CONSIDERAÇÕES QUANTO AOS RECURSOS APLICADOS NA RECUPERAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO NA REGIÃO AMAZÔNICA.

Paulo Aranha *[1]
Denise Dal Molin *[2]

RESUMO: O objetivo principal deste trabalho é apresentar e favorecer a discussão quanto aos recursos aplicados na recuperação - reparo e/ou reforço - de estruturas de concreto armado na Região Amazônica.
A análise dos casos de recuperação de 293 obras[1], que compõem o banco de dados do presente trabalho, permitiu observar que cerca de 60.00% dos serviços de recuperação de estruturas ocorreram em obras com idade inferior a 10 anos, o que reforça a assertiva quanto à deficiência do controle de qualidade na execução das estruturas.
Quanto aos recursos aplicados pode-se constatar, em função da idade do evento, que 37.43% do total levantado foram gastos nas obras com idade inferior a 10 anos. Ao extender-se a análise para um período de até 20 anos, este percentual atinge nada menos que 71.57% do total dos recursos aplicados. Infelizmente, também não se dispõe de levantamentos que abordem estes aspectos, o que impede o estabelecimento de análise comparativa às outras regiões do país; de qualquer forma, parecem extremamente elevados os valores aplicados na Amazônia, no que se refere à época das intervenções.

1. INTRODUÇÃO

Os valores apresentados neste trabalho, apoiado na assertiva de FIGUEIREDO[3], podem ser considerados bastante incompletos, pois não englobam, dentre outros, os custos relacionados à perda dos revestimentos, à reposição dos acabamentos, o custo social -paralisação das atividades desenvolvidas nas áreas sob intervenção- e os disperdícios. Considerando, entretanto, a quase inexistência de levantamentos que apresentem os valores aplicados na reparação das estruturas no Brasil e, principalmente, na Região Amazônica onde, seguramente, é o primeiro estudo realizado, os valores por hora relacionados revestem-se de especial importância para uma reflexão junto ao meio técnico-científico da Região.

2. CONSIDERAÇÕES QUANTO AOS RECURSOS APLICADOS NA RECUPERAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO NA REGIÃO AMAZÔNICA

2.1. DISTRIBUIÇÃO DOS RECURSOS APLICADOS EM FUNÇÃO DO TIPO DE OBRA ANALISADA

Na tabela 2.1 apresenta-se os valores aplicados em serviços de recuperação estrutural na Amazônia, em 293 obras do banco de dados do presente trabalho, ao longo de quase 17 anos, em função do tipo de utilização da edificação. Analisando-se os recursos aplicados, pode-se verificar que:

*1 *Arquiteto, M.Sc. pelo NORIE/UFRGS, Professor do Curso de Engenharia Civil da UNAMA*
*2 *Engenheia Civil, M.Sc. pelo NORIE/UFRGS, Professora da UFRGS e Doutora pela USP.*

a) nas obras com estruturas convencionais - residenciais, comerciais/serviço e institucionais- foram aplicados aproximadamente 53.00% dos recursos, e nas obras com estruturas especiais, 47.00%.. Esta verificação pode induzir à inexistência de grande diferença, quanto aos valores alocados para reparação das estruturas em função do tipo de estrutura -convencional ou especial-. Entretanto, ao observar-se o número de obras reparadas que possuem estrutura do tipo convencional, 74.72%, e as obras com estruturas do tipo especial, 25.28%, pode-se concluir que a recuperação das estruturas especiais necessitaram um volume de recursos bastante superior, quando comparado aos necessários para recuperação das estruturas convencionais;

b) as obras pertencentes ou sob jurisdição de órgãos públicos -institucionais; viadutos, pontes e trapiches; e praças esportivas- tiveram participação em 62.55% dos recursos alocados, enquanto que os custos para recuperação das obras pertencentes a particulares ou iniciativa privada representaram 37.45%. Observando a distribuição percentual do número de obras pertencentes a cada grupo - órgãos públicos (31.32%) e particulares (68.68%)- pode-se verificar que as obras pertencentes aos órgãos públicos, além de necessitarem de um volume de recursos bastante superior para sua recuperação, o custo médio por obra é também mais elevado quando comparado à média observada nas obras particulares;

c) os valores das médias -custo levantado por grupo de obras dividido pelo número de obras de cada grupo- observadas, principalmente nos grupos residenciais, comerciais/serviço e institucionais, podem indicar a tendência de acréscimo do volume de recursos necessários à reposição das condições originais das estruturas à medida em que é acrescido o número de pavimentos de cada obra e;

d) os valores médios observados nos grupos de obras pontes, viadutos e trapiches; e das praças esportivas, revelaram, dentre outros fatos, a necessidade das maiores somas de recursos para recuperação de suas estruturas. Nestes dois grupos de obras foram aplicados perto de 38.00% do total dos recursos levantados.

As constatações descritas nos itens ***a***, ***b*** e ***d***, permitem inferir ainda que, possivelmente, a falta de manutenção, a falta de controle na execução e de fiscalização das obras públicas são fatos presentes, que podem explicar os elevados percentuais observados, dentre outras possibilidades;

Diante das constatações efetuadas, pelo menos duas questõoes devem ser levantadas: *qual o volume de recursos aplicados em função da idade das edificações na época dos eventos ? e, qual a idade das edificações quando da realização das intervenções?*

Tabela 2.1 - Distribuição dos recursos aplicados, em dólares, na recuperação estrutural das obras na Amazônia, em função do tipo de obra vistoriada

Natureza das Edificações					
Estrut	**Uso**		**Nobras.**	**Recursos (US$)**	**Média (US$)*****
C * O N V E N C	R E S ****	RES-U-1	16	111.139,16	6.946,19
		RES-U-2	27	248.978,99	9.221,44
		RES-M-3	15	570.171,46	38.011,43
		RES-M-4	41	1.343.572,58	32.770,06
	D I V ****	DIV-CS-1	16	134.865,61	8.429,10
		DIV-CS-2	19	721.276,16	37.961,90
		DIV-CS-3	7	29.985,79	4.283,68
		DIV-CS-4	6	664.543,63	110.757,27
		DIV-OP-1	29	1.025.366,01	35.357,44
		DIV-OP-2	25	881.316,70	35.252,66
		DIV-OP-3	6	1.099.084,83	183.180,80
		DIS-OP-4	7	334.057,93	47.722,56
E ** S P	E S P ****	ESP-I-1	4	22.620,93	5.655,23
		ESP-I-2	4	48.798,36	12.199,59
		ESP-PV	18	2.659.689,24	147.760,51
		ESP-R	28	767.025,56	27.393,77
		ESP-A	4	51.081,06	12.770,26
		ESP-E	15	2.471.834,63	164.788,97
		ESP-DO	6	357.511,11	59.585,18
Total			**293**	**13.542.919,74**	**46.221,56**

* Obras com estruturas convencionais

** Obras com estruturas especiais

*** Média = Total de recursos aplicados por grupo de obra dividido pelo número de obras de cada grupo

**** Códigos: RES = residencial, DIV = estruturas convencionais, ESP = estruturas especiais, U = unifamiliar, M = multifamiliar, CS = comercio e/ou serviço, OP = obras públicas, I = industriais, PV = pontes e/ou viadutos, R = rservatórios, A = arrimos e DO = demais obras

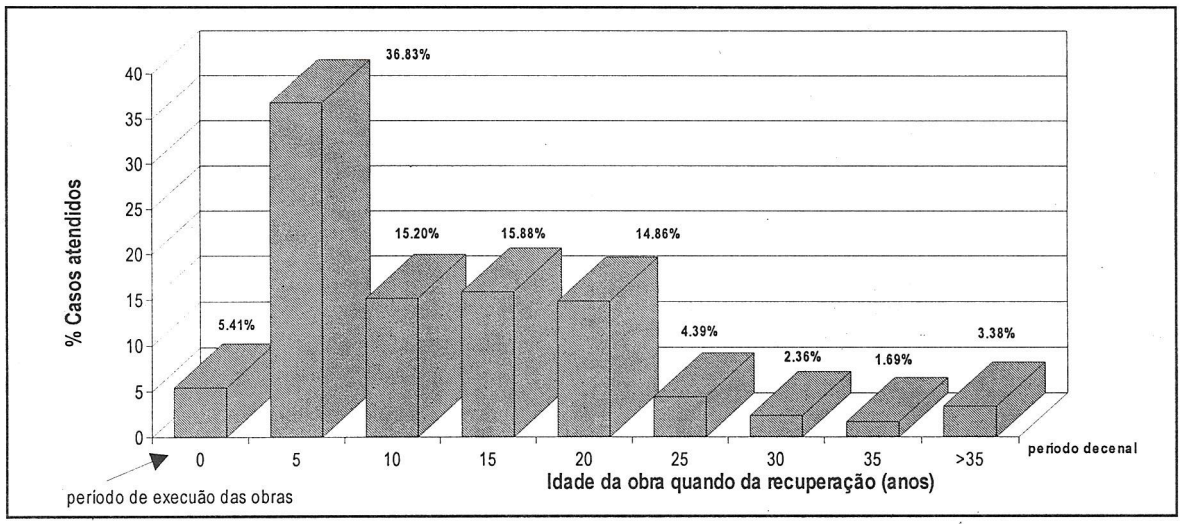

Figura 2.1 - Distribuição das intervenções nas estruturas em função da idade das obras na época do evento

2.2. DISTRIBUIÇÃO DOS RECURSOS APLICADOS EM FUNÇÃO DA IDADE DAS OBRAS ANALISADAS E DA ÉPOCA DO EVENTO

A partir do histograma apresentado na figura 2.1, distribuição das intervenções realizadas em função da idade das edificações frente a data das intervenções, pode-se verificar que:

a) quase 43.00% das intervenções realizadas se deram em obras que não possuíam 5 (cinco) anos de idade. Cabe ressaltar que 5.41% ocorreram em obras ainda na etapa de execução e

b) ao extender-se a análise para um período inferior aos 10 (dez) primeiros anos, o percentual de recuperação atinge quase 58.00% das intervenções. Para um período inferior aos 15 (quinze) primeiros anos o percentual acumulado atinge 73.32% e, para os 20 (vinte) anos iniciais, alcança nada menos que 88.18%.

A partir do histograma mostrado na figura 2.2, distribuição dos recursos aplicados para recuperação das estruturas em função da idade das edificações na época do evento, pode-se verificar que:

a) as recuperações efetuadas ainda na etapa de execução das obras representaram menos de 2.00% dos recursos levantados e

b) até os 5 (cinco) primeiros anos, foram aplicados 17.63%; nos 10 (dez) primeiros anos 37.43%; nos 15 (quinze) primeiros anos 53.40%; e nos 20 (vinte) primeiros anos 70.45%.

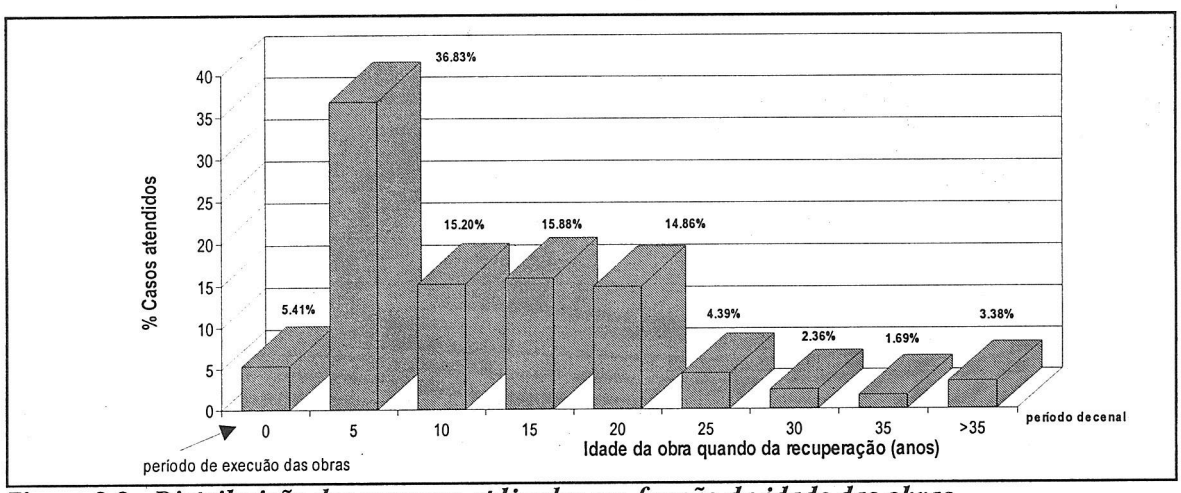

Figura 2.2 - Distribuição dos recursos aplicados em função da idade das obras

2.3. RECURSOS APLICADOS PARA RECUPERAÇÃO DAS ESTRUTURAS DAS EDIFICAÇÕES EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE PAVIMENTOS

Na tabela 2.2 apresentam-se os custos por metro quadrado aplicados para recuperação -reparos e/ou reforços- das estruturas dos diversos subgrupos de edificações térreas. A análise dos demais subgrupos ficou prejudicada pelo fato de ter-se efetuado o levantamento das áreas totais das edificações, as quais, em geral, superam significativamente as áreas das intervenções, gerando grande distorções nos resultados. Acredita-se que este tipo de estudo, cálculo dos valores médios aplicados por metro quadrado, deva ser realizado considerando-se apenas a área do pavimento onde foram realizadas as intervenções. Por esta razão deixa-se de apresentar o custo médio por metro quadrado para os demais subgrupos de obras.

Pela análise dos valores médios apresentados na tabela 2.2 pode-se inferir que:

a) o custo para recuperação das estruturas do grupo de obras ESP-PV, pontes, viadutos e trapiches, foi o mais elevado (US$ 72,23/m^2) Esta constatação, possivelmente, possa ser explicada pelo fato dessas obras não receberem qualquer tipo de manutenção, ao longo das primeiras idades. Quando da realização das intervenções para recuperação dos danos, os processos de deterioração encontravam-se bastante avançados. Outra possibilidade reside no elevado custo dos equipamentos (andaimes, plataformas, etc...) necessários para o acesso das áreas a serem tratadas;

b) o segundo maior valor observado (US$ 56.56/m^2), para as obras pertencentes às instituições públicas, reforça mais uma vez a assertiva quanto à deficiência da fiscalização e/ou falta de controle da execução das obras desse subgrupo;

c) o terceiro maior custo, US$ 43.04/m^2, observado no grupo de obras residenciais unifamiliares térreas, pode ratificar as hipóteses levantadas quanto à deficiência de investigação do sub-solo onde encontravam-se assentes as fundações, à ausência de projetos da estrutura e ao estabelecimento de procedimentos equivocados e/ou descuido quando da execução das fundações e das estruturas;

d) os subgrupos DIV-CS-1 (US$ 17,69/m^2) e ESP-I-1 (US$ 30.46/m^2) apresentaram os menores custos para recuperação das estruturas. Este fato, possivelmente, possa ser explicado pelas próprias características arquitetônicas dessas obras, em geral, galpões com emprego de estruturas mistas (aço e concreto) e

e) o valor médio levantado no grupo de obras esportivas, em torno de US$ 40,00/m^2, pode ser explicado pelos mesmos motivos comentados no grupo ESP-PV. Em geral, a recuperação dos danos das estruturas são efetuadas após decorridos muitos anos do início do processo de deterioração, e quase sempre quando as condições de utilização estão comprometidas devido à redução dos coeficientes de segurança da estrutura.

Tabela 2.2 - Custo médio, em dólares, por metro quadrado aplicado na recuperação das estruturas, em função do tipo de obra

Subgrupo	N obras	Recursos (US$)	Área (m^2)	Custo/m^2
RES-U-1	16	111.139,16	2.581,80	43,04
DIV-CS-1	15	129.384,08	7.313,00	17,69
DIV-OP-1	29	1.025.366,01	18.128,52	56,56
ESP-I-1	4	22.620,93	742,45	30,46
ESP-PV	18	2.659.689,24	36.819,59	72,23
ESP-E	15	2.471.834,63	62.205,60	39.73
Amazônia	**97**	**6.420.034,05**	**127.790,96**	**50,24**

Na tabela 2.3 e na figura 2.3 encontram-se agrupados os custos, por metro quadrado, empregados na reabilitação das estruturas, em função da idade da edificação, quando da realização das intervenções. Pela análise dos valores observados, pode-se inferir que:

a) no subgrupo residencial (RES-U-1)

- o elevado custo médio observado, ainda na etapa de construção da obra (US$ 175,25/m^2), pode ser explicado pela execução de reforços na fundação e na estrutura em conseqüência de alterações efetuadas na arquitetura sem autorização dos projetistas, o que gerou a necessidade de execução dos reforços mencionados.

- os custos observados nas obras com idade até cinco, dez, quinze e vinte anos foram quase sempre associados aos danos nas fundações e degradação evolutiva da estrutura.

- o baixo custo observado na edificação pertencente à faixa de idade até vinte e cinco anos corresponde a serviços de reparos localizados.

- em geral, as intervenções são realizadas nas primeiras idades (menos de quinze anos), e estão relacionadas quase sempre a deficiências nos sistemas de fundação, e como as correções não são realizadas no início dos processos de deterioração, o custo médio de reparação tende a ser cada vez maior, com o passar dos anos.

b) no subgrupo DIV-CS-1

-o elevado custo, ainda na etapa de execução das obras, pode ser explicado pelos mesmos motivos descritos no item a (subgrupo RES-U-1).

- a dispersão dos custos médios, nas diversas idades das edificações, não permite concluir a respeito da evolução dos custos de recuperação das obras.

c) no subgrupo DIV-OP-1

- o elevado custo médio de recuperação, observado nas edificações com idade superior a trinta e cinco anos (US$ 92,14/m^2), pode ser justificado pela necessidade de intervenções profundas com o objetivo de repor a estabilidade estrutural de edificações seculares que encontravam-se totalmente abandonadas.

- ocorre uma tendência de decréscimo no valor do custo médio de recuperação. Esta constatação reflete a necessidade da realização de intervenções profundas ainda nas primeiras idades, principalmente, devido a não observação aos projetos e pelo estabelecimento de procedimentos impróprios na etapa de execução.

d) no subgrupo DIV-I-1

- existe uma tendência evolutiva dos custos médios de recuperação. Embora o número de obras analisadas seja bastante reduzido, acredita-se que esta tendência possa refletir, dentre outros aspectos, o possível desgaste das estruturas na presença de ambientes mais agressivos. Como, em geral, não é dada a atenção devida aos serviços de manutenção, o custo de recuperação tende a ser acrescido, significativamente, com o passar dos anos.

e) no subgrupo ESP-PV

- ocorre uma tendência de crescimento do custo médio de recuperação até os 20 (vinte) anos de idade. Possivelmente, esta constatação reflete a falta de inspeção de rotina nas obras, e a não execução dos serviços de reparação nas primeiras idades após a instalação dos processos de deterioração. A associação dessas condutas faz com que o custo médio das intervenções cresça rapidamente, conforme pode ser observado.

f) no subgrupo ESP-E

- existe uma forte evolução dos custos médios de recuperação. Esta verificação é perfeitamente aceitável quando observa-se que, na região, as intervenções nas estruturas somente são realizadas quando existe risco de acidentes ou o grau de deterioração torna-se insustentável; como conseqüência tem-se o aumento dos custos médios com o passar dos anos.

Tabela 2.3 - Distribuição do custo médio, em dólares, por metro quadrado aplicado na recuperação das estruturas, em função do tipo e idade da obra, frente a época das intervenções.

	USO RES-U-1		DIV-CS1		DIV-OP-1		ESP-I-1		ESP-PV		ESP-E	
Idade	N*	US$/m^2**	N	US$/m^2	N	US$/m^2	N	US$/m^2	N	US$/m^2	N	US$/m^2
0	1	175.23	2	108.16					1	7.69		
5	5	15.57	6	27.04	13	85.95	1	14.22	1	57.74		
10	2	23.13			5	64.65			2	19.10		
15	5	62.22	2	4.83	2	49.14	1	21.92	1	134.88	8	37.81
20	2	36.44			6	22.94			4	276.89	1	22.85
25	1	3.25	1	0.85			1	82.04	2	62.05	3	45.87
30			1	0.77					5	154.23		
35									1	209.49		
>35			2	5.37	3	92.14	1	80.26	1	30.26	1	48.05

* N = número de obras

** US$/m^2 = dólares por metro quadrado

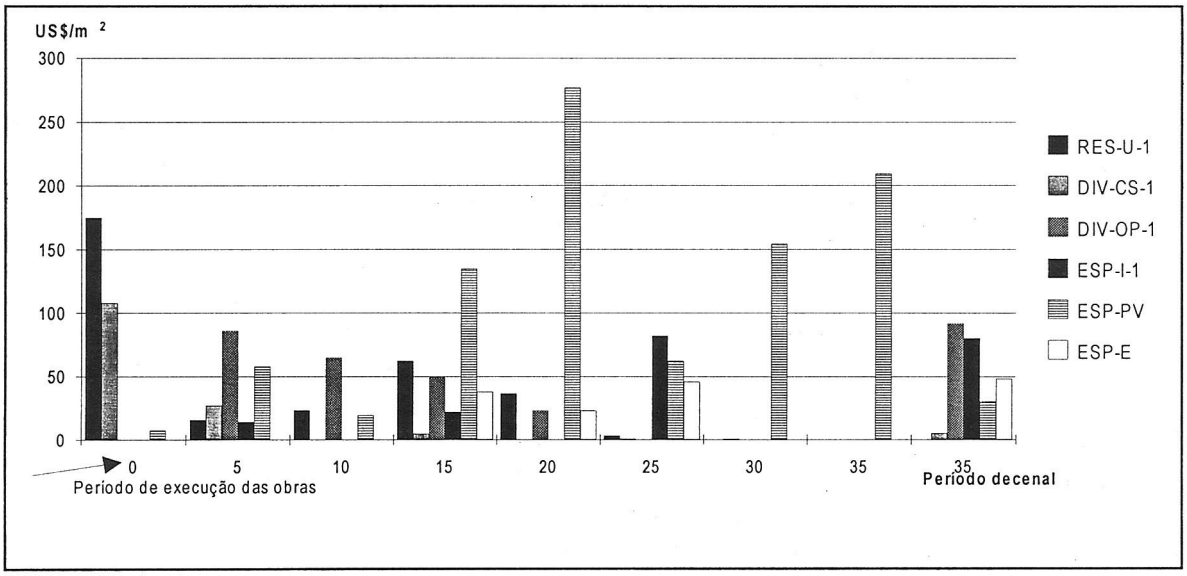

Figura 2.3 - Custo médio, em dólares, por metro quadrado aplicado na recuperação das estruturas, em função do tipo e idade da obra, frente à época das intervenções

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como foi salientado anteriormente, os valores discutidos não englobaram os custos indiretos que, inevitavelmente, surgem a cada intervenção para reparo ou reforço de uma estrutura. Embora possam surgir críticas quanto aos critérios adotados, para quantificar e analisar os custos aplicados na recuperação das estruturas na Amazônia, o presente trabalho serve como ponto de partida. Reforça-se, mais uma vez, que pouco ou quase nada no Brasil tem sido pesquisado nesta direção, daí a relevância dos valores por ora apresentados.

Pela análise desenvolvida fica claro que as obras sob jurisdição de órgãos públicos têm sido responsáveis pelos maiores montantes aplicados na recuperação das estruturas na Região.

A análise dos casos de recuperação de 293 obras, que compõem o banco de dados do presente trabalho, permitiu observar que cerca de 60.00% dos serviços de recuperação de estruturas ocorreram em obras com idade inferior a 10 anos, o que reforça a assertiva quanto à deficiência do controle de qualidade na execução das estruturas. CALAVERA[2], através da catalogação de diversos casos atendidos pelo Instituto Técnico de Materiales y Construcciones, na Espanha, apresenta valores bastantes diferentes e bem mais diluídos.

A figura 3.1, elaborada a partir do banco de dados e dos dados apresentados por CALAVERA [2], permite verificar que:

na Amazônia o número de casos de recuperação das estruturas, durante a etapa de execução (5.41%), à nível percentual, corresponde a menos da metade dos casos atendidos na Espanha (11.00%). Esta verificação, diante da "pouca" preocupação revelada ao longo das análises desenvolvidas na pesquisa quanto ao controle de execução das estruturas, pode, possivelmente, significar que os danos nesta etapa não sejam solucionados de forma adequada, sendo encobertos por qualquer tipo de revestimento.

o elevado percentual observado nos primeiros 10 anos de idade das estruturas (52.03%), quando comparado ao mesmo período das obras espanholas (24.00%), mostrou-se extremamente elevado. Esta constatação pode demonstrar, dentre outros aspectos, a necessidade de realização de intervenções para reforço ou reparos bastantes extensivos nas estruturas já nas primeiras idades das estruturas.

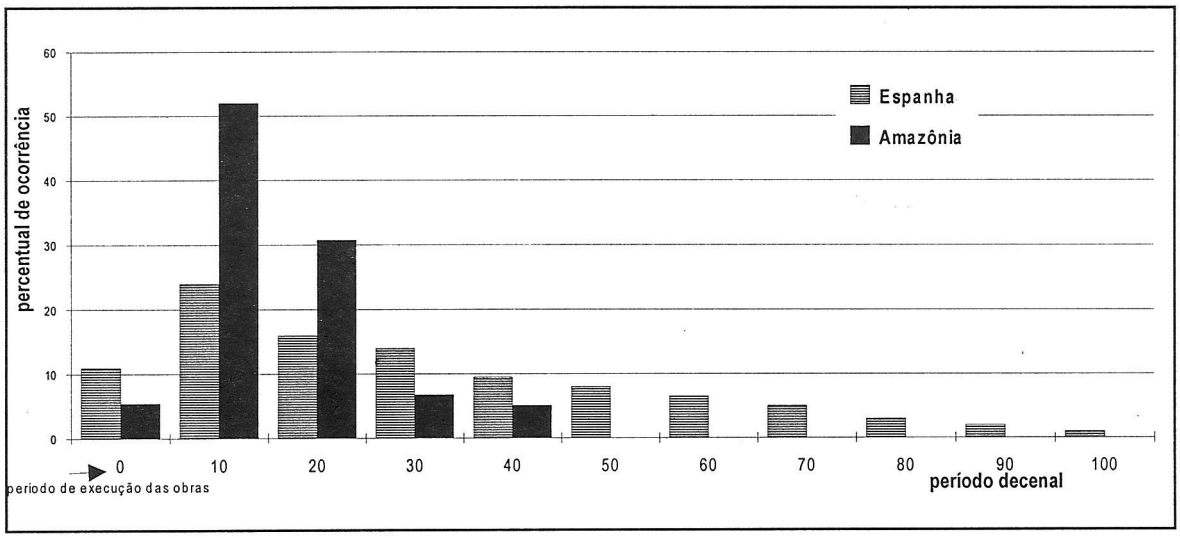

Figura 3.1 - Distribuição percentual das ocorrências, em função da época do evento, na Amazônia e na Espanha.

Quanto aos recursos aplicados pode-se constatar, em função da idade do evento, que 37.43% do total levantado foram gastos nas obras com idade inferior a 10 anos. Ao extender-se a análise para um período de até 20 anos, este percentual atinge nada menos que 71.57% do total dos recursos aplicados. Infelizmente, também não se dispõe de levantamentos que abordem estes aspectos, o que impede o estabelecimento de análise comparativa às outras regiões; de qualquer forma, parecem extremamente elevados os valores aplicados na Amazônia, no que se refere à época das intervenções. Segundo HELENE[4], a expectativa de vida útil de uma estrutura deve situar-se entre 50 e 100 anos, dependendo do tipo de edificação, das condições de utilização e tipos de exposição. Há de ser questionado como as estruturas inseridas na Amazônia haverão de responder a estes longos períodos de uso.

Por fim, cabe salientar a necessidade de prosseguimento e aprofundamento do estudo, na busca de maiores informações que possam auxiliar o meio técnico na prevenção e correção das manifestações patológicas nas estruturas de concreto, para que se possa atingir um nível mais satisfatório.

4. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

1. ARANHA, Paulo. **Contribuição ao estudo das Manifestações Patológicas em Estruturas de Concreto Armado na Região Amazônica**. Porto Alegre, 1994, 161 p. Dissertação de (Mestrado em Engenharia) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS,.
2. CALAVERA RUIZ,J. Patologia de estruturas de hormigon armado. In: I Congresso Latino Americano de Patologia de la Construccion y III de Control de Calidad, 1991, Cordoba. **Anais**... Cordoba: COMPAT, 1991, 2v. v.1, 32 p.
3. FIGUEIREDO, E.J.P. **Avaliação do desempenho de revestimentos para proteção da armadura contra a corrosão através de técnicas eletroquímicas - contribuição ao estudo de reparo de estruturas de concreto armado**. São Paulo, 1994. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo.
4. HELENE, P.R.L. **Contribuição ao estudo da corrosão em armaduras de concreto armado**. São Paulo, 1993, 231p. 75 Tese (Livre-Docência) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.