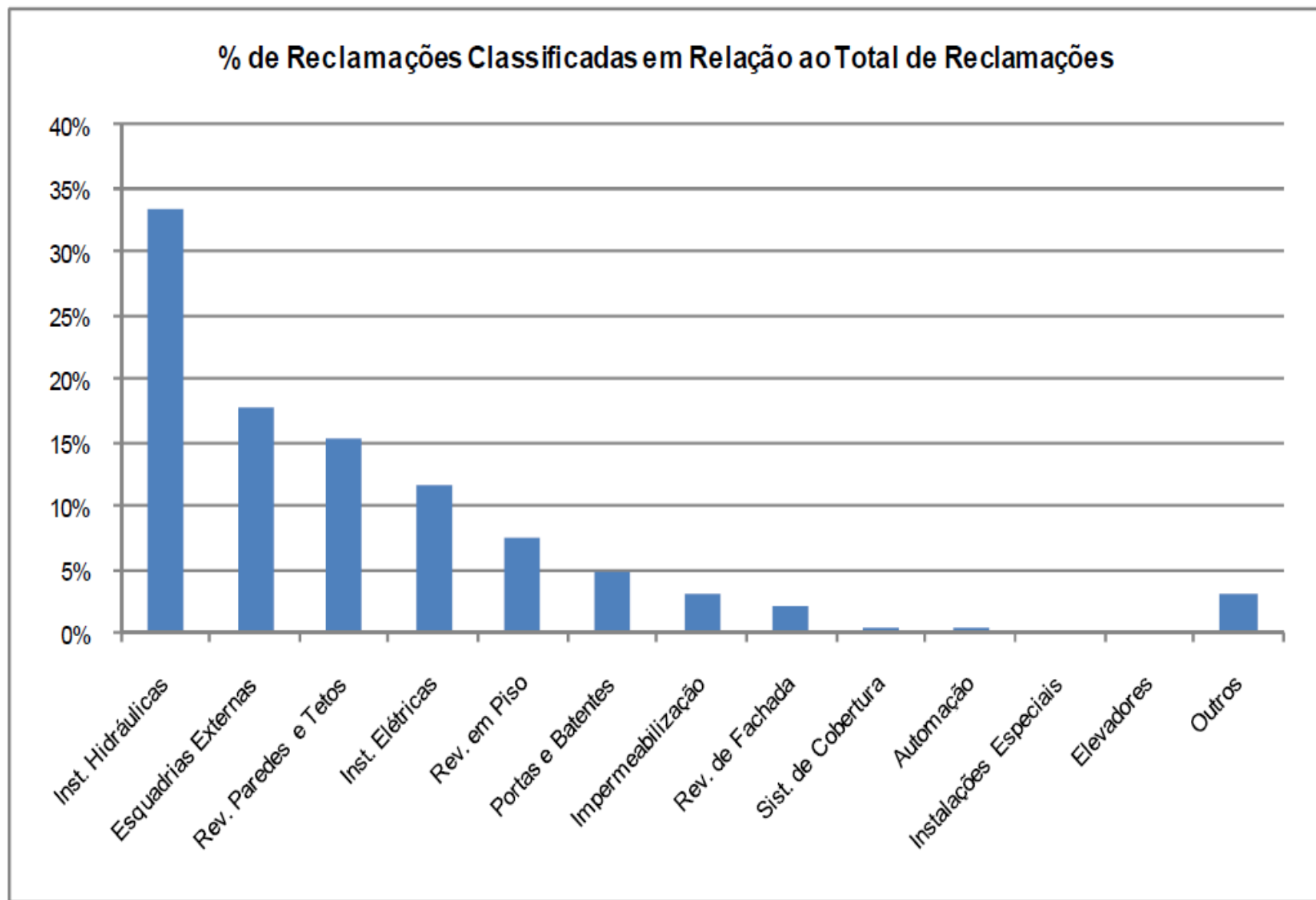


Tabela 8 – Reclamações classificadas por sistemas e por períodos

Sistemas	1ª Ano	2ª Ano	3ª Ano	4ª Ano	5ª Ano	Total 14 Obras	* Indexador
Inst. Hidráulicas	1766	496	93	12	1	2368	33,4%
Esquadrias Externas	931	285	39	3		1258	17,8%
Rev. de Paredes e Tetos	605	330	116	23	7	1081	15,3%
Inst. Elétricas	673	142	11	2	2	830	11,7%
Rev. de Piso	393	98	27	13	2	533	7,5%
Portas e Marcos	278	50	12	1		341	4,8%
Impermeabilização	83	84	33	13	12	225	3,2%
Rev. de Fachada	36	56	37	18	2	149	2,1%
Sist. de Cobertura	20	10	3	1		34	0,5%
Automação	26	1	2	1		30	0,4%
Instalações Especiais	15				2	17	0,2%
Elevadores	8					8	0,1%
Outros	158	41	14			213	3,0%
Total 14 Obras	4992	1593	387	87	28	7087	100,0%
% de Recl. por Ano	70,4%	22,5%	5,5%	1,2%	0,4%	100,0%	100,0%

Sistemas por Anos de Recorrência





Análise das falhas ocorridas em “hidráulica”

Sistema	Componente	Falha	1ª Ano	2ª Ano	3ª Ano	4ª Ano	5ª Ano	Total 15 Obras	% Falhas
Instalações Hidráulicas	Ralo	Entupido	147	33	2			182	47,6%
		Mau Cheiro	47	21	3			71	18,6%
		Quebrado	17	9	1			27	7,1%
		Vazamento	17	6	1			24	6,3%
		Trinca	10	7				17	4,5%
		Sujo	8	4	1			13	3,4%
		Limpeza	9	2	2			13	3,4%
		Infiltrando	1	5		2		8	2,1%
		Faltando	2	3	1			6	1,6%
		Outros	17	2	1			1	21
Total 14 Obras			275	92	12	2	1	382	100,0%
Percentuais por periodos			72,0%	24,1%	3,1%	0,5%	0,3%	100,0%	100,0%

Proposta:

Com base no histórico de reclamações e falhas corrigidas pela assistência técnica, foi proposto um procedimento de Inspeções Durante Fases de Obras – IDFO, onde a partir da falha de maior índice, que ocorre numa determinada fase de uma obra, uma equipe devidamente treinada faz uma inspeção de modo a identificar na obra a existência da falha e a corrige. Esta proposta foi testada em um conjunto de obras e o custo de intervenção foi bem menor, além de não refletir mais como “falha ou defeito” em obra entregue.

Quadro de Inspeções Durante Fases de Obra

Etapa	Tipo de Reclamação	Obras em Produção							
		Emp. 22	Emp. 21	Emp. 20	Emp. 19	Emp. 18	Emp. 17	Emp. 16	Emp. 15
Projeto	Infiltração subsolo	X		X					
Execução da Fundação	Infiltração subsolo		X						
Execução da Estrutura	Laje ondulada e desnivelada				X	X			
Execução das Vedações Verticais (alvenaria)	Fissuras					X			
Execução das Instalações Hidráulicas e Elétricas	Ralos entupidos						X	X	X
	Caixa acoplada - barulho / ajustes						X	X	X
	Conduíte obstruído						X	X	X
Execução da Impermeabilização	Ralos entupidos						X	X	X
	Falhas na impermeabilização						X	X	X
Execução do Revestimento	Fissuras						X	X	X
Execução da Pavimentação	Ralos entupidos						X	X	X
	Piso cerâmico sem caimento						X	X	X
	Piso intertravado sem caimento							X	X
	Piso elevado desestabilizado								X
Instalação das Esquadrias	Ajustes nas janelas						X	X	X
	Portas empenadas / com Broca						X	X	X
Execução da Pintura	Gradis oxidados							X	X
Execução da Limpeza	Ralos entupidos							X	X
Execução das Vistorias	Vistorias preparação entrega de chaves							X	X

Como melhorar o cenário?

Formação, Treinamento e Capacitação em Engenharia Diagnóstica

Especialização e capacitação para profissionais

IBAPE, IE

Extensão, especialização e pós-graduação

Universidades

Introdução à Engenharia Diagnóstica na graduação

Universidades

Formação qualificada em nível de graduação, cursos de Extensão, especialização e pós-graduação

Criação de cursos específicos de Engenharia Diagnóstica

- Extensão (120 hs)
- Especialização (360 hs)

Na pós-graduação (Mestrado e Doutorado) :

- Disciplina de Engenharia Diagnóstica
- Linha de pesquisa em Enga. Diagnóstica

Na graduação:

- Disciplina optativa (5^o ano) “Introdução á Enga. Diagnóstica (2 créditos)

Muito obrigado

Prof.Dr.Douglas Barreto

dbarreto@ufscar.br

(16) 3351 – 9668

(16)988169257

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
Departamento de Engenharia Civil**

Rod. Washington Luís, Km 235 - 13565-905 – São Carlos – SP

Fone/Fax: (16) 3351-8262

e-mail: deciv@ufscar.br - site: www.deciv.ufscar.br