

1. INTRODUÇÃO

Na maior parte das empresas a função dos engenheiros passa por gerir projectos. A Gestão de Projectos pode ter várias definições, várias dimensões, custos ou até mesmo o período de duração pode variar bastante.

1.1. Conceitos

O conceito de Gestão de Projectos passa por um processo de planeamento, execução e controlo de um projecto desde o início até à sua conclusão. Têm que se obter meios humanos, financeiros e recursos técnicos para conseguir concretizar o projecto dentro do limite temporal previsto, com a qualidade e custo exigidos e assim chegar ao melhor resultado possível. A qualidade, custos e prazos estão intimamente envolvidos no desenrolar de qualquer projecto.

Esta área está muito ligada à engenharia e produção, muitos autores estão debruçados sobre este assunto e têm a respectiva definição sobre a Gestão de Projectos, segundo Maria Antónia Carravilla, no ano de 2006, um projecto é um conjunto de actividades inter-relacionadas cuja realização procura satisfazer um conjunto de objectivos organizacionais. Por outro lado, na opinião de Carlos Mata, no ano de 2002, “Um projecto pode-se definir como um conjunto de actividades, implicando a utilização de recursos diversos, executadas para levar a cabo um determinado objectivo”. Carlos Mata defende ainda que um projecto “é um conjunto de actividades de planeamento, coordenação da execução e controlo que visa garantir o bom desenvolvimento do projecto e o cumprimento dos objectivos de projecto (“qualidade”, “prazos” e “custos”)”.

É dever do Gestor de Projectos planear tudo o que está relacionado com o projecto, organizar as tarefas e distribuí-las pelos intervenientes ou colaboradores. Tem também funções muito importantes no decorrer do projecto, coordenar e controlar as actividades desenroladas pelos colaboradores do projecto para que tudo seja de acordo com o que se planeou e coordenou no início. Por vezes tem que existir a coordenação entre diversos departamentos dentro da mesma empresa para se conseguir concluir o projecto, portanto, estão envolvidos vários Gestores de Projecto e para que os vários projectos possam terminar e obter o sucesso é determinante um bom relacionamento e coordenação entre todos os envolvidos, carece portanto de um bom relacionamento entre os diversos departamentos que o Gestor deve garantir e preservar.

Ao Gestor de Projectos é exigida uma boa capacidade de comunicação, só assim se pode explicar e conseguir passar a mensagem tanto para os seus colaboradores dentro do projecto como para os clientes ou ainda para os patrocinadores. O diálogo entre todos os colaboradores é importante para que as atenções não sejam desviadas para tarefas paralelas desnecessárias. Deve existir uma troca de informação constante para garantir o desenrolar do projecto e a coordenação entre as diferentes tarefas.

Uma das grandes dificuldades, talvez a maior, é conseguir verba para que o projecto seja levado a cabo, o cliente perde a confiança no projecto e abdica do mesmo, por vezes leva ao fracasso de muitas horas de trabalho. Para evitar tal reacção o Gestor de Projectos deve conseguir patrocínios e publicitar o projecto para que seja concluído com sucesso.

Um projecto deve obedecer a uma estrutura típica. Qualquer projecto tem um início, onde se definem as linhas orientadoras, se traçam os objectivos principais e onde se acerta o orçamento para o projecto. A partir do momento que esta etapa esteja concluída, pouco mais deve ser alterado pelo Gestor, portanto o grande volume de trabalho do Gestor está concentrado no início do projecto.

Todos os passos, condições, documentação e tudo o que envolve o desenrolar do projecto deve ser bem esclarecido e compreendido por todos os que estão envolvidos no projecto. Tudo deve estar documentado e assinado pelo cliente e Gestor de Projecto. Na fase, Especificação, é onde se traçam as linhas que vão orientar o projecto e que devem ser seguidas pelos colaboradores.

A etapa seguinte denomina-se Concepção, nesta fase o projecto começa a ganhar corpo por mãos de especialistas na área em análise. São utilizados gráficos, relatórios, maquetas ou ainda protótipos que ilustrem o que se pretende executar.

A Construção é talvez a etapa mais importante de todo o projecto, nesta etapa cria-se condições para se aplicar o produto. É aqui que aparecem os imprevistos, a falta de material, as pessoas escolhidas para desenrolar as tarefas podem mostrar fragilidades e desconhecimento da matéria.

Durante esta fase, por vezes, surge a necessidade de se proceder a ajustes no que foi inicialmente planeado. Os maiores problemas estão associados a esta etapa porque o que está definido em projecto pode não ser aplicável, os fornecedores podem falhar, ou ainda, o patrocinador deixa de acreditar no projecto e corta o financiamento.

Depois de construído o produto deve ser Implementado, só com esta fase se pode verificar e validar todo o trabalho que se fez no passado. A Implementação é uma etapa importante na medida em que todo o trabalho e esforço da equipa que envolve o projecto são ou não validados. É também nesta fase que se pode confrontar o projecto com o produto, o projecto pode estar associado a um determinado produto que na realidade é impraticável e dar origem a um semelhante que cumpra os critérios estabelecidos.

Contudo, a etapa final é muitas vezes deixada de lado, a Operação consiste em ter a certeza de que o projecto foi um sucesso e deve incluir um relatório final onde devem constar todas as despesas, tal como as dificuldades sentidas durante todo o processo. Esta etapa é importante para se aplicarem as experiências adquiridas em possíveis melhorias do produto ou para futuros projectos. O registo do que se passa ao longo de todas as etapas do projecto é importante para uma posterior análise e debate acerca das possíveis melhorias e assim analisar também o desempenho das pessoas intervenientes no projecto. O registo das actividades desenvolvidas é uma grande ajuda para as pessoas que possam vir a integrar o projecto a meio e assim obtém a informação do que se fez no passado.

O gestor de projectos deve escolher a equipa que mais se adequa ao projecto em causa, a contratação de técnicos qualificados e com experiência profissional na área do projecto são sempre uma mais valia para o sucesso do projecto, no entanto, o valor a pagar por estas pessoas por vezes não é suportável. Também os materiais e maquinaria necessária devem ser criteriosamente adquiridos para que não falhe a meio do projecto, é preferível haver um bom investimento inicial do que andar a improvisar e se correr mal os custos podem ser bastante superiores. Portanto o aprovisionamento de materiais e contratação do pessoal são factores muito importantes porque uma interrupção não programada pode condenar o projecto. Adicionar novas pessoas ao projecto provoca atrasos, estes carecem de formação e adaptação aos métodos de trabalhos imprimidos pelo gestor para o projecto em causa.

Os níveis de qualidade e de execução estão muito relacionados com estes dois itens. O gestor de projecto tem que trabalhar com muitas restrições e conseguir solucioná-las, ou até mesmo prever os problemas para que não seja apanhado desprevenido. Este deve ainda organizar o trabalho e distribuir as tarefas de forma a rentabilizar ao máximo os meios disponíveis, as dependências devem ser evitadas para que os atrasos sejam mínimos.

Durante o decorrer do projecto o gestor deve adoptar técnicas, meios ou métodos para controlar, coordenar as actividades envolvidas. O Gestor de Projecto deve ter uma noção do tempo necessário para realizar cada tarefa, custo associado e recursos necessários para fazer uma estimativa global. Na representação gráfica, (ver figura 8) é mais claro e perceptível a sequência das actividades, as relações de precedência e a previsão da conclusão do projecto. As tarefas por vezes estão associadas ou interligadas, uma representação da sequência destas é importante porque pode acontecer que uma actividade só pode iniciar depois de outra terminar. Estas considerações são importantes para o planeamento do próprio projecto e coordenação de meios e materiais.

Uma boa gestão dos recursos humanos é essencial, na medida em que sem pessoas nada se faz. O gestor de projecto deve conseguir motivar e integrar ao máximo todas as pessoas envolvidas, gerir da melhor forma possíveis conflitos, zelar pelo bem-estar e qualidade de vida destes para que o projecto nunca seja penalizado ou prejudicado.

1.2. Estrutura do trabalho

Este trabalho destina-se ao estudo de optimização dos tempos de um projecto para implementar uma estação de rede móvel. Sendo assim, existe uma breve apresentação da empresa prestadora de serviços que é a mais beneficiada com o presente estudo. Apresenta-se o referido projecto de uma forma sucinta com a descrição das tarefas inerentes a cada fase do projecto. Nesta fase são descritas as tarefas e os tempos acordados entre a empresa prestadora de serviços e a operadora móvel. São apresentados alguns excertos do projecto de implementação da estação e algumas fotografias de estações urbanas e rurais, (ver figuras 1, 2 e 3). Com o histórico dos tempos utilizados para as várias tarefas nas vinte estações em estudo através do método do Caminho Critico determina-se o tempo de duração para uma garantia de conclusão de 95%. Analisam-se os dados e tiram-se as conclusões possíveis para este estudo.

2. APRESENTAÇÃO DO PROJECTO

Este trabalho tem como objectivo principal o estudo e por consequência a optimização dos tempos de execução das tarefas respeitantes á instalação de uma estação de telecomunicações móveis em espaços rurais ou urbanos, (ver figuras 1 e 2).



Figura 1. Estação urbana



Figura 2. Estação rural

2.1. Apresentação da empresa

A operadora tem três empresas prestadoras de serviços que tratam desde a contratação até á ligação de energia definitiva. A empresa em estudo tem o seu volume de trabalho mais concentrado na zona centro, desde Lisboa inclusive até ao Porto. Esta empresa presta serviços na área da manutenção e troca de equipamentos. A operadora renova os contratos com as empresas prestadoras de serviços de dois em dois anos. Todos os preços dos serviços prestados são previamente acordados, aquando da renovação de contrato. Todas as empresas que possivelmente venham trabalhar para a empresa prestadora de serviços carecem de aprovação por parte de operadora de rede móvel. No caso de se realizar um trabalho que não conste no contrato, o valor a pagar pelo serviço será acordado pelas partes.

Esta empresa prestadora de serviços, para além de actuar no território nacional, tem também negócios na área das telecomunicações fora do país, Bélgica, França, Angola e Moçambique. A experiência adquirida fora de portas é sempre um benefício para se melhorar e evoluir em termos técnicos e assim contribuir para um melhor e mais eficaz prestação.

2.2. Descrição do projecto

A operadora móvel adjudica a outras empresas subcontratadas todos os procedimentos e contactos a realizar com o intuito de contratar o local para instalar a referida estação até á fase de ligação de energia. Para se instalar uma estação de telecomunicações móveis, a operadora informa a empresa prestadora de serviços da possibilidade de dois ou três locais candidatos para a instalação. O prestador de serviços deve contactar o proprietário do terreno com a finalidade de chegar a um acordo entre a operadora e o proprietário do terreno. Para que o terreno seja um candidato válido é necessário que esteja registado na conservatória local e que o proprietário ou proprietários estejam de acordo em alugar o espaço, (ver figura 3). No caso de se tratar de uma estação urbana, normalmente o local de implementação é o topo de um prédio (ver figura 4), neste caso todos os condóminos devem estar a favor do aluguer para que seja celebrado o contrato. Os candidatos são identificados por ordem alfabética e caso não se consiga chegar a acordo com o candidato A tem que se passar para o candidato B. Muitas vezes a falta de entendimento tem origem na escassez de informação e as pessoas ainda afirmam que este tipo de antenas é prejudicial para a saúde, no entanto não existe nenhum documento que confirme este dito malefício. Depois de acordado o valor da renda e a área a alugar, é assinado um contrato entre as duas entidades.

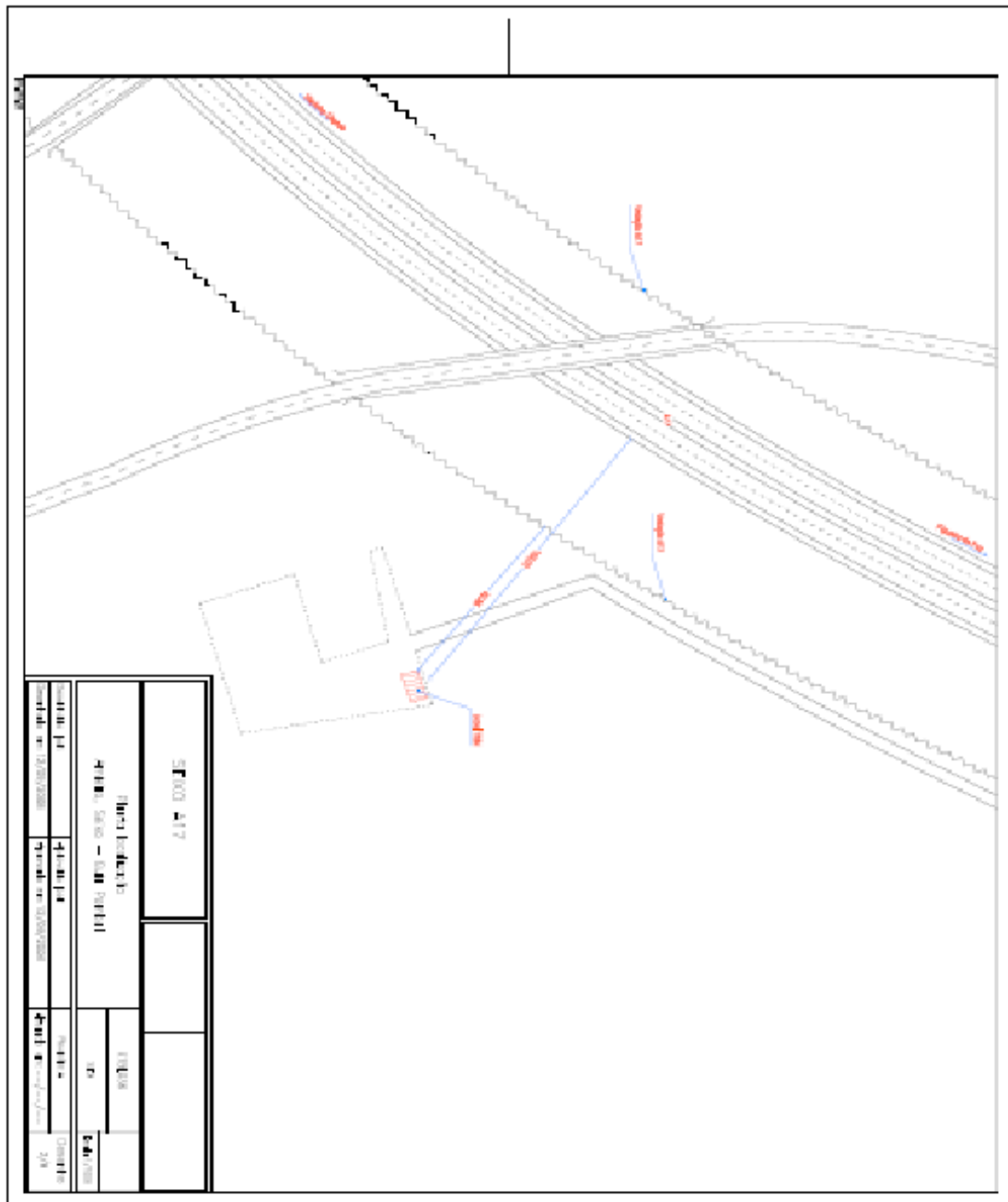


Figura 3. Planta de implementação no terreno de uma estação de rede móvel rural

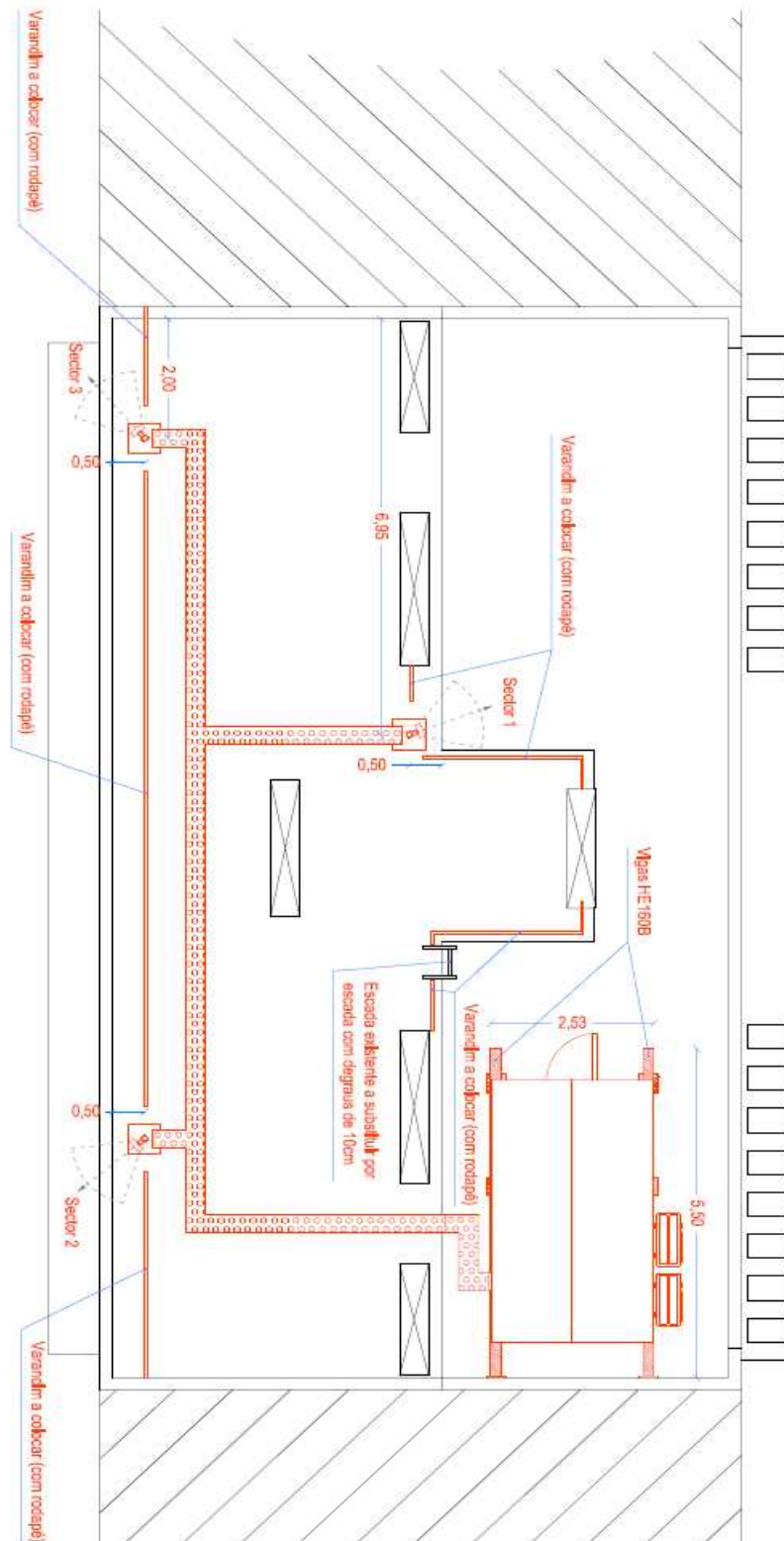


Figura 4. Planta de uma estação de rede móvel urbana

Assim que o contrato está assinado é necessário elaborar um projecto de construção civil e apresentar junto da Câmara Municipal local um pedido de autorização municipal. A Câmara Municipal tem um prazo para avaliar o projecto e dar o seu parecer, no caso de avaliar o projecto dentro do prazo, pode diferir ou indeferir o pedido. Caso não seja avaliado/analísado pode ser considerado como diferimento tácito. Este diferimento permite que a estação seja instalada sem qualquer tipo de impedimentos legais. No projecto de construção civil deve constar uma fotografia aérea, normalmente carta 1/25000, planta da área mais próxima do local de implementação da estação, plantas pormenorizadas da estação onde está representada a rede de terras e um projecto de estaleiro. No caso de se tratar de uma estação urbana, tem que existir uma planta com a fachada do prédio e outra com o local de implementação da estação, assim como todos os equipamentos a colocar para garantir a segurança, varandins, passadiços, entre outros.

No seguimento da fase anterior, a empresa intermediária, ou prestadora de serviços, fica a aguardar a adjudicação da obra para construção. A obra depois de adjudicada vai ser dada como subempreitada a outras empresas, estas têm que desenvolver os trabalhos de infra-estruturas dentro de quarenta e dois dias.

Desde que a obra é adjudicada até ser entregue tem que se pedir o Plano de Segurança e Saúde (PSS), o rectificador para instalar dentro do contentor, as antenas á operadora móvel, coordenar todos os trabalhos decorrentes da construção da laje, levantamento da torre, passagem de cabos e fornecimento de energias. O fornecimento de energia engloba o pedido de fornecimento de energia (PFE), projecto energético, aguardar pelo orçamento da EDP, pagar o ramal, aguardar a inspecção da CERTIEL e que o ramal seja concluído. Neste estudo de caso, uma percentagem da contratação é dada a outras empresas, no entanto a maioria é feita por duas pessoas pertencentes aos quadros da empresa intermediária. Quanto ás infra-estruturas, são todas realizadas por subempreiteiros. Os processos de energias são tratados por uma pessoa da empresa intermediária. A obra fica pronta para entrega ao cliente após a ligação de energia definitiva á rede da EDP.

O PSS é um documento que engloba os recibos de pagamento dos seguros de responsabilidade civil, seguro de acidentes, nome e contactos das pessoas que possivelmente estarão em obra, datas de início e fim previstas para a empreitada, entre outras informações no âmbito da Higiene e Segurança no Trabalho. Este documento é elaborado por uma pessoa do departamento de Segurança da empresa prestadora de serviços, esta tem a responsabilidade de reunir a documentação e informação supra citadas e depois envia para o departamento correspondente da operadora/cliente. Depois de analisado por estes, é aprovado e devolvido para que o PSS esteja na obra. Desde que o documento chega ao departamento de Segurança da operadora até ser devolvido á empresa intermediária normalmente passam nove dias.

O pedido de antenas e rectificador é feito directamente á operadora, via e-mail, portanto neste caso específico os tempos de atrasos são normalmente baixos. Estes atrasos dizem normalmente respeito a rupturas de stock. Para as antenas existe um documento que deve ser preenchido pela entidade prestadora de serviços com os dados das antenas e enviado para a operadora. Através de uma página Web a empresa prestadora de serviços pode consultar e verificar a autorização e local para levantar as antenas.

O aprovisionamento de material necessário para a construção das infra-estruturas é da responsabilidade da entidade, ou empresa, executante. Em todos os casos é necessária uma grua, quer para arvorar a torre ou poste e instalar o contentor, no caso das estações rurais, quer para colocar o contentor no topo dos prédios, no caso de se tratar de uma estação urbana. O fornecedor das torres é a Metalogalva que por vezes atrasa a entrega da torre, é necessário construir, galvanizar e pintar. Se a estação for urbana, é provável a utilização de varandins de segurança, estes também podem demorar mais tempo que o previsto na entrega. No cenário de uma estação urbana é frequente a necessidade de se cortar a via pública, este corte carece de autorização do município local e acompanhamento policial no dia do corte. Este pedido deve ser desenvolvido pela empresa executante da obra.

O responsável pelas energias elabora um projecto eléctrico para apresentar á EDP e á CERTIEL, pede o fornecimento de energia á EDP, esta tem 20 dias úteis para enviar o orçamento, aguarda o orçamento para execução do ramal, solicita á operadora o cheque para pagar o ramal, faz o pagamento e a EDP tem 40 a 90 dias úteis para executar o ramal, pede a vistoria por parte da CERTIEL que demora a ser agendada cerca de três a quatro semanas e aguarda conclusão do ramal. Em casos pontuais pode ser necessário remodelar a coluna montante. Todos estes procedimentos devem ser muito bem coordenados com as infra-estruturas para que o pedido de fornecimento de energia não fique pendente de cliente, ou seja, o pedido de fornecimento de energia deve ser feito após instalação do armário de contagem. Os casos mais morosos são os urbanos, exige que a coluna seja compatível com a potência necessária e por vezes exige alteração desta, ou seja, passagem de cabos e tubos e intervenções ao nível de civil. A maior dificuldade encontrada até aos dias de hoje foi a não uniformidade dentro da EDP, como exemplo, o tipo de fechaduras a instalar variam de zona para zona.

Nos dias de hoje existe uma grande preocupação na redução do impacto visual produzido pelas estações de telecomunicações. Nas estações urbanas é muito usual fazer chaminés falsas para albergarem as antenas e assim dissimular a sua presença, (ver figura 5). É também usual a pintura dos cabos esteiras e contentores nas estações urbanas, no entanto algumas estações rurais também já são pintadas de verde para reduzir o impacto. Existem umas torres árvore que são aplicadas em complexos turísticos, parques naturais ou em plenas cidades. Para as cidades existe a hipótese de se montarem as antenas em postes de iluminação, chaminés falsas e pintar o contentor, (ver figura 6). Como se verifica existem várias formas para dissimular as antenas. Nos locais com características turísticas a sala para os equipamentos podem ser subterrâneas para não alterar a paisagem envolvente. As operadoras móveis estão muito sensibilizadas para respeitar a natureza, uma das medidas tomada por estas foi a instalação nas torres de telecomunicações de ninhos de cegonha em zonas fortemente habitadas por estas aves.



Figura 5. Estação de rede móvel rural



Figura 6. Estação de rede móvel urbana

As condições climatéricas são o factor de maior influência na derrapagem dos prazos. A chuva condiciona bastante os trabalhos porque não se pode laborar na torre nem manusear os cabos uma vez que a alma do cabo não pode ter contacto com humidade, (ver figura 7). Para levantar a torre é utilizada uma grua de grande porte, para a sua estabilização é exigido terreno firme para as sapatas assentarem e por vezes os terrenos estão cheios de água impossibilitando assim a estabilização. Como consequência é necessário esperar por tempo quente e seco e por terreno firme. Ainda relacionado com a grua, mas nas estações urbanas, podem existir atrasos devido á demora na resposta do pedido de corte de via por parte do município local. Estes factores vão influenciar o tempo da obra, mas para que ninguém seja prejudicado, serão consideradas atenuantes no momento de avaliação de desempenho de cada subempreiteiro.



Figura 7. Exemplo de terreno impróprio para se trabalhar

Para que os tempos sejam respeitados é necessário controlar todas as actividades, um bom instrumento de controlo de prazos é o programa Excel. A empresa prestadora de serviços em estudo utiliza essencialmente esta ferramenta para garantir que não existem derrapagens nos prazos estabelecidos em contrato pela operadora.

Uma tabela que englobe todas as tarefas e respectivos prazos pode ser preenchida pelo responsável com as datas de início e fim de cada tarefa. É igualmente importante registar os números de série dos equipamentos instalados, assim como a entidade executante para efeitos de garantia. Toda a informação referente às estações está num repositório que pode ser consultado pelas pessoas envolvidas na área. Esta informação contempla relatório fotográfico da estação, dos equipamentos, das antenas e suas inclinações, do contentor e todo o seu interior e também umas fotografias panorâmicas da zona envolvente.

Durante o decorrer da obra é possível que a Coordenação de Segurança contratada pela operadora visite a obra para averiguar se todas as normas e regras de Saúde Higiene e Segurança no Trabalho estão a ser cumpridas pelos trabalhadores envolvidos. Neste aspecto, e de forma a tentar eliminar os acidentes no trabalho, a exigência é muito elevada e todos os subempreiteiros tentam fazer cumprir essas normas. Se a coordenação de segurança visitar a obra vai fiscalizar essencialmente os equipamentos de protecção individual, utilização de capacete, botas de biqueira de aço, colete reflector e a condição do arnês. Como alguns trabalhadores têm que subir às torres o arnês tem que garantir boas condições de funcionamento e segurança. No caso de estar uma grua em funcionamento também são inspeccionadas as cintas utilizadas para levantamento de cargas suspensas assim como toda a documentação referente á máquina e manobrador.

Depois de concluída a obra esta tem um período de garantia de dois anos, os problemas mais frequentes estão relacionados com infiltrações nos contentores. No entanto podem surgir outros problemas que o construtor deve dar resposta e rectificar o mais rápido possível. É lógico que alguma coisa pode não correr bem, mas para se transmitir uma preocupação e interesse por se fazer um bom trabalho é importante regularizar as situações de garantia com a maior urgência.

Em termos técnicos, o espaço de implementação da estação de telecomunicações móveis é de 50 metros quadrados, (5*10), tem que se fazer um anel em ferro para a descarga atmosférica que se cobre com betão. A laje com 50 metros quadrados é cheia de betão. Em função da altura da torre tem que se fazer um chumbadouro com uma profundidade adequada á altura da torre, a torre pode ter de 10 metros até 50 metros.

A partir dos 30 metros tem que ter sinalização aérea, ou seja ser pintada de branco e vermelho acima da altura referida. A torre tem uma escada para se aceder ao topo com um sistema de segurança constituído por uma calha onde se introduz um “carrinho” para que o trabalhador esteja sempre ligado a esta. Todas as partes metálicas devem estar interligadas á rede de terras.

3. ANÁLISE DO PROJECTO

Os dados que servem de suporte ao estudo foram registados aquando das diligências necessárias para a realização de cada tarefa. Este estudo foi realizado com indicadores desde 2005 até 2009. Cada gestor de projecto regista em ficheiro Excel as datas de envio/recepção e outras relevantes para garantir um bom controlo sobre os tempos estabelecidos no caderno de encargos ou na lei. Com estes dados foi possível construir a seguinte tabela com a finalidade de agrupar todas as actividades e os respectivos tempos de execução. Todas as estações têm um nome, normalmente relacionado com o local de implementação, juntamente com um código composto por dois algarismos que são referentes ao ano que a operadora inicia o processo internamente, duas letras que designam a região de implementação e três algarismos que fazem a contagem das estações implementadas no referido ano dentro da mesma região. A primeira tarefa (A) diz respeito á negociação. A coluna mais á direita representa o número de dias que a tarefa demorou a realizar. Na linha inferior temos a designação da tarefa e o tempo médio de realização da mesma para todas as estação em estudo, ou seja todos os tempos médios são o somatório dos tempos das vinte estação em estudo dividido pelo número de estações. Espera, é o numero de dias entre o inicio e o fim da tarefa, (ver tabela 1).

Tabela 1. Negociação

Estação	Código	Negociação		Espera
		Início	Fim	
Alfeite	05LS002	01-02-2006	21-01-2008	720
Leiria Continente	02BL023	01-04-2008	05-05-2008	35
Vale Cambra Este	06BL064	12-12-2006	16-11-2007	340
Tondela Industrial	07BI004	03-08-2007	06-12-2007	125
Soutosa - Moimenta Beira	06BI043	22-12-2006	17-07-2007	217
R Pedras Negras	06LC020	21-03-2007	21-08-2007	180
Fagundo A17	07BL032	15-11-2007	10-04-2008	145
Sanguinhedo	02BI001	05-03-2007	30-06-2007	115
Benfornoso	02LC013	23-01-2007	18-12-2007	328
Algés Cima	07LO025	28-05-2007	19-09-2007	119
Bragança Castelo	01TM001	06-04-2006	13-08-2007	494
Alta Lisboa	02LN016	03-06-2005	22-11-2006	537
Cardosas Norte	06RB026	30-08-2006	12-03-2007	226
Carapinheira Montemor	06BL033	22-06-2006	27-11-2006	157
Casais Cidade	06LT008	24-05-2007	30-07-2007	67
Cepões Sátão	04BI023	08-09-2006	08-02-2007	154
Charneca Ameixoeira Sul	03LN013	14-07-2006	08-02-2008	208
Coto	06LT011	18-04-2007	17-05-2007	30
Ega	99BL074	16-04-2007	13-08-2007	120
Folgosinho	06BI022	08-05-2006	02-01-2007	209
Designação		A		226.3

O Pedido de Autorização Municipal (PAM) tem duas partes distintas, a elaboração e a aprovação. É elaborado pelo Engenheiro Civil e aprovado pela Câmara Municipal da região de implementação da estação. Na linha inferior está representada a designação e o tempo médio de execução das duas tarefas.

Depois do PAM estar aprovado estão reunidas as condições para se dar início às obras das infra-estruturas, (ver tabela 2).

Tabela 2. Pedido Autorização Municipal

Estação	Código	PAM					Espera
		Elaboração			Aprovação		
		Início	Fim	Espera	Envio	Recepção	
Alfeite	05LS002	21-01-2008	14-04-2008	83	14-04-2008	20-05-2008	36
Leiria Continente	02BL023	05-05-2008	03-06-2008	29	03-06-2008	22-07-2008	50
Vale Cambra Este	06BL064	16-11-2007	22-11-2007	6	22-11-2007	09-01-2008	48
Tondela Industrial	07BI004	06-12-2007	18-01-2008	40	18-01-2008	05-03-2008	46
Soutosa - Moimenta Beira	06BI043	17-07-2007	23-08-2007	37	23-08-2007	09-10-2007	47
R Pedras Negras	06LC020	21-08-2007	26-03-2008	216	26-03-2008	03-06-2008	69
Fagundo A17	07BL032	10-04-2008	30-05-2008	50	30-05-2008	15-09-2008	107
Sanguinhedo	02BI001	30-06-2007	04-09-2007	66	04-09-2007	30-11-2007	86
Benfornoso	02LC013	18-12-2007	21-07-2008	213	21-07-2008	10-09-2008	51
Algés Cima	07LO025	19-09-2007	30-01-2008	133	30-01-2008	11-06-2008	130
Bragança Castelo	01TM001	13-08-2007	29-11-2007	101	29-11-2007	15-01-2008	47
Alta Lisboa	02LN016	22-11-2006	24-01-2007	63	24-01-2007	13-03-2007	48
Cardosas Norte	06RB026	12-03-2007	28-03-2007	16	28-03-2007	20-07-2007	114
Carapinheira Montemor	06BL033	13-03-2007	14-03-2007	1	14-03-2007	10-05-2007	58
Casais Cidade	06LT008	30-07-2007	30-11-2007	120	30-11-2007	17-01-2008	48
Cepões Sátão	04BI023	08-02-2007	20-08-2007	192	20-08-2007	03-10-2007	44
Charneca Ameixoeira Sul	03LN013	08-02-2008	26-06-2008	138	26-06-2008	19-08-2008	54
Coto	06LT011	17-05-2007	09-08-2007	81	09-08-2007	25-09-2007	46
Ega	99BL074	13-08-2007	13-09-2007	30	13-09-2007	31-10-2007	48
Folgosinho	06BI022	02-01-2007	04-04-2007	92	04-04-2007	24-05-2007	41
Designação		B		85.35	C		61

A construção só pode ter início depois de se elaborar o plano de Segurança e Saúde (PSS) e este ser aprovado pela Coordenação de Segurança. Logo que seja recepcionado é enviado ao Subempreiteiro para que esteja presente em obra. A adjudicação da obra ao Subempreiteiro é uma tarefa que normalmente é executada no dia que se recebe indicação para implementação da estação. A última linha é semelhante às das tabelas interiores, (ver tabela 3).

Tabela 3. Plano Segurança e Saúde e Adjudicação ao Subempreiteiro

Estação	Código	Construção						Adjudicação ao SE
		Início	PSS				Envio ao SE	
			Envio	Recepção				
Alfeite	05LS002	13-10-2008	01-09-2008	08-09-2008	7	08-09-2008	0	02-09-2008
Leiria Continente	02BL023	19-07-2008	30-07-2008	09-08-2008	10	09-08-2008	0	30-07-2008
Vale Cambra Este	06BL064	15-02-2008	20-02-2008	14-03-2008	22	14-03-2008	0	13-02-2008
Tondela Industrial	07BI004	14-03-2008	18-03-2008	11-04-2008	24	11-04-2008	0	14-03-2008
Soutosa - Moimenta Beira	06BI043	31-05-2008	31-05-2008	30-06-2008	30	30-06-2008	0	04-06-2008
R Pedras Negras	06LC020	12-06-2008	18-06-2008	22-06-2008	4	22-06-2008	0	17-06-2008
Fagundo A17	07BL032	13-09-2008	19-09-2008	26-09-2008	7	26-09-2008	0	12-09-2008
Sanguinhedo	02BI001	02-05-2008	06-05-2008	20-05-2008	14	20-05-2008	0	06-05-2008
Benfornoso	02LC013	08-10-2008	19-09-2008	26-09-2008	7	26-09-2008	0	22-09-2008
Algés Cima	07LO025	08-07-2008	16-06-2008	26-06-2008	10	26-06-2008	0	14-06-2008
Bragança Castelo	01TM001	25-02-2008	20-02-2008	17-03-2008	27	17-03-2008	0	24-02-2008
Alta Lisboa	02LN016	02-04-2007	01-04-2007	23-04-2007	22	23-04-2007	0	30-03-2007
Cardosas Norte	06RB026	04-01-2008	02-04-2008	25-04-2008	23	25-04-2008	0	02-01-2008
Carapinha Montemor	06BL033	04-01-2008	02-04-2008	27-04-2008	25	27-04-2008	0	02-01-2008
Casais Cidade	06LT008	18-02-2008	20-02-2008	17-03-2008	28	17-03-2008	0	17-02-2008
Cepões Sátão	04BI023	25-02-2008	03-03-2008	28-03-2008	25	28-03-2008	0	27-02-2008
Charneca Ameixoeira Sul	03LN013	06-10-2008	19-09-2008	26-09-2008	7	26-09-2008	0	22-09-2008
Coto	06LT011	25-02-2008	05-03-2008	17-03-2008	22	17-03-2008	0	23-02-2008
Ega	99BL074	04-01-2008	06-01-2008	28-01-2008	22	28-01-2008	0	03-01-2008
Folgosinho	06BI022	11-02-2008	12-02-2008	02-03-2008	20	03-03-2008	1	09-02-2008
Designação			D		17.8	E	0.05	F

Ainda no seguimento da construção aparece a Marcação que consiste numa visita ao local com o proprietário do terreno, uma pessoa representante da operadora móvel e o subempreiteiro. Nesta visita identifica-se com fita o local exacto onde se vai construir a estação e identificam-se junto do cliente possíveis barreiras ou obstáculos para a construção tal como as possíveis formas de contorno ou resolução dos referidos obstáculos.

O rectificador é um equipamento que deve ser pedido durante o decorrer da obra, normalmente depois de existir no local condições para ser instalado, (ver tabela 4).

Tabela 4. Marcação e Pedido do Rectificador

Estação	Código	Marcação		Rectificador			
				Pedido	Entrega	Espera	Instalação
Alfeite	05LS002	05-09-2008	3	23-09-2008	24-09-2008	1	25-09-2008
Leiria Continente	02BL023	01-08-2008	2	23-09-2008	24-09-2008	1	24-09-2008
Vale Cambra Este	06BL064	15-02-2008	2	19-11-2008	20-11-2008	1	20-11-2008
Tondela Industrial	07BI004	20-03-2008	6	11-06-2008	13-06-2008	2	13-06-2008
Soutosa - Moimenta Beira	06BI043	06-06-2008	2	10-07-2008	10-07-2008	0	12-07-2008
R Pedras Negras	06LC020	19-06-2008	2	02-08-2008	03-08-2008	1	04-08-2008
Fagundo A17	07BL032	15-09-2008	3	30-10-2008	30-10-2008	0	30-10-2008
Sanguinhedo	02BI001	07-05-2008	1	01-07-2008	01-07-2008	0	02-07-2008
Benfornoso	02LC013	24-09-2008	2	17-10-2008	24-10-2008	7	24-10-2008
Algés Cima	07LO025	16-06-2008	2	16-07-2008	19-07-2008	3	19-07-2008
Bragança Castelo	01TM001	25-02-2008	1	26-03-2008	27-03-2008	1	28-03-2008
Alta Lisboa	02LN016	01-04-2007	2	15-04-2008	18-04-2008	3	21-04-2008
Cardosas Norte	06RB026	03-01-2008	1	02-02-2008	06-02-2008	4	06-02-2008
Carapinheira Montemor	06BL033	04-01-2008	2	02-02-2008	04-02-2008	2	06-02-2008
Casais Cidade	06LT008	18-02-2008	1	07-04-2008	07-04-2008	0	08-04-2008
Cepões Sátão	04BI023	05-03-2008	9	18-07-2008	18-07-2008	0	21-07-2008
Charneca Ameixoeira Sul	03LN013	24-09-2008	2	17-10-2008	17-10-2008	0	17-10-2008
Coto	06LT011	25-02-2008	2	01-04-2008	01-04-2008	0	02-04-2008
Ega	99BL074	07-01-2008	4	28-02-2008	28-02-2008	0	10-03-2008
Folgosinho	06BI022	13-02-2008	4	05-03-2008	06-03-2008	1	07-03-2008
Designação		G	2.65		H	1.35	

Á semelhança do rectificador, as antenas também são equipamento que deve ser pedido depois de iniciadas as obras das infra-estruturas. Salvo problemas com ruptura de stock ou indisponibilidade na base de dados, o tempo de espera é normalmente curto, (ver tabela 5).

Tabela 5. Pedido de Antenas

Estação	Código	Antenas		
		Pedido	Entrega	Espera
Alfeite	05LS002	09-10-2008	09-10-2008	0
Leiria Continente	02BL023	03-10-2008	07-10-2008	4
Vale Cambra Este	06BL064	14-11-2008	24-11-2008	10
Tondela Industrial	07BI004	17-03-2008	26-03-2008	9
Soutosa - Moimenta Beira	06BI043	07-07-2008	11-07-2008	4
R Pedras Negras	06LC020	02-07-2008	09-07-2008	7
Fagundo A17	07BL032	07-10-2008	09-10-2008	2
Sanguinhedo	02BI001	29-04-2008	18-07-2008	20
Benfornoso	02LC013	24-09-2008	26-09-2008	2
Algés Cima	07LO025	18-07-2008	22-07-2008	4
Bragança Castelo	01TM001	12-03-2008	18-03-2008	6
Alta Lisboa	02LN016	03-04-2008	15-04-2008	12
Cardosas Norte	06RB026	17-01-2008	21-01-2008	4
Carapinheira Montemor	06BL033	17-01-2008	21-01-2008	4
Casais Cidade	06LT008	03-05-2008	04-05-2008	1
Cepões Sátão	04BI023	04-03-2008	05-03-2008	1
Charneca Ameixoeira Sul	03LN013	25-09-2008	27-09-2008	2
Coto	06LT011	04-03-2008	09-04-2008	5
Ega	99BL074	07-02-2008	10-02-2008	3
Folgosinho	06BI022	17-02-2008	21-02-2008	4
Designação		I		5.2

Durante a construção das infra-estruturas pode ser aberto o Pedido de Fornecimento de Energia (PFE), bastando para isso ter no local o armário de energia, ou seja, o ponto de entrega. A EDP emite o orçamento para execução do ramal e solicita o pagamento do mesmo. O orçamento será analisado e posteriormente aprovado pelo cliente. Depois do cheque estar aprovado e emitido será entregue á EDP, (ver tabela 6).

Tabela 6. Abertura do Pedido de Fornecimento de Energia, Orçamento e Cheque

Estação	Código	Energia						
		PFE	Orçamento		Cheque			
			Recepção	Espera	Pedido	Aprovação	Pagamento	
Alfeite	05LS002	27-09-2008	30-09-2008	3	30-09-2008	01-10-2008	01-10-2008	2
Leiria Continente	02BL023	22-09-2008	17-10-2008	28	17-10-2008	23-10-2008	23-10-2008	6
Vale Cambra Este	06BL064	21-10-2008	31-10-2008	10	31-10-2008	24-11-2008	24-11-2008	24
Tondela Industrial	07BI004	09-04-2008	23-09-2008	165	23-09-2008	13-10-2008	15-10-2008	21
Soutosa - Moimenta Beira	06BI043	10-01-2008	19-08-2008	210	19-08-2008	01-09-2008	01-09-2008	23
R Pedras Negras	06LC020	09-10-2008	21-10-2008	12	21-10-2008	27-10-2008	28-10-2008	6
Fagundo A17	07BL032	06-09-2008	10-11-2008	65	10-11-2008	24-11-2008	24-11-2008	14
Sanguinhedo	02BI001	10-01-2008	09-10-2008	303	09-09-2008	23-09-2008	23-09-2008	14
Benfornoso	02LC013	21-10-2008	08-11-2008	18	08-11-2008	12-11-2008	12-11-2008	4
Algés Cima	07LO025	11-09-2008	23-09-2008	12	23-09-2008	13-10-2008	15-10-2008	10
Bragança Castelo	01TM001	11-09-2008	15-10-2008	34	15-10-2008	23-10-2008	23-10-2008	8
Alta Lisboa	02LN016	25-04-2008	12-05-2008	18	13-05-2008	21-05-2008	23-05-2008	8
Cardosas Norte	06RB026	07-02-2008	12-03-2008	35	12-03-2008	22-03-2008	22-03-2008	0
Carapinha Montemor	06BL033	07-02-2008	25-03-2008	48	25-03-2008	27-03-2008	28-03-2008	1
Casais Cidade	06LT008	03-06-2008	30-06-2008	27	30-06-2008	10-07-2008	10-07-2008	11
Cepões Sátão	04BI023	18-07-2008	19-08-2008	31	19-08-2008	01-09-2008	01-09-2008	0
Charneca Ameixoeira Sul	03LN013	21-10-2008	17-11-2008	26	17-11-2008	24-11-2008	24-11-2008	7
Coto	06LT011	31-03-2008	18-04-2008	18	18-04-2008	23-04-2008	23-04-2008	5
Ega	99BL074	06-02-2008	02-03-2008	26	02-03-2008	10-03-2008	11-03-2008	8
Folgosinho	06BI022	26-02-2008	05-03-2008	7	05-03-2008	17-03-2008	17-03-2008	12
Designação		J		54.8	K		L	9.2

Depois do ramal estar pago e executado é necessário pedir a certificação da instalação por parte da CERTIEL.

Só depois da certificação se recebe a informação por parte da EDP de que o ramal está concluído, portanto estão assim reunidas todas as condições para se preceder á ligação definitiva de energia para alimentar a estação e dar por concluído todo o processo de construção de uma estação nova de telecomunicações móvel, (ver tabela 7).

Tabela 7. Vistoria CERTIEL e Finalização

Estação	Código	Vistoria CERTIEL			Ramal		
		Pedido	Aprovação	Espera	Finalização	Ligação	
Alfeite	05LS002	03-10-2008	20-10-2008	17	17-11-2008	21-11-2008	4
Leiria Continente	02BL023	17-10-2008	24-10-2008	7	20-11-2008	12-11-2008	19
Vale Cambra Este	06BL064	10-11-2008	17-11-2008	7	22-12-2008	07-01-2009	16
Tondela Industrial	07BI004	23-09-2008	02-10-2008	9	22-12-2008	15-01-2009	24
Soutosa - Moimenta Beira	06BI043	22-08-2008	01-09-2008	9	08-10-2008	15-10-2008	7
R Pedras Negras	06LC020	18-12-2008	08-01-2009	21	25-11-2008	13-01-2008	49
Fagundo A17	07BL032	10-11-2008	17-11-2008	7	29-11-2008	19-12-2008	21
Sanguinhedo	02BI001	10-09-2008	16-09-2008	6	28-11-2008	15-12-2008	17
Benfornoso	02LC013	05-11-2008	30-11-2008	25	22-12-2008	04-01-2009	13
Algés Cima	07LO025	21-10-2008	03-11-2008	13	25-11-2008	28-11-2008	3
Bragança Castelo	01TM001	31-10-2008	13-11-2008	13	31-10-2008	20-11-2008	20
Alta Lisboa	02LN016	20-05-2008	19-06-2008	30	10-06-2008	30-06-2008	20
Cardosas Norte	06RB026	30-06-2008	17-07-2008	18	20-07-2008	17-08-2008	28
Carapinha Montemor	06BL033	22-04-2008	04-05-2008	12	27-05-2008	07-06-2008	10
Casais Cidade	06LT008	08-07-2008	28-07-2008	20	02-09-2008	04-09-2008	2
Cepões Sátão	04BI023	16-09-2008	26-09-2008	10	06-10-2008	14-10-2008	8
Charneca Ameixoeira Sul	03LN013	02-12-2008	10-12-2008	8	18-12-2008	05-01-2009	18
Coto	06LT011	23-04-2008	16-05-2008	23	28-05-2008	30-05-2008	2
Ega	99BL074	11-03-2008	28-03-2008	17	12-04-2008	17-04-2008	5
Folgosinho	06BI022	21-03-2008	09-04-2008	19	02-05-2008	10-05-2008	8
Designação		M		14.55		N	14.7

4. ANÁLISE DOS DADOS E CÁLCULOS

4.1. Descrição do Método utilizado

Para analisar os dados referentes às tarefas, nomeadamente os tempos que cada uma demora a concluir, utilizou-se um modelo de planeamento em rede Método de Caminho Critico (CPM), (*Critical Path Method*).

Segundo Fernando Santos no ano 2008, o CPM é um modelo muito utilizado porque é extremamente simples, permite analisar processos com várias tarefas, mesmo processos com mais de vinte tarefas e como mais valia, permite estabelecer relações de precedências. Com a Revolução Industrial nasceu a necessidade de se criar programas de paragens para manutenção e a empresa Du Pont criou este modelo precisamente para ajudar nos referidos programas.

Este modelo assenta essencialmente sobre três pontos. O projecto é composto por uma sucessão de actividades que formam uma rede. O segundo ponto diz respeito ao caminho que conduz ao tempo mais longo através da rede de actividades que habitualmente é denominado de “Caminho Critico”. Por último, através do caminho crítico consegue-se obter um grande conjunto de informações que facilitam a gestão do projecto.

Com este modelo pode-se calcular o tempo total do projecto e o respectivo Caminho Critico. Para isso basta conhecer com precisão o tempo dispendido para cada actividade. A aplicação do CPM passa por identificar as actividades, definir a sequência das actividades e por fim, calcular o caminho crítico.

Para a determinação do caminho crítico é necessário determinar os seguintes tempos. Tempo de inicio mais cedo, representado pelas letras I_c e consiste no tempo mais cedo possível para que possa iniciar uma actividade. Tempo de fim mais tarde, representado pela letra F_c , que diz respeito ao tempo de inicio mais cedo mais o tempo de execução da tarefa. O tempo de inicio mais tarde, I_t , refere-se ao tempo mais tarde que uma actividade pode começar sem atrasar o projecto. O tempo de fim mais tarde, F_t , diz respeito ao tempo mais tarde que uma actividade pode terminar sem atrasar o projecto.

Por fim, tem que calcular a folga que consiste na diferença numérica entre o tempo de início mais cedo e o tempo de início mais tarde. Para uma determinada actividade, se a referida diferença for um valor nulo significa que a actividade faz parte do caminho crítico.

Depois de se conhecer o caminho crítico, pode-se aplicar o Método do Caminho Critico com três tempos de tarefa estimados. Os dois métodos, um tempo estimado e três tempos estimados, diferem essencialmente no facto deste último se basear num método estatístico para a determinação da probabilidade de conclusão do projecto no tempo estimado. Para utilizar o método CPM com três tempos estimados é necessário saber quais são as actividades, toda a sequência das mesmas e calcular estimativas de tempos para cada actividade, ou seja, determinar o Tempo Optimista (a), o Tempo Pessimista (b) e por fim o Tempo Mais Provável (m).

Com os tempos referidos bem definidos, calcula-se as variâncias, σ^2 , dos tempos das actividades através da seguinte expressão,

$$\sigma^2 = \left(\frac{b - a}{6} \right)^2 \quad (1)$$

Calcula-se também o Tempo Previsto, T_p , este cálculo é baseado na distribuição estatística Beta que oferece um tempo mais provável ponderado quatro vezes do que o tempo pessimista e o tempo optimista. O referido valor obtém-se através da seguinte expressão,

$$T_p = \frac{a + 4m + b}{6} \quad (2)$$

O Caminho Critico é calculado da mesma forma que foi referido atrás, depois de se conhecer quais as tarefas que fazem parte do Caminho Critico já se podem determinar qual a probabilidade de terminar o projecto numa dada data. Somam-se os valores de variância associados a cada tarefa do Caminho Critico $\sum \sigma_p^2$, substituem-se os valores na seguinte fórmula para se obter o valor de Z.

$$Z = \frac{D - Fc}{\sqrt{\sum \sigma_{cp}^2}} \quad (3)$$

4.2. Aplicação do Método

Para se iniciar o estudo de um caso é necessário ter bem presente a sequência das actividades, quais podem ser realizadas em simultâneo e as actividades que dependem de outras para poderem ser realizadas. A Figura 8 representa a sequência das actividades para o caso em estudo. A ordem de realização acontece da esquerda para a direita, ou seja, de A para N. Portanto, G, H e I podem ser realizadas ao mesmo tempo que se realizam as tarefas D, E, J e L. Também a tarefa M pode ser realizada em simultâneo com as tarefas J e L. No entanto a tarefa D só pode ser realizada depois da tarefa C estar concluída. Sendo assim, a tarefa N, fim do processo, só pode acontecer depois das tarefas I, J e M estarem concluídas.

Tabela 8. Correspondência entre actividades, designação da tarefa e tempo médio de duração

Actividade	Designação da actividade	Tempo médio
Negociação	A	226
Elaboração PAM	B	85
Aprovação PAM	C	61
PSS	D	18
Envio ao SE	E	1
Marcação	G	3
Rectificador	H	1
Antenas	I	5
PFE	J	55
Cheque	L	9
Vistoria CERTIEL	M	15
Finalização do ramal	N	15

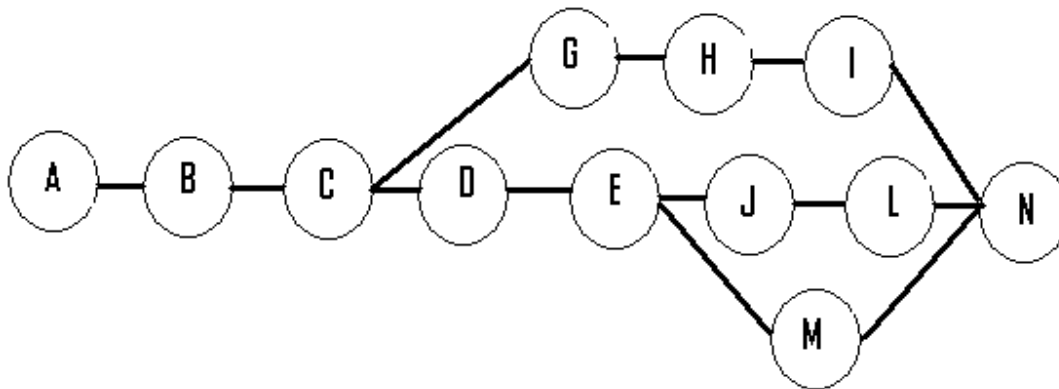


Figura 8. Sequência das actividades

Determinar tempo de início mais cedo

$$\text{Ic de A} = 0$$

$$\text{Ic de B} = 0 + 276 = 276$$

$$\text{Ic de C} = 0 + 276 + 93 = 369$$

$$\text{Ic de D} = 369 + 68 = 437$$

$$\text{Ic de E} = \text{Ic de D} + D = 437 + 18 = 455$$

$$\text{Ic de J} = \text{Ic de E} + E = 455 + 1 = 456$$

$$\text{Ic de G} = \text{Ic de C} + C = 369 + 68 = 437$$

$$\text{Ic de H} = \text{Ic de G} + G = 437 + 3 = 440$$

$$\text{Ic de I} = \text{Ic de H} + H = 440 + 2 = 442$$

$$\text{Ic de L} = \text{Ic de J} + J = 456 + 88 = 544$$

$$\text{Ic de M} = \text{Ic de E} + E = 455 + 1 = 456$$

$$\text{Ic de N} = \text{Ic de I} + I = 442 + 7 = 449$$

$$= \text{Ic de M} + M = 456 + 16 = 472$$

$$= \text{Ic de L} + L = 544 + 10 = 554$$

Logo, será o 554

Determinar tempo de fim mais cedo

$$\text{Fc de A} = 276$$

$$\text{Fc de B} = 276 + 93 = 369$$

$$\text{Fc de C} = 369 + 68 = 437$$

$$\text{Fc de D} = 437 + 18 = 455$$

$$\text{Fc de E} = \text{Fc de D} + E = 455 + 1 = 456$$

$$\text{Fc de J} = \text{Fc de E} + J = 456 + 88 = 544$$

$$\text{Fc de G} = \text{Fc de C} + \text{G} = 437 + 3 = 440$$

$$\text{Fc de H} = \text{Fc de G} + \text{H} = 440 + 2 = 442$$

$$\text{Fc de I} = \text{Fc de H} + \text{I} = 442 + 7 = 449$$

$$\text{Fc de J} = \text{Fc de E} + \text{J} = 456 + 88 = 544$$

$$\text{Fc de L} = \text{Fc de J} + \text{L} = 544 + 10 = 554$$

$$\text{Fc de M} = \text{Fc de E} + \text{M} = 456 + 16 = 472$$

$$\text{Fc de N} = \text{Fc de I} + \text{N} = 442 + 18 = 460$$

$$= \text{Fc de M} + \text{N} = 456 + 18 = 474$$

$$= \text{Ic de L} + \text{N} = 544 + 18 = 572$$

Logo, será o 572

Determinar tempo de início mais tarde

$$\text{It de N} = 554$$

$$\text{It de L} = \text{It de N} - \text{L} = 554 - 10 = 544$$

$$\text{It de M} = \text{It de N} - \text{M} = 544 - 18 = 538$$

$$\text{It de I} = \text{It de N} - \text{I} = 554 - 7 = 547$$

$$\text{It de J} = \text{It de L} - \text{J} = 544 - 88 = 456$$

$$\text{It de E} = \text{It de J} - \text{E} = 456 - 1 = 455$$

$$= \text{It de M} - \text{E} = 538 - 1 = 537$$

Logo, será o 455

$$\text{It de H} = \text{It de I} - \text{H} = 547 - 2 = 545$$

$$\text{It de G} = \text{It de H} - \text{G} = 545 - 3 = 542$$

$$\text{It de D} = \text{It de E} - \text{D} = 455 - 18 = 437$$

$$\text{It de C} = \text{It de D} - \text{C} = 437 - 68 = 369$$

$$= \text{It de G} - \text{C} = 542 - 68 = 474$$

Logo, sera 369

$$\text{It de B} = \text{It de C} - \text{B} = 369 - 93 = 276$$

$$\text{It de A} = \text{It de B} - \text{A} = 276 - 276 = 0$$

Determinar tempo de fim mais tarde

$$\text{Ft de A} = \text{It de A} + \text{A} = 0 + 276 = 276$$

$$\text{Ft de B} = \text{It de B} + \text{B} = 276 + 93 = 369$$

$$\text{Ft de C} = \text{It de C} + \text{C} = 369 + 68 = 437$$

$$\text{Ft de D} = \text{It de D} + \text{D} = 437 + 18 = 455$$

$$\text{Ft de E} = \text{It de E} + \text{E} = 455 + 1 = 456$$

$$\text{Ft de G} = \text{It de G} + \text{G} = 542 + 3 = 545$$

$$\text{Ft de H} = \text{It de H} + \text{H} = 545 + 2 = 547$$

$$\text{Ft de I} = \text{It de I} + \text{I} = 547 + 7 = 554$$

$$\text{Ft de J} = \text{It de J} + \text{J} = 456 + 88 = 544$$

$$\text{Ft de L} = \text{It de L} + \text{L} = 544 + 10 = 554$$

$$\text{Ft de M} = \text{It de M} + \text{M} = 538 + 16 = 554$$

$$\text{Ft de N} = \text{It de N} + \text{N} = 554 + 18 = 572$$

Aplicando a fórmula *It-Ic*, determina-se a folga. Estes valores e os que foram calculados estão representados na tabela 12.

A sequência das actividades prende-se com a necessidade de realização de cada uma e algumas só podem ser executadas depois de uma ou conjunto de tarefas estar ou estarem realizadas.

Tabela 9. Média

	Tarefas											
	A	B	C	D	E	G	H	I	J	L	M	N
Média	226.3	85.35	60.9	17.8	0.05	2.65	1.35	5.2	54.8	9.2	14.55	14.7

A média foi calculada para cada tarefa tendo por base os valores das vinte estações de rede móvel em estudo. Com estes valores é possível obter o valor do Tempo Previsto, Tp.

Para a tarefa A, o Tp é calculado através da fórmula (1) e o valor de (a) neste caso é 30, o valor de (b) é 720 e o valor correspondente a (m) é o valor médio, ou seja, 226,3. Este procedimento foi repetido para as restantes tarefas e os valores obtidos estão representados na seguinte tabela.

Tabela 10. Tempo Previsto

	Tarefas											
	A	B	C	D	E	G	H	I	J	L	M	N
Tp	275.87	93.067	68.267	17.533	0.2	3.433	2.0667	6.8	87.53	10	15.867	18.3
Tp	276	93	68	18	1	3	2	7	88	10	16	18

Com os valores da tabela anterior, facilmente se chega ao valor de σ^2 com a ajuda da fórmula (2). O σ^2 é igual á diferença entre o Tempo Pessimista e o Tempo Optimista a dividir por 6 e todo este conjunto elevado ao quadrado. Para a tarefa em análise será 720 para o b e 30 para o a, sendo o valor de σ^2 igual a 13225.

Tabela 11. σ^2

	Tarefas											
	A	B	C	D	E	G	H	I	J	L	M	N
σ^2	13225	1248.4	245.4	18.8	0.028	1.778	1.36	11.11	2500	16	16	61.361
σ^2	13225	1248	245	19	1	2	1	11	2500	16	16	61

Na tabela anterior estão representados os valores de σ^2 para todas as tarefas.

Com base no diagrama que representa a sequência das actividades construí-se mais uma tabela da qual faz parte uma coluna com a designação de cada tarefa, as precedências de cada tarefa, o tempo médio em dias de cada tarefa, os valores obtidos para o Tempo de início mais cedo, tempo de fim mais cedo, tempo de início mais tarde, tempo de fim mais tarde e por último o valor da folga.

Tabela 12. Precedências e tempos de início e fim mais cedo e mais tarde

Designação da actividade	Precedência	Tempo (dias)	lc	Fc	lt	Ft	Folga
A		276	0	276	0	276	0
B	A	93	276	369	276	369	0
C	B	68	369	437	369	437	0
D	C	18	437	455	437	455	0
E	D	1	455	456	455	456	0
G	C	3	437	440	542	545	105
H	E,G	2	440	442	545	547	105
I	H	7	442	449	547	554	105
J	E	88	456	544	456	544	0
L	J	10	544	554	544	554	0
M	E	16	456	472	538	554	82
N	L,M,I	18	554	572	554	572	0

Para se determinar o tempo de duração para uma garantia de conclusão de 95%, aplica-se a fórmula (3),

Pela tabela da área da distribuição normal padrão cumulativa verifica-se que:

Para a probabilidade de 95%, o valor de Z será $Z=1,65$. Substituindo na fórmula (3) obtém-se o número de dias necessários.

$$Z = \frac{D - Fc}{\sqrt{\sum \sigma_{cp}^2}} \Leftrightarrow 1,65 = \frac{D - 572}{\sqrt{16315}} \Leftrightarrow D = 782,76$$

Ou seja, 783 dias.

Com base nos valores obtidos pode-se dizer que são necessários 783 dias para concluir 95% das estações, portanto mais de dois anos desde a primeira abordagem ao proprietário do terreno até se ligar a energia definitiva.

5. CONCLUSÕES

Num projecto desta dimensão torna-se necessária uma grande coordenação entre as várias fases do projecto correspondentes a vários gestores de projecto e a diferentes entidades. Os procedimentos e os documentos envolvidos no projecto para pedidos e entrega de materiais estão bem definidos, no entanto, estão várias pessoas envolvidas e por vezes torna-se difícil encontrar o responsável por algo que não acontece como planeado.

É de extrema importância seleccionar o subempreiteiro adequado para as tarefas inerentes a cada obra, porque pode não ser muito óbvio mas cada estação é diferente e a empresa prestadora de serviços, empresa em estudo, deve seleccionar o subempreiteiro mais adequado para o trabalho tendo em conta o tipo e condições de trabalho necessários para ser o mais breve e eficaz possível.

A contratação do terreno para implementar a estação é uma tarefa pouco linear, ou seja, os imprevistos podem ser imensos. O terreno pode ter inúmeros proprietários e para a contratação ser válida todos eles têm que estar de acordo com o contrato e para atestar essa vontade têm que o assinar, por vezes é necessário muito tempo para reunir todos os proprietários e as respeitantes assinaturas. Torna-se também necessário que o terreno esteja registado na conservatória, o que por vezes não acontece e prolonga o período desta tarefa. Nesta tarefa pouco ou nada há a fazer uma vez que todas as demoras referidas não dependem da empresa prestadora de serviços. No caso de se tratar de uma estação de rede móvel urbana, a implantar no topo de um edifício, é necessário para que o contrato seja válido a assinatura de todos os condóminos. Nem sempre estão todos a favor da implementação de uma estação deste tipo no topo do prédio onde habitam. Também neste caso a empresa prestadora de serviços pouco pode fazer para além de tentar contratar o prédio ao lado.

Actualmente, os maiores entraves colocados pelas Autarquias estão relacionados com questões estéticas e ambientais, é necessário respeitar a natureza e a estética de um edifício. São cada vez mais as exigências para minimizar o impacto visual, torres disfarçadas de arvore, vedações disfarçadas de sebes, entre outras, os disfarces são exigidos para que não seja facilmente perceptível que no meio de um pinhal se encontra uma estação de rede móvel e contrasta com toda a beleza da natureza. Nas estações

urbanas, é nesta fase e cada vez mais, exigidas chaminés falsas para albergar as antenas e assim dificultar a identificação de uma estação no topo do edifício. Todas estas questões exigem negociação entre as autarquias e o cliente, permitindo assim a demoras no processo que também não são responsabilidade da empresa prestadora de serviços.

A construção é a fase do projecto que exige mais coordenação entre o subempreiteiro, operadora móvel e a empresa prestadora de serviços. É necessário pedir os equipamentos no tempo certo e pressionar ou insistir com o subempreiteiro para que os aplique na altura certa e crie as condições para que não haja atrasos. Tal como já foi referido, nesta fase as grandes condicionantes são as condições climatéricas, com chuva não se podem manusear os cabos coaxiais e torna-se perigoso estar no topo de uma torre. Quando chove em abundância por vezes é necessário esperar alguns dias para que o terreno consiga suportar o peso de uma grua ou mesmo de um camião e os dias de atraso começam a somar. Mesmo assim é de todo impossível atribuir responsabilidade por estes atrasos á empresa prestadora de serviços.

Existem alguns casos mais recentes em que o subempreiteiro não tem presente em obra toda a documentação exigida pela coordenação de segurança e esta falta obriga á paralisação dos trabalhos e como consequência atrasos na sua conclusão. Torna-se necessário uma maior supervisão por parte da empresa prestadora de serviços nesta área para que os casos de paralisação dos trabalhos sejam minimizados ou mesmo nulos. Já houve episódios em que a paralisação aconteceu durante duas semanas, período bastante longo que dificulta em muito o cumprimento dos prazos contratados para esta área. É imprescindível o controlo e visitas não planeadas ás obras para averiguar as condições de trabalho e aumentar toda a celeridade do processo.

No capítulo das energias é onde surgem os maiores atrasos. O pedido de fornecimento de energia deve ser feito após instalação do armário de energia ou depois de criadas as condições para que a EDP entregue a energia, caixa de fusíveis e caixa para a contador. Acontece por vezes que a EDP vai ao local e não existe o ponto de entrega e o PFE fica pendente até se dar nova indicação á EDP de que estão criadas as condições para que possa entregar a energia. A informação de que o PFE está pendente só pode ser obtida junto da EDP, é necessário verificar as pendências com mais regularidade para que

o processo não fique parado por muito tempo. Portanto, é nesta fase que deve haver mais atenção e cuidado para que alguns dias de atraso desnecessários no processo sejam evitados e assim existir uma otimização e cumprimento dos prazos estabelecidos em contrato.

Em suma, a maior dificuldade passa por conseguir que os subempreiteiros cumpram os prazos estipulados, ou seja, a supervisão tem que ser mais apertada e feita com maior regularidade. Visitas surpresa, a insistência nos pontos fulcrais pode ser solução para diminuir o tempo de implementação de uma estação de telecomunicações móveis nova.

6. BIBLIOGRAFIA

Araújo, João, (2003), Gestão de Projectos, *Engenharia de Software*

Carravilla, Maria Antónia, (2006), Planeamento e Controlo de Projectos

Gonçalves, Dulce et al, (2008), Particularidades dos diferentes tipos de projectos de desenvolvimento de software

Gouveia, Luís M. Borges, (1997), O projecto, a gestão de projectos e o gestor de projectos

Mata, Carlos, (2002), Gestão de projectos, Uma abordagem metodológica

Santos, Fernando M. B. Charrua, (2008), Planeamento e gestão de projectos

Tavares, L.V. (2000), A review of the Contribution of Operational Research to Project Management, *European Journal of Operational Research* 136, pp.1-18